





Nº 4180

PES

— BRANCOS
CORRADOS DE PANNÓ

VISITA

CRIPTORIO

LLAT

DADES

ra, de Cores

PÃO

DE BORRACHA, DE OSSO, DE MARFIM, ETC., ETC.
CANETAS COM PENNAS DE OURO. DE PONTA DE BRILHANTE

TINTEIROS

DE VIDRO, DE BRONZE, DE PORCELANA, DE FANTASIA, DE VIAGEM, ETC.

AREIEIROS

DE VIDRO, DE MADEIRA, ETC., ETC.

AREIA

DOURADA, DE CORES, ETC., ETC.

CANIVETES

FACAS DE CORTAR PAPEL, DE MARFIM, DE OSSO, ETC.

SINETES DE OSSO E DE MARFIM, ETC.

OBREIAS DE COLLA, DE GOMMA

E PARA OFFICIOS

ALBUMS PARA DESENHO

LACRE DE TODAS AS CORES

A. L. GARRAUX

Divisão da Academia

SORTIMENTO ESPECIAL

D'ARTIGOS D'ESCRITORIO

D'OBJECTOS DE FANTASIA

DE PAPEIS PINTADOS, DE LIVROS, ETC.

36 e 38, Rua da Imperatriz

SÃO PAULO

PAPEIS

PAPEL DE PESO

PARA CARTAS — PARA LUTO — DE FANTASIA

PARA DESENHO

ALHASSO — FLORETTE — HOLLANDA

Mata Borrão

PARA MATAR MOSCAS — PARA MUSICA

OBSERVAÇÃO

Marca-se gratuitamente com as iniciais do comprador,
todo o papel comprado em nossa casa

COURS
D'AGRICULTURE

VI

PARIS.— IMPRIMERIE G.-A. PINARD, 9, COUR DES MIRACLES.

COURS
D'AGRICULTURE

PAR

LE C^{TE} DE GASPARI

Ancien Ministre de l'Agriculture et de l'Intérieur, Membre de l'Académie des Sciences,
de la Société centrale d'Agriculture, etc.

ET DE

CONSIDÉRATIONS SUR LES MACHINES ET DU PLAN INCLINÉ COMME GRANDE MACHINE AGRICOLE

PAR AUGUSTE DE GASPARI

TOME SIXIÈME

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE DE LA MAISON RUSTIQUE

26, RUE JACOB, 26

1863

A AUGUSTE DE GASPARIN

Mon cher Frère,

En inserivant nos deux noms au commencement de ce volume, je désire qu'il constate longtemps le souvenir de cette amitié, plus forte encore que les liens du sang, qui a mis en commun nos sympathies, nos pensées, nos études, nos succès, et qui de nos deux familles n'en a fait qu'une seule, où se continue, à notre exemple, cette tradition d'union fraternelle.

Je désire, en outre, que ton nom rappelle aux amis de l'agriculture la part que tu as prise à ses progrès par de nombreuses expériences, par des observations ingénieuses que ta modestie aurait souvent laissées dans l'oubli, si je ne les avais rappelées dans mes ouvrages et s'il n'était échappé de ta plume ces deux piquants opuscules¹ où la poésie de la forme s'unit à la générosité des sentiments et à la vérité des pensées.

GASPARIN,

Membre de l'Académie des Sciences

Considérations sur les Moteurs, Du plan incliné comme grande machine agricole. Voir p. 45 et 489.

Legitimæ inquisitionis vera norma est, ut nihil
veniat in practicam, cujus non sit etiam doctrina
aliqua et theoria.

(BACON, *De Dignitate et Augmentis scientiarum.*)

Ce sixième volume, qui forme le complément et le résumé du *Cours d'Agriculture* de M. de Gasparin, est composé de deux parties :

La première partie, relative à la *nutrition des végétaux*, a déjà été publiée en 1854, sous le titre *Principes de l'Agronomie*.

La seconde partie, consacrée à l'*habitation des plantes*, est inédite ; M. de Gasparin en achevait la composition lorsqu'il a été frappé de la cruelle maladie qui depuis 1856 le condamne au repos.

L'illustre agronome m'a chargé de surveiller l'impression et de corriger les épreuves de ce volume. Le public devra m'attribuer les erreurs qui peuvent s'y être glissées, quoique j'aie donné à la surveillance de la publication de l'ouvrage de mon maître les soins les plus attentifs, par dévouement, affection et respect.

J. A. BARRAL.

COURS D'AGRICULTURE

PRINCIPES DE L'AGRONOMIE

INTRODUCTION

La composition de mon *Cours d'agriculture* a été commencée en 1840. Depuis ce temps de nombreuses recherches, des expériences importantes, des procédés nouveaux, ont modifié en quelques parties la théorie et la pratique de la science. Le lecteur doit sentir comme moi le besoin d'une révision méthodique des principes que j'ai successivement exposés. Le volume que je publie aujourd'hui est le résultat de cette révision. En renvoyant aux cinq premiers volumes de l'ouvrage pour les détails qui y sont contenus, j'ai pu me dispenser d'entrer dans des développements qui auraient rendu moins évident l'enchaînement des principes entre eux. Ainsi les hommes studieux pourront ici passer en revue cette

série de déductions qui composent maintenant la science agronomique, et les rattacher aux détails pratiques plus étendus donnés précédemment.

Il se trouve aussi dans le monde des hommes instruits qui entendent parler d'agriculture et qui, ne se faisant pas une juste idée de ce que cette branche de connaissances est aujourd'hui devenue, demandent à y être initiés, par simple curiosité scientifique, et sans avoir le projet de s'adonner à la pratique. Il fallait à ceux-ci un livre substantiel, où, sans se perdre dans des détails trop spéciaux, ils pussent se faire une idée exacte et sommaire de l'état actuel de l'agronomie; enfin, les professeurs devaient désirer un texte propre à être développé dans leurs leçons. Telles ont été les vues qui m'ont guidé dans la rédaction de ce sixième volume, consacré au résumé des *principes de l'agronomie*.

En écrivant le *Cours d'agriculture*, je m'étais proposé un double but : je voulais d'abord prouver aux agriculteurs de profession que leurs pratiques n'étaient pas un simple empirisme, mais qu'elles pouvaient se déduire de principes scientifiques, comme ceux de la physique et de la physiologie, enfin que leur art pouvait devenir une science, en lui appliquant les méthodes que les sciences emploient dans leurs recherches : le nombre, le poids, la mesure. D'un autre côté, je voulais prouver aux savants que l'agronomie, qu'ils traitaient avec mépris, avait toutes les propriétés, les qualités, les proportions des sciences que l'on appelle *techniques*, et qui sont des divisions, des branches détaillées de plusieurs sciences pures.

Ces deux buts ont été atteints, non par mes seuls efforts, mais grâce aussi au concours de plusieurs savants illustres. Qu'on se rappelle le petit nombre d'agriculteurs qui, en 1840, étaient initiés aux principes de la science, le vague du langage de ceux qui passaient pour doctes ; que l'on ouvre leurs livres, on les verra bien recommander la nécessité des engrais, mais sans dire dans quelles proportions avec le sol et les plantes cultivées ; conseiller d'avoir de nombreux bestiaux, mais sans indiquer le rapport du nombre de têtes d'animaux domestiques à entretenir, et de la quantité d'engrais nécessaire à l'exploitation ; recommander l'emploi de bons assolements, mais sans avoir rien su ajouter au précepte de Virgile

Sic quoque mutatis requiescent fatibus arva,

sans même avoir su interpréter ce précepte, en présence des nombreux démentis donnés par la pratique. Aujourd'hui beaucoup de praticiens savent rendre compte numériquement de leurs opérations, et je crois que le *Cours d'agriculture* a contribué en quelque chose à substituer le savant au discoureur. Les effets de ce changement se sont fait sentir dans la pratique, les progrès ont été constants et continueront à l'être sous l'impulsion de méthodes rationnelles.

Le second but n'a pas été moins bien rempli. Quand les savants ont vu que les agriculteurs revenaient de leurs préjugés ; que, cessant d'admettre comme des faits primordiaux les phénomènes dépendants des lois géné-

rales de la matière et de la vie, ils cherchaient à les expliquer avec le secours des sciences physiques, alors ils ont consenti de leur côté à s'occuper des faits agricoles, car ils ont compris que la coordination de ces faits constituait une véritable science naturelle. Leur dédain a cessé en même temps que le dédain de l'ignorance.

Ce traité de paix entre la théorie et la pratique, proposé il y a trois siècles par Bernard de Palissy, a été signé de nos jours et a rapproché définitivement l'agriculture de la science. Que l'agriculture se garde de dire à l'avenir qu'elle se suffit à elle-même. Non, aucune branche des connaissances humaines n'est indépendante des autres, et moins encore que toute autre l'agriculture, qui se meut au milieu de phénomènes physiques, chimiques, mécaniques, étudiés et coordonnés par des sciences dont elle ne peut refuser le secours, sans renoncer à diriger, à expliquer, à prévoir les accidents qui déterminent ses succès et ses revers. Privés du secours des sciences accessoires, les faits agricoles ne parlent qu'un langage équivoque, et ne constituent plus qu'un empirisme trompeur que l'on décore faussement du nom de pratique.

L'histoire de l'agriculture en fournit des preuves nombreuses. Quand, dans le siècle dernier, enchantés des effets produits par le marnage renouvelé de l'antiquité, nos auteurs modernes le prônèrent, le recommandèrent avec chaleur, leur propagande rencontra souvent des échecs dont ils ne savaient pas rendre compte. C'est la minéralogie et la chimie qui constatèrent que les terres où la marne échouait étaient des

terres suffisamment pourvues de calcaire, et que par conséquent elle agissait en donnant cet élément au sol. Puis est arrivé un agriculteur qui, sans la chimie, aurait créé une nouvelle confusion parmi les praticiens, il chaulait avec succès des terres assez abondantes en calcaire. Mais les unes, provenant du défrichement de bois, surabondaient en acide carbonique qu'il fallait neutraliser par la chaux caustique, d'autres contenaient du carbonate de chaux insoluble et manquaient de terreau, qui aurait pu leur fournir un excès d'acide carbonique nécessaire pour rendre soluble le calcaire. Comment s'en seraient tirés les agriculteurs obstinés à répudier le secours des autres sciences? L'un aurait dit : La marne et la chaux doublent les récoltes sur les terres rougeâtres et meubles ; un autre aurait ajouté, que leur effet se fait sentir principalement sur celles qui sont grises et compactes ; mais un troisième aurait trouvé leur effet nul sur les unes et sur les autres ; la vérité devenait incertaine et l'emploi de la marne et de la chaux ne pouvait plus être tenté qu'en faisant précéder d'une expérience préalable chaque application de ces substances. Ne voyons-nous pas des incertitudes semblables régner sur les questions que l'observation scientifique n'a pas encore éclaircies? Par exemple, sur les effets du gypse en rapport avec un terrain donné, sur ceux des engrais phosphatés, etc. Sans l'aide de la science, les arts agricoles, comme les arts industriels, n'ont que des recettes limitées à des cas que l'on ne sait pas définir, des secrets qui réussissent entre certaines mains et échouent avec d'autres, des procédés bornés

par chaque horizon; sans l'aide de la science, l'agriculture présente des cultivateurs habiles dans leur village et qui sont des ignorants et des maladroits hors de la vue de leur clocher natal.

C'est en France et depuis peu d'années que les arts, gênés d'abord dans leur développement par les circonstances politiques, excités ensuite par une concurrence puissante, ont demandé aux sciences un utile concours, et leur ont dû les progrès éclatants qui leur ont permis de lutter avec leurs rivaux. Ils en ont reçu la fabrication de la soude et celle des acides à bas prix, puis l'iode, le brôme, le chloroforme, le lapis-lazuli; mais plus que ces dons matériels, le don inestimable de leurs méthodes. Qu'était la métallurgie avant 1820? Il a fallu alors tout réformer en fait de mines et de fonderies, et si l'École des mines n'eût pas existé, si elle n'eût pas préparé à l'avance une foule de théorèmes nouveaux en même temps que des hommes capables, la France eût été fort embarrassée. L'ancien art des mines était épuisé, tout était arrêté, stagnant; on peut en dire autant des teintures, des machines à vapeur, des constructions, de la mécanique. La science a même créé des arts tout entiers, tels que la télégraphie électrique et la photographie. L'agriculture languissait dans des pratiques routinières; la science agricole a été fondée quand des savants distingués y ont introduit l'expérimentation. Ces savants lui ont donné en quelques années la théorie de la nutrition des plantes, celle des engrais, celle de la connaissance des terrains; la détermination intrinsèque de ses produits; ils l'ont mise sur la voie

des relations des climats et des faits agricoles. L'application des mathématiques, de la mécanique, de l'art des constructions, est devenue une profession nécessaire sous le nom de *génie rural*; et on lui doit les procédés rationnels du drainage, et l'application de la machine à vapeur à un grand nombre d'usages agricoles, entre autres au transport des engrais; la possibilité d'appliquer le calcul aux effets des machines de toute sorte; le moyen de préserver le cultivateur de la nécessité d'essais infructueux. Prenez un de ces hommes qui repoussent obstinément la science, et qui ont absorbé consciencieusement tous les livres à phrases rurales et à prétentions pratiques, antérieurs à la nouvelle ère dans laquelle nous entrons; adressez-lui une des questions suivantes, et priez-le de les résoudre par des procédés complètement agricoles, absolument purs de tout mélange *adultère*.

1° On vient de découvrir une nouvelle minière de marne; connaissant la quantité d'une autre marne qui convient à vos terres, quelle quantité devez-vous employer de la marne découverte?

2° Quelle est la puissance réelle de vos fumiers, comparée à celles d'un autre engrais, à la poudrette, par exemple?

3° Vous cultivez une ferme à moutons, employez-vous sur vos terres les mêmes masses d'engrais que votre voisin qui a des vaches? S'il y a une différence, comment l'appréciez-vous?

4° Voulez-vous obtenir avec probabilité une récolte de 40 hectolitres d'avoine d'une terre où vous venez de

récolter 18 hectolitres de blé? Quelle dose de fumier emploierez-vous?

5° Si vous transportez votre culture d'un domaine à terres fortes dans un autre domaine à terres légères, comment estimerez-vous la différence des forces que vous devez employer; et d'après cette estimation quelles modifications introduirez-vous dans vos animaux de travail et vos instruments aratoires?

Je m'arrête. On ferait une longue liste de pareils problèmes, auxquels le plus habile fermier ne saurait répondre sans de longs essais, s'il ne réunit pas les connaissances théoriques aux connaissances pratiques. C'est en reconnaissant la facilité et la sûreté des solutions scientifiques que les fermiers instruits des environs de Paris et les grands propriétaires des provinces ont accepté les nouveaux enseignements de la science; puis, les plus simples cultivateurs de nos départements de l'Ouest, trompés outrageusement chaque jour par des marchands de certains engrais, qu'ils payaient dix fois, vingt fois, cent fois leur valeur réelle, ont dû recourir aux laboratoires de chimie et n'ont plus voulu les acheter que sur leur titre fixé par des analyses. En effet, l'administration a dû établir des laboratoires dans les pays où se fait ce grand commerce d'engrais, pour ne pas renoncer à son rôle de protection. Jusqu'à ces derniers temps, sans faire, pour l'instruction agricole, tout ce qu'elle accordait à d'autres branches de l'agriculture, elle avait créé quelques écoles, distribué quelques encouragements; mais la nécessité d'un enseignement supérieur et complet devenait de plus en plus évidente, et

il se préparait dans le silence quand éclata la révolution de 1848.

Au milieu du pêle-mêle d'hommes et de choses qui s'ensuivit, l'agriculture eut le bonheur qui lui avait été refusé pendant la longue durée d'un ordre régulier, elle obtint un ministre, M. Turrel, qui était à la fois un organisateur et un agriculteur, et qui avait assisté aux délibérations du conseil général de l'agriculture, où avait été arrêté le système de l'enseignement agricole. Il présenta et fit adopter une loi qui établissait cet enseignement sur une large échelle, et mettait à sa tête une école supérieure d'application. Je n'entrerai pas dans les détails de l'exécution de ce plan. On l'aurait voulu plus mesurée et plus prudente; mais le ministre connaissait notre pays, il savait qu'il fallait emporter d'assaut, dans le premier moment d'enthousiasme, les moyens d'exécution que l'on dispute et que l'on refuse plus tard quand cette chaleur est passée; il savait qu'en France le succès dépend surtout de la grandeur et de l'éclat de l'œuvre que l'on cherche à édifier; il pensait enfin que cette grandeur, cet éclat, les sacrifices qui auraient été faits, seraient dans l'avenir la plus sûre garantie de la conservation de l'œuvre nouvelle.

En effet, l'institut agronomique de Versailles commençait à montrer une culture chaque jour perfectionnée; une collection d'animaux du premier choix, précieux moyen de faire avancer une science encore nouvelle (la zootechnie); une réunion d'excellents professeurs, produits d'un concours sévère; et, enfin, les succès des élèves qui avaient déjà suivi deux années d'études

théoriques et allaient les compléter dans la pratique des fermes.

C'est cependant dans cette heureuse situation que l'institut de Versailles a été détruit ; sans doute pour des motifs graves qui n'ont pas été déduits et qui restent dans la pensée du gouvernement. Nous respectons son silence tout en regrettant de voir tarir une telle source de bonne instruction agricole. Nous ne pouvons admettre d'ailleurs les objections superficielles des hommes du monde que cette institution blessait dans leurs préjugés.

Nous n'avons pas besoin, nous disait-on, de toute cette théorie, il nous faut des écoles pratiques qui forment des hommes propres à mettre la main à la charrue.

Alors, pourquoi vos écoles d'artillerie, de génie, de constructions ? Ne suffit-il pas aussi d'être canonnier ou maçon ? La pratique manuelle s'apprend par le travail manuel, *fit fabricando faber* ; et les élèves de vos écoles pratiques, en retournant chez eux, trouveront un grand nombre de cultivateurs qui, restés dans leurs champs paternels, manieront mieux qu'eux la bêche, la houe, la charrue.

Est-ce une classe ayant un degré d'instruction intermédiaire que vous voulez seulement former ? Mais nous venons de voir que l'instruction agricole dépend de connaissances scientifiques et toutes spéciales à une situation, à un terrain, à un climat donnés. Consentez-vous à généraliser davantage cette instruction ? Alors vous tombez inévitablement dans les explications tirées de la science, explications incomplètes, obscures, pour celui

qui ne remonte pas aux principes ; que l'on impose à la foi de l'élève, mais qui ne pénètrent pas dans sa raison. Vous lui ferez adopter la charrue Dombasle, mais je vous défie, sans une étude assez avancée de la mécanique, de lui expliquer pourquoi elle est préférable à toute autre ; et ensuite pourquoi, dans d'autres espèces de terrains que celui pour lequel elle a été combinée, elle devra être modifiée.

Non, il n'y a que deux ordres d'enseignements : l'enseignement technique et l'enseignement scientifique. Le premier enseigne à tirer parti d'une situation, et à savoir se rendre compte des résultats économiques de ses travaux. Cet enseignement doit consister dans une ferme bien tenue, dont les élèves soient les ouvriers, dont le chef, exigeant pour le travail, soit complaisant pour expliquer dans de simples conversations la raison de ses procédés et des phénomènes qui se produisent journellement sous les yeux des élèves. Les seules leçons théoriques qui devront accompagner ces exercices sont l'arithmétique, la géométrie la plus élémentaire et la tenue des livres. Il se formera là les ouvriers et les contre-mâîtres que vous désirez.

L'autre enseignement doit être scientifique, et ne peut l'être à demi. Pas de pareil fléau, pour eux-mêmes et pour les autres, que ces hommes légèrement saupoudrés de science, ayant appris des mots et non des choses, et exposés sans cesse dans la pratique à faire de fausses applications de principes scientifiques mal compris, et à décrier une science dont on juge l'utilité d'après leurs erreurs et leur présomption. C'est une

instruction plus complète qu'il faut à ceux qui sont appelés à diriger le mouvement agricole du pays, bien plus encore qu'à montrer leur habileté dans l'exploitation limitée d'une ferme.

Il y a, en effet, une classe tout entière d'hommes qui, ne devant pas devenir ouvriers, mais ayant, comme propriétaires ou tenanciers, une grande influence sur la marche de l'agriculture, doivent posséder cette instruction avancée et sérieuse. Ceux-ci n'entreprendront rien que sur un plan bien médité, inspiré par des principes certains, mais ils sauront aussi s'aider du savoir pratique du pays où ils opèrent, et en démêler les avantages comme les défauts ; quand ils tenteront une opération, c'est que son succès aura de grandes probabilités, et ils sauront ainsi pousser et avancer les indécis par leur hardiesse calculée, et inspirer la confiance par leur prudente retenue. Qu'on se persuade bien que c'est par la tête que l'on instruit la société ; il faut que le fanal soit placé haut pour être vu de loin. Une école comme était l'institut agronomique, en disséminant sur la surface du pays des hommes complètement instruits, aurait plus fait en vingt ans pour les progrès de l'agriculture que ne font dix générations de petites écoles où l'on instruit incomplètement un ouvrier sur cinq mille, lequel, s'il a réussi, va confiner son influence dans le recoin obscur de quelque ferme isolée.

Mais cette école supérieure aurait eu encore un effet que l'on ne peut trop regretter. En parcourant les annales de l'agriculture, on est étonné du petit nombre de savants qui ont appliqué leurs connaissances à cette

science. Qu'un propriétaire s'adonne dès son jeune âge aux études scientifiques, entraîné vers quelque objet spécial de recherches, il perdra de vue ses champs, sera géomètre, physicien, chimiste, selon le penchant de son époque. C'est un pur hasard qui fera naître un Duhamel ou un Thaër.

Voulez-vous qu'une branche de connaissance soit cultivée? Créez un intérêt et un devoir pour ceux qui s'y consacreront; ouvrez-leur une carrière, ils s'y engageront et voudront s'y distinguer. C'est ainsi que les professeurs de l'institut agronomique travaillaient, chacun de son côté, à créer, à perfectionner les méthodes de leur enseignement. Chaque année ils lui apportaient un nouveau tribut, et chaque année nous aurions vu diminuer la liste trop nombreuse des problèmes non résolus de la science agronomique. Ainsi, une semblable institution était à la fois un stimulant énergique du progrès scientifique, par ses professeurs et ceux qui auraient aspiré à le devenir, par ses élèves qui l'auraient répandu dans l'opinion et dans la pratique.

On pardonnera cette oraison funèbre de l'institut agronomique à celui qui, ayant accepté la mission pénible de présider à son organisation définitive, ne s'y était décidé que sur des instances pressantes et réitérées qui semblaient lui en garantir la durée.

Ai-je besoin d'avertir que, pour aborder avec fruit l'étude de l'agronomie, il faut posséder les connaissances qui lui servent de point de départ? Une explication deviendrait obscure et interminable s'il fallait commen-

cer par en définir tous les termes, il faut savoir la langue qu'elle emploie pour en profiter. Je ne suis pas très-touché des plaintes de ceux qui trouvent les abords de la science pénibles et difficiles. Il n'y aura toujours que trop de ces ouvrages où l'on cache la difficulté pour n'avoir pas à la résoudre, et où des lieux communs sont présentés à ceux qui croient y trouver de la science, parce qu'ils y trouvent des mots scientifiques, et se croient savants parce qu'ils ont appris à prononcer ces mots sans en comprendre le sens vrai. Je conçois que des livres de pratique locale, des manuels spéciaux, où l'on trace une ligne de conduite pour une situation et des circonstances données, puissent être mis à la portée du grand nombre; ces livres sont utiles et nécessaires et ne doivent pas être considérés comme la science agronomique, de même que l'instruction sur l'exercice de l'infanterie n'est pas un traité de tactique; mais quand il s'agit d'aborder les phénomènes dans leurs généralités, de les observer, de les décrire, de les expliquer quand cela se peut, il est impossible de se passer de tous les instruments de recherches qu'offrent les sciences naturelles et physiques, et c'est se faire une étrange illusion que d'attribuer la moindre valeur pour les progrès de l'agronomie à cette science mise à la portée de tout le monde, qui paraît être la seule que l'on veuille encourager aujourd'hui.

L'agriculture dont je présente ici le tableau n'est pas un simple calque de celle qui est pratiquée dans telle ou telle localité. Après avoir analysé toutes les méthodes connues, j'ai cherché à reconnaître, au moyen de

la synthèse, les principes qu'elles avaient en commun, et puis j'ai demandé à la science la raison de ces principes. Mais quand, en suivant cette marche, on arrive à la racine des faits, on ne tarde pas à voir que les pratiques agricoles prises isolément sont le fruit de tâtonnements péchant par leur base et par leurs détails, des édifices bâtis sans plan, de pièces rapportées, incohérentes, en un mot; que s'il y a quelque chose à en conserver et à perfectionner, il vaut mieux plus souvent bâtir de nouveau après avoir fait place nette. C'est ce qui arrive pour les préparations du sol qui, avant toute culture, doivent le mettre autant que possible à l'abri des intempéries, et dans les conditions les plus propres à l'habitation des plantes; pour les défrichements, les drainages, les irrigations et les autres amendements; pour le choix, la fabrication et la distribution des engrais; pour le choix des forces à employer et celui des instruments qu'elles doivent faire mouvoir; pour l'adoption du système de culture et d'assolement le plus approprié au sol et au climat; pour l'adoption des végétaux à cultiver, de leurs variétés et de leur perfectionnement, pour la simplification des rouages de l'administration et l'intelligence de l'emploi des capitaux; enfin, pour le développement des industries diverses qui se rattachent à la culture, pour la zootechnie, pour la préparation et la fabrication de produits divers.

Et cette révolution qui doit s'opérer dans l'agriculture n'est pas une chimère; elle marche à grands pas de l'autre côté de la Manche. Qui peut voir et entendre sans admiration le courage avec lequel les Anglais ont affronté

la situation périlleuse où les nouvelles lois sur les grains mettaient leur industrie agricole, et comme ils ont cherché immédiatement le remède dans l'application des moyens scientifiques? Ouvrez les recueils de leurs Sociétés d'agriculture, et vous y verrez les ingénieurs, les chimistes, les physiciens, les agriculteurs, combiner leur savoir et leurs efforts, pour mettre, par ses produits, leur belle industrie au niveau de toutes les autres industries. Aussi, de toutes parts, le crédit leur vient en aide et ajoute de nouveaux moyens de succès à ceux qui dépendent de la science.

Et lorsque, détournant nos regards de ce tableau, nous les reportons sur nos champs, quel contraste! quel découragement pour les faibles! mais aussi quelle émulation pour les forts et les courageux, en nous voyant si loin du but dont approchent nos rivaux! Or, quand on a des rivaux et que l'on a du cœur, on ne cherche pas à les entraver et à les combattre, on cherche à les imiter d'abord, et à les surpasser ensuite.

Voilà avec quels sentiments j'ai entrepris d'écrire ce volume et avec quels sentiments je voudrais qu'il fût lu et mis en pratique par mes concitoyens.

PREMIÈRE PARTIE.

NUTRITION DES PLANTES.

CHAPITRE PREMIER.

Définition et limite du sujet de l'ouvrage.

1. L'agronomie est la science qui enseigne les moyens d'obtenir les produits des végétaux de la manière la plus parfaite et la plus économique.

2. C'est une science technologique, puisqu'elle n'a pas seulement pour but de connaître, comme les sciences pures, mais qu'elle a aussi pour but de produire des résultats utiles. C'est la branche technique de la phytologie ou science des végétaux. Mais la phytologie se borne à recueillir ou à faire croître le végétal pour l'observer, l'agronomie fait croître une valeur végétale.

3. La théorie d'une science technologique réunit les

notions et les principes qui complètent la connaissance du sujet sous le rapport de l'application ; notions et principes que la science mère peut avoir négligés, parce qu'elle cherchait seulement à connaître le sujet et que la science technologique veut, de plus, l'utiliser ; ainsi l'agronomie étudie les lois de la végétation applicables aux besoins de l'homme.

4. Au-dessous de chaque science technologique se trouve son application matérielle. Celui qui se dirige d'après les lois de l'agronomie, est l'agriculteur ; celui qui exécute matériellement les principes de l'agriculture, est le cultivateur. Le cultivateur est l'artisan, l'agriculteur est l'artiste, l'agronome est le savant qui ouvre la voie dans laquelle les deux autres doivent marcher. (*Cours d'agric.*, t. V, p. 421.)

5. L'agronome aura rempli sa tâche quand, pénétré des principes de la phytologie, avec le secours des sciences qui ont pour objet les forces, la matière, les capitaux, il aura indiqué les lois de leur réaction mutuelle, pour parvenir à la production la plus utile aux intérêts de ceux qui les mettent en pratique.

6. Pour mettre de l'ordre dans cette étude, nous rechercherons d'abord les faits qui sont communs à toutes les plantes, ce qui nous dispensera de répétitions inutiles dans leur étude particulière ; nous examinerons ensuite ce qui se passe dans la croissance simultanée ou successive de plusieurs générations de la même plante ou de plantes différentes sur le même terrain ; nous montrerons enfin comment doivent être organisées, dirigées, mises en œuvre les forces de diverses natures

que l'on fait concourir à la production, de manière que le maximum de valeur des produits soit le résultat du minimum de valeur des forces employées.

7. Nos devanciers avaient confondu, sous le titre général d'agriculture, la culture des végétaux et l'élevage des animaux, parce que, souvent, les deux industries se trouvent réunies dans les exploitations, s'entr'aidant et se complétant l'une l'autre. Mais elles se trouvent aussi fréquemment séparées, chez les peuples pasteurs qui élèvent sans cultiver, et chez les nations qui cultivent sans élever (la Chine, les nombreuses situations où l'on peut se procurer abondamment des engrais, les cultures maraîchères, les forêts, etc.). Les deux sciences qui s'occupent de ces deux classes de corps organisés, la zoologie et la phytologie, sont encore trop séparées dans leurs procédés pour qu'il soit possible de les confondre dans une même étude. L'étude plus approfondie des principes de la vie tend sans doute à les rapprocher et à réunir un jour dans une synthèse commune la science des corps organisés ; mais cette réunion serait aujourd'hui prématurée, et nous devons conserver la séparation actuelle qui facilite l'étude, jusqu'au temps où l'identité des lois qui régissent la vie animale et la vie végétale sera assez bien constatée et reconnue pour qu'il n'y ait plus qu'une seule physiologie.

8. Cette réserve ne nous empêchera pas de signaler les analogies que nous remarquerons entre les deux règnes. Par exemple, nous trouvons, dès le début, qu'il faut fournir aux végétaux et aux animaux des aliments et une habitation. L'habitation est fixe pour les plantes qui

Il n'ont pas la faculté de la locomotion, et auxquelles il faut choisir une situation qui convienne à leur nature, tandis que les animaux en liberté savent trouver celle qui donne satisfaction à leurs besoins ; et quant aux animaux domestiques, il est facile aussi de les placer dans une habitation convenable et de les soustraire aux intempéries qui leur sont nuisibles, en les faisant changer de place. Dans les deux cas, choisir et fournir les aliments et l'habitation convenables sont les deux premières tâches de l'agronomie comme de la zootechnie.

CHAPITRE II.

De l'alimentation des végétaux.

9. On donne le nom d'aliment aux substances susceptibles d'être absorbées par des organes spéciaux des corps vivants et d'y éprouver des modifications qui les transforment en éléments similaires à ceux de ces corps propres à en augmenter la masse et à les remplacer.

10. En effet, les corps vivants, plantes ou animaux, ne peuvent s'accroître sans recevoir des aliments du dehors; ils ne pourraient non plus se conserver sans ces aliments, car ils éprouvent sans cesse des pertes par l'action de différentes causes qui modifient leurs molécules et les rendent impropres aux fonctions vitales; privées alors de leur caractère organique, ces molécules sont évacuées par différentes voies sous forme de déjections, ou bien, passant à l'état gazeux, elles sont dispersées dans l'atmosphère.

11. On a défini les végétaux des êtres organisés qui peuvent se nourrir de matières qui n'ont pas vécu, par

opposition aux animaux qui ont pour aliments des matières qui ont eu vie (Aug. Comte). En effet, les végétaux peuvent assimiler des substances purement inorganiques. Avec de l'ammoniaque ou des nitrates, de l'eau, de l'acide carbonique, des phosphates et quelques autres sels, ils peuvent créer de toutes pièces des substances organiques, de la cellulose, de l'amidon, du gluten, de l'albumine, etc., mais seulement au contact de corps organiques vivants et analogues, préexistants dans le végétal. Les animaux ne peuvent vivre que de choses ayant déjà vécu sous forme animale et végétale et qu'ils modifient en se les assimilant. Les herbivores ne vivent que par l'existence du règne végétal, et les carnivores qui se nourrissent des herbivores, sont aussi sous la dépendance médiate de l'existence de ce règne.

12. Mais il faut ajouter que si au lieu de principes inorganiques ou minéraux, on fournit aux plantes des principes organiques, leur vie en reçoit un accroissement d'énergie, et elles les convertissent en leur propre substance au moment où, par les actions chimiques, les éléments de ces principes se désagrègent et se présentent à l'état naissant à leurs organes. On sait que les végétaux prospèrent sous l'influence des engrais composés de matières animales ou végétales, tandis qu'ils n'ont qu'une vie languissante, s'ils n'ont à leur disposition que les matières minérales, l'eau et les gaz de l'atmosphère.

13. Les plantes vivent dans deux milieux, la terre (ou l'eau pour les plantes aquatiques) dans laquelle elles plongent leurs radicules, et l'air dans lequel s'élé-

vent leurs tiges(1). C'est donc généralement dans la terre et dans l'air que doivent se trouver les aliments des plantes cultivées. Elle les absorbe par l'extrémité de leurs racines dans leur milieu inférieur; et par les pores de leurs feuilles dans l'air, leur milieu supérieur.

14. Quelques différences entre la nutrition des végétaux et des animaux ont donné à des naturalistes une extrême répugnance à qualifier du nom d'aliments les substances nourricières des végétaux. Mais ces différences sont plus apparentes que réelles, et ici encore nous trouvons les éléments d'une synthèse qui, plus tard, réunira dans une seule théorie toute la physiologie des corps vivants. Les pores qui absorbent la nourriture sont extérieurs (les racines) chez les végétaux; ils sont intérieurs et placés sur le tube digestif des animaux. Il devait en être ainsi : les végétaux étant privés de la faculté locomotive pouvaient avoir à l'extérieur le réservoir de leurs aliments; mais les animaux devaient le porter avec eux dans leurs mouvements. Les estomacs, les intestins, représentent pour eux le sol dans lequel aboutissent les vaisseaux absorbants, comme les spongioles des racines aboutissent au sol; il se passe seulement dans les organes digestifs des animaux quelques actes préliminaires de transformations qui, chez les végétaux, s'accomplissent dans leurs tissus.

(1) Sauf des exceptions pour les plantes aériennes, qui n'ont besoin que d'un support et vivent entièrement dans l'air humide, et les plantes parasites, dont les racines s'implantent dans le tissu des plantes vivantes.

15. Parmi les substances qui se trouvent dans la terre et dans l'air, quelles sont celles qui sont vraiment alimentaires pour les végétaux? Telle est la première question que nous ayons à résoudre. Le jeune animal trouve dans l'œuf ou dans le lait la nourriture de son jeune âge, qui pourrait être aussi celle de toute sa vie; ne pourrait-on pas en induire que la nourriture préparée dans la semence pour la jeune plante, avant qu'elle puisse atteindre les substances extérieures, est aussi l'aliment normal du végétal adulte?

16. Le lait contient une quantité variable d'eau; à l'état sec, il renferme, savoir (1) :

	VACHE.	CHÈVRE,	BREBIS.	ANESSE.	JUMENT.	FEMME.
Beurre..	258	316	497	145	61	391
Sucre de lait..	547	214	234	617	657	555
Caséine.	212	275	217	58	91	27
Albumine.	97	106	92	149	162	105
Sels..	56	29	50	51	46	14
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Ainsi deux substances ternaires, le beurre et le sucre de lait, faisant fonctions d'aliments respiratoires : deux substances quaternaires ou azotées, la caséine et l'albumine, aliments plastiques, et des sels; telle est l'alimentation normale des mammifères, qui seule peut suffire à leur développement et à l'entretien de leurs forces.

(1) Doyère, *Annales de l'Institut agronomique*, p. 252 et suiv.

17. Le grain de blé, que l'on peut regarder comme l'œuf et le lait de ce végétal, renferme :

Graisse..	20	}	800
Amidon.	780		
Gluten..	170	}	190
Albumine.	20		
Sels..			10
			<hr/> 1,000

Ici encore deux substances ternaires et deux quaternaires ou azotées, presque dans la proportion où ils se trouvent dans le lait de la femme et l'œuf des oiseaux. L'analyse d'autres graines nous donne des principes analogues variables dans leur proportion. Ainsi, la matière grasse compose la moitié du poids de la graine de sésame. Mais n'y a-t-il pas aussi des différences considérables dans la composition du lait des différentes espèces d'animaux : 64 de beurre dans le lait de jument sur 1000 parties, 407 dans celui de brebis?

18. Quant aux matières minérales, le lait renferme des phosphates de chaux, de magnésie, de fer, de soude; du chlorure de sodium, du carbonate de soude; et le grain de blé des sulfates, des phosphates de chaux, de magnésie, de potasse, de soude, des chlorures et de la silice. Les seules différences consistent dans la présence du soufre, que l'on ne trouve pas dans le lait, mais qui se rencontre dans les œufs, et dans la prédominance de la potasse sur la soude dans les végétaux, tandis que la soude est le principe alcalin particulièrement propre aux animaux.

19. D'après ces rapprochements, on est bien tenté de penser que les substances qui composent la nourriture

des jeunes plantes dans leurs semences, sont aussi celles qui conviennent à leur âge adulte. La grande ressemblance de composition du lait de femme et de la semence de froment, qui, l'une et l'autre, peuvent servir à la nourriture complète de l'homme, ajoute à la force de cette induction, surtout si l'on considère que les semences sont la meilleure nourriture que l'on puisse fournir aux plantes développées et que, par exemple, la graine de lupin, privée de la faculté germinative par l'action de l'eau bouillante, est reconnue comme un excellent engrais.

20. Mais on voulait quelque chose de plus qu'une probabilité, et l'on s'est dit que le végétal devant en définitive être composé des substances qui avaient servi à le nourrir, son analyse donnerait la formule de son alimentation. Cette analyse nous montre qu'en effet les corps organisés, les plantes aussi bien que les animaux, ne sont que de l'air condensé avec une certaine proportion de matières minérales. En réunissant la composition d'un grand nombre de plantes on trouve, par exemple, que dans leur ensemble les 0.95 de leur substance solide sont composés des quatre corps : carbone, hydrogène, oxygène et azote, et que 0.05 consistent dans des sels ou minéraux. Ainsi la composition moyenne des végétaux est représentée de la manière suivante :

	Plante entière.	Racines.	Tiges.	Graines.
Carbone..	46.4	43.4	46.9	47.4
Hydrogène..	5.6	5.7	5.3	6.0
Oxygène.	41.1	43.4	39.6	41.1
Azote..	1.6	1.6	1.0	2.6
Sels minéraux ou cendres.	5.3	5.9	7.2	2.9
TOTAUX.	100.0	100.0	100.0	100.0

Ces éléments ne sont pas également répartis dans toutes les parties du végétal, et diffèrent encore plus d'une espèce végétale à l'autre, même d'un individu à l'autre, selon les circonstances extérieures dans lesquelles la plante se trouve placée; on voit cependant d'une manière constante la proportion de carbone augmenter, par rapport à celle de l'oxygène, des racines dans les graines et des graines dans les tiges; l'azote est plus abondant dans les organes les plus jeunes, et semble se retirer de ceux dont la vie est moins énergique. Mais à ces différences près, on retrouve toujours les mêmes éléments dans toutes les plantes.

21. On n'y trouve pas moins constamment, dans les matières fixes ou cendres, des acides carbonique, sulfurique, phosphorique, et du chlore, de la chaux, de la magnésie, de la potasse, de la soude, de la silice et du fer; dans plusieurs espèces de végétaux, du soufre, de l'acide nitrique.

22. Enfin, la première substance que nous avons dû commencer à dégager dans la plante pour effectuer ces analyses, c'est l'eau. On ne peut conserver une plante vivante privée d'humidité.

23. Eh bien! que prouvent les analyses? Que toutes ces substances se trouvent dans les plantes? Cela n'est pas douteux. Mais démontreraient-elles aussi qu'elles leur sont toutes indispensables, que sans elles la végétation ne saurait avoir lieu? Non, sans doute, car toutes ces substances se trouvaient dans le sol où la plante végétait, et l'expérience a prouvé que les suçoirs des racines admettent toute substance dissoute dans l'eau, fût-elle même un poison.

24. Si l'on compare les cendres de deux sujets d'une même espèce qui ont crû dans des terrains de nature diverse, on trouve qu'elles diffèrent considérablement entre elles, de sorte qu'il est évident que la nature du terrain a une influence considérable sur celle des cendres, sans que toutefois la vitalité de la plante en paraisse affectée; et d'un autre côté, si l'on compare les cendres de deux végétaux d'espèces différentes crûs sur le même terrain, on trouve que les cendres ont des rapports remarquables entre elles, pourvu que ces végétaux ne soient pas de genres trop séparés, car s'ils ont peu d'analogie botanique, les cendres se ressemblent moins. M. Berthier remarque, à ce sujet, que des arbres croissant dans des terrains argileux renferment beaucoup de chaux, tandis que les cendres d'un froment cultivé sur un sol calcaire n'en contiennent presque pas (1).

25. Ainsi l'analyse la plus exacte prouve seulement que les substances qu'elle découvre font partie du végétal analysé, mais sans démontrer qu'elles lui sont indispensables : elle manifeste la tendance des plantes à s'emparer de préférence de telle ou telle de ces substances et d'en épuiser plus rapidement le sol. Sous ce rapport elle a un résultat pratique fort avantageux, en ce qu'elle indique la balance à établir dans les cultures pour ménager les différentes ressources du terrain. C'est d'après cette dernière considération que Liebig a divisé les

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture*, 1852, Analyse des cendres.

plantes, selon l'absorption prédominante qu'elles font des sucs de la terre, en plantes à potasse, qui renferment, en sels alcalins solubles, plus de la moitié du poids de leurs cendres, telles que le maïs, les navets, les betteraves, les pommes de terre, le topinambour, etc., les plantes à chaux où les sels calcaires prédominent, telles que le tabac, les pois, le trèfle, etc.; et les plantes à silice dont les cendres contiennent beaucoup de silice, elles que les pailles de graminées (1).

26. Mais le moyen le plus naturel de connaître les véritables aliments de la plante, serait de consulter l'expérience. En mettant au contact de ses organes aériens ou radicellaires les substances dont on voudrait connaître les propriétés alimentaires, ou en les en privant complètement, on pourrait constater les effets de leur présence et de leur absence sur la santé et le développement du végétal. Nous n'avons pas toujours ces expériences directes, mais à défaut cherchons à leur suppléer par les faits d'observation.

27. L'observation la plus vulgaire nous montre d'abord que l'eau est un élément indispensable pour les plantes. Elles périssent rapidement dans un milieu complètement sec, elles ne germent et ne s'accroissent que sous l'influence de l'humidité.

28. Le carbone est un corps fixe, insoluble dans l'eau, qui, par conséquent, ne peut être absorbé par les plantes dans son état de pureté; mais combiné à l'oxygène et for-

(1) *Chimie végétale.* § 131.

mant de l'acide carbonique, il peut être absorbé par les racines, dissous dans l'eau, ou bien, à l'état gazeux, il peut être saisi par les stomates des feuilles.

29. Ruckert avait cru remarquer que des plantes arrosées avec de l'eau chargée du tiers de son volume d'acide carbonique, végétaient plus vigoureusement que celles arrosées d'eau pure; cette expérience ne réussit pas à Théodore de Saussure (1). Répétée par nous et par M. Lassaing, elle a donné raison à l'un et à l'autre de ces auteurs : l'apparence extérieure de la végétation est plus belle dans les plantes arrosées d'eau chargée d'acide carbonique; mais son poids final est exactement le même que celui des plantes arrosées avec de l'eau pure.

30. Il en est autrement de l'acide carbonique mêlé à l'atmosphère. Des expériences de Théodore de Saussure (2) ont constaté que les plantes prospèrent constamment mieux dans un air qui contient jusqu'à $\frac{1}{12}$ de son volume d'acide carbonique, quand la végétation a lieu sous l'influence de la chaleur lumineuse, mais qu'à l'obscurité, la plus petite dose de ce gaz leur est nuisible.

31 Cette différence remarquable dans les effets de la lumière et de l'obscurité sur les effets de l'acide carbonique nous oblige à entrer dans quelques détails sur la respiration des plantes. Chez elles cette fonction ne diffère pas autant de la respiration animale qu'on avait

(1) *Recherches sur la végétation*, p. 28.

(2) *Ibid.*, p. 30 et suiv., 225.

paru le croire; les plantes respirent de l'oxygène qui brûle le carbone du végétal, et l'exhalent sous forme d'acide carbonique; c'est ce qui a lieu pour les plantes qui sont dans l'obscurité.

52. Mais à la lumière, le gaz acide carbonique exhalé disparaît, comme celui qui est naturellement mêlé à l'air, et il ne reste que de l'oxygène; on pourrait donc croire que, dans cette circonstance, le végétal inspirerait de l'acide carbonique en exhalant de l'oxygène, à l'inverse de ce qui se passe à l'ombre.

53. C'est ce qui paraît être une illusion. D'abord les parties vertes des végétaux pourvues de chlorophylle sont les seules qui inspirent l'acide carbonique; quant à celles qui en sont dépourvues, les fleurs, les tiges, les racines, les graines en germination, les champignons, les parasites, elles inspirent de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique à la lumière comme à l'obscurité. Il est aisé de s'assurer que tout se passe de la même manière dans les feuilles et les autres parties vertes, en faisant végéter les plantes en vase clos, en présence d'une surface d'eau de baryte. Ce liquide absorbe l'acide carbonique à mesure qu'il est exhalé par la plante, et l'on peut en doser la quantité ainsi que celle de l'oxygène disparu.

54. L'acte respiratoire continue ainsi pendant toute la vie du végétal, mais quand il est frappé par la lumière et d'autant plus que la température est plus élevée, un autre acte, celui d'une absorption alimentaire, se joint à celui de la respiration. Sous l'influence lumineuse les stomates s'emparent de l'acide carbonique qui se

trouve en contact avec la chlorophylle, substance dont la composition est très-semblable à celle du sang (1); on peut croire que l'hématosine qui en fait partie décompose l'eau en produisant de l'hydrogène, réduit l'acide carbonique, s'empare d'une portion de l'oxygène et livre le carbone à des réactions qui produisent la grande quantité de graisse qui se trouve dans la chlorophylle et à la surface des feuilles. C'est ainsi que peut s'expliquer le phénomène. La prédominance de l'action nutritive réductive sur l'action respiratoire quand elle se fait sous l'impression de la lumière, fait disparaître l'acide carbonique, augmente le volume relatif de l'oxygène et semble avoir interverti les fonctions du végétal.

55. La faible dose d'acide carbonique que renferme naturellement l'air est accrue autour de la plante, par celui qui résulte de la combustion du carbone par l'oxygène dans l'acte respiratoire, et par celui qui est puisé dans le sol par les racines, et qui est exhalé par l'acte de l'évaporation.

56. Les parties de végétal pauvres en chlorophylle, ou qui en sont dépourvues, ne peuvent végéter dans une atmosphère privée d'oxygène. Les graines n'y germent pas; les bourgeons des tiges non feuillées, les boutons de fleurs détachés de la tige ne s'ouvrent pas, et entrent en putréfaction; il en est de même des racines qui plongent dans une eau croupissante, où

(1) Verdeil, *Compte rendu de l'Académie des Sciences*, t. xxxiii, p. 689.

une espèce de fermentation consomme tout l'oxygène dissous. Cependant tous ces phénomènes ont lieu en présence de l'air atmosphérique (1); c'est que la privation d'oxygène asphyxie les plantes comme les animaux.

Les végétaux munis de feuilles vivent dans le gaz azote, l'hydrogène, l'oxyde de carbone; mais c'est en se formant, par la réduction de leur acide carbonique, une atmosphère d'oxygène qui suffit à leur respiration. Cependant ils n'y ont jamais qu'une végétation languissante et peu prolongée (2).

37. C'est sans doute à l'inhalation de l'oxygène que l'on peut attribuer la formation des acides végétaux. Liebig remarque que les feuilles du *cotyledon calycina*, du *cacalia ficoïdes*, et d'autres plantes encore qui, le matin, sont acides comme l'oseille, ne présentent pas d'acidité à midi, et se trouvent amères le soir. Il s'opère une oxygénation pendant la nuit, tandis que le jour, et surtout vers le soir, il s'établit une désoxygénation; l'acide se transforme alors en matières qui renferment l'hydrogène et l'oxygène dans la même proportion que dans l'eau, ou bien une proportion encore moindre d'oxygène, ce qui produit les matières insapides et amères de la plante (3).

38. Tels paraissent être les effets directs de l'oxygène dans la nutrition des plantes; mais si l'on songe que la

(1) Saussure, p. 195 et 80.

(2) Saussure, p. 197 et 209.

(3) Liebig, *Chimie végétale*, p. 33.

fermentation ne s'accomplit que par son moyen, et que c'est principalement par elle que les matières organiques peuvent devenir solubles, et par conséquent alimentaires pour les végétaux, on comprendra combien la présence de l'oxygène est essentielle pour la vie des plantes, combien il est important aussi que ce gaz circule autour d'elles ou de leurs racines, pour qu'après avoir commencé à former de l'acide carbonique, il puisse le chasser, le remplacer, et continuer une action que la présence de cet acide arrêterait.

39. L'hydrogène est partie intégrante de tous les organes végétaux ; mais les plantes ne l'inspirent pas, et c'est sans doute par la décomposition de l'eau qu'il parvient dans le végétal. Une expérience d'Edwards et Collins indique que cette décomposition est l'effet d'un acte de végétation. Ils faisaient subir un commencement de germination à des fèves placées sous l'eau, et, recueillant les gaz, ils trouvaient que l'acide carbonique s'y rencontrait en un volume huit fois plus fort que la petite quantité de cet acide mêlé à l'eau. L'oxygène qui avait servi à le former avait donc été produit par la décomposition de l'eau, et comme l'hydrogène ne se retrouvait pas dans le gaz recueilli, il fallait donc qu'il eût été absorbé par la graine.

40. Il y a peu d'années encore, on regardait la présence de l'azote comme spéciale à la composition des tissus animaux, et devant les distinguer des matières végétales. Les dégagements de matières ammoniacales, que l'on observait en brûlant les plantes, passaient pour des exceptions propres à certaines espèces. Les cham-

pignons, par exemple, étaient considérés comme étant sur la limite du règne animal ; leur respiration, analogue à celle de ce règne, et ne présentant pas la prétendue anomalie que la chlorophylle produit dans les plantes qui en sont pourvues, ajoutait encore à ce rapprochement. Mais lorsque Gay-Lussac (1) eut montré que toutes les semences contenaient de l'azote, et quand, poursuivant ces recherches dans les autres organes, M. Payen en eut trouvé dans tous, sans exception, d'autant plus abondamment que les tissus étaient plus jeunes et doués d'une plus grande énergie vitale (2), il fallut bien reconnaître que l'azote était un élément essentiel à la composition des végétaux.

41. Nous croyons à une physiologie générale. En voyant que les animaux n'assimilent pas l'azote à l'état gazeux, nous avons un grand penchant à admettre que les végétaux ne l'assimilent pas non plus.

Priestley, puis Ingenhousz, avaient cru reconnaître que les plantes qui végétaient dans le gaz azote lui faisaient subir une diminution. De Saussure, répétant cette expérience avec les mêmes procédés, et en la prolongeant beaucoup plus, ne reconnut que la soustraction du gaz oxygène de l'air, sans apercevoir aucune diminution dans le gaz azote (3). Les expériences de Senebier et de Woodhouse confirmèrent cette assertion.

(1) *Annales de Chimie*, t. LIII, p. 110.

(2) *Mémoires des savants étrangers*, t. VIII, p. 163 et suiv.

(3) *Recherches sur la végétation*, p. 205.

M. Boussingault entreprit une série d'expériences où, comparant la composition des graines avec celle des plantes récoltées dans une terre complètement privée de matières organiques, mais à l'air libre, il trouva une augmentation dans le poids de l'azote des plantes sur celui des semences, excepté pour celles de la famille des graminées. Mais il se garda de se prononcer d'une manière absolue sur l'absorption directe de l'azote gazeux, et il fit remarquer qu'on pourrait aussi attribuer cet azote en excès à l'ammoniaque contenuë dans l'air ou à une formation d'ammoniaque provenant de l'action de l'hydrogène à l'état naissant sur l'azote libre (1). Dans ces derniers temps, reprenant ces expériences dans des récipients fermés, il a constaté, par de nombreux résultats, que toujours la quantité d'azote de la plante était inférieure à celle de la graine, et qu'ainsi elle n'absorbe aucune partie de celle de l'atmosphère (2).

En vain dirait-on que, dans un air confiné et saturé d'humidité, la plante ne végète pas d'une manière normale ; sa végétation, pour être affaiblie, ne pourrait pas perdre complètement et dans tous les cas sa faculté d'absorption et d'assimilation pour un des éléments de son atmosphère, et tandis qu'elle continuerait à inspirer de l'oxygène, elle ne pourrait se trouver privée tout à coup et entièrement de la faculté d'absorber

(1) *Économie rurale*, t. 1, p. 67 et suiv.

(2) *Comptes rendus*, mars 1854, p. 580.

l'azote, si cette absorption était une nécessité de son existence.

42. Il en est tout autrement si l'on met des gaz ammoniacaux à la portée des plantes. L'effet des fumiers est connu depuis longtemps : l'on sait qu'ils sont d'autant plus favorables à la végétation qu'ils contiennent plus d'ammoniaque, et ce fait semblerait suffisant pour établir le rôle important de cette substance dans la nutrition des plantes; mais comme on pourrait attribuer l'heureuse influence des fumiers et des autres engrais au carbone, aux sels, aux substances diverses qu'ils contiennent, il était bon d'en avoir une démonstration plus directe. Davy, ayant constaté que la fermentation du fumier produit une vapeur qui contient de l'acétate et du carbonate d'ammoniaque, la fit passer sous un gazon sur lequel la végétation se développa avec beaucoup plus de vigueur que sur les parties qui n'étaient pas sous cette influence; ensuite M. Ville, mêlant à l'atmosphère des plantes des vapeurs ammoniacales, à la dose de $\frac{1}{10000}$, a plus que doublé la production en paille et en grain, ainsi que la richesse en azote de leur composition; à une dose plus forte d'ammoniaque, on risque de détruire la plante (1). Il est donc impossible de douter que l'ammoniaque ne soit un des aliments les plus utiles aux végétaux.

43. De Saussure avait reconnu le premier que le sulfate d'alumine se convertissait en alun ammoniacal au

(1) *Comptes rendus*, t. xxxv, p. 650.

contact de l'air; Vauquelin avait observé que la rouille de fer qui se formait dans les habitations contenait de l'ammoniaque; puis Austin annonça qu'il y avait formation d'ammoniaque lors de l'oxydation du fer au contact de l'eau et de l'air atmosphérique, et Chevalier montra que cette ammoniaque n'était pas empruntée à l'air, mais se formait de toutes pièces lors de cette oxydation (1). Or, dans l'acte d'absorption de l'air effectuée par les stomates des feuilles en présence de la lumière solaire, nous avons dit [34] que peut-être l'hématosine, substance dont le fer est un des composants, décomposait l'eau et produisait de l'hydrogène à l'état naissant : celui-ci devrait, en se combinant avec l'azote de l'air, comme dans tous les cas de l'oxygénation du fer, produire de l'ammoniaque, qui, absorbée à son tour, pourrait contribuer à la nutrition de la plante. Cette nutrition serait d'autant plus active, que la plante serait plus verte et que, par conséquent, la chlorophylle serait plus abondante. De plus, de pareilles oxydations auraient lieu à la surface du sol qui contient de l'oxyde de fer, ou dans le terreau en état de fermentation, circonstances qui toutes doivent aussi produire de l'ammoniaque.

44. Ce n'est pas seulement sous forme d'ammoniaque que l'azote est introduit avec avantage dans les plantes; c'est aussi sous forme d'azotates (nitrates). En comparant les effets de ces sels à ceux des sels ammoniacaux,

(1) *Annales de Chimie*, t. xxxiv, p. 109.

M. Kuhlmann a montré qu'ils agissent, relativement à ces derniers, dans une proportion plus grande que celle de leur azote respectif, et que cette action a lieu par le moyen de la décomposition de l'acide azotique, dont l'azote forme de l'ammoniaque en s'unissant avec l'hydrogène naissant, comme cela arrive, par exemple, dans le cas de la fermentation putride; et si l'on considère ensuite quelle est la volatilité des sels ammoniacaux, si l'on remarque que l'ammoniaque provenant des azotates ne se forme que graduellement et peut être absorbée à mesure par les plantes, on comprendra que l'effet des azotates soit plus grand que celui du carbonate d'ammoniaque relativement à leur azote respectif (1). M. Kuhlmann a montré aussi comment l'ammoniaque de l'air pouvait être convertie en nitrate (2).

45. Le soufre entre comme partie constituante dans la composition des plantes, d'abord sous forme de sulfate, comme on peut s'en assurer en traitant par la baryte leurs sucs, leur sève, et l'eau où on les fait macérer. De plus, il est aussi partie constituante des modifications de la protéine connues sous le nom d'albumine, de caséine, de légumine, de gluten, jusqu'à la dose de 1 équivalent par 25 équivalents d'azote (3). Sa présence se manifeste, lors de la putréfaction des matières organiques, par la production de gaz hydrogène sulfuré. Ces corps protéiques se trouvent dans les divers organes

(1) Kuhlmann, *Expériences*, p. 45.

(2) *Ibid.*, p. 5 et suiv.

(3) Liebig, *Chimie agricole*, p. 88.

des végétaux, et d'autant plus abondamment que ces organes ont plus de vigueur, plus de jeunesse, qu'ils sont plus en voie de développement. Le rôle physiologique du soufre paraît tellement marqué, qu'on pourrait presque en conclure déjà que le soufre est un élément nécessaire au végétal.

46. On trouve aussi des sulfates dans les fluides qui circulent dans les plantes, et dans les parties qui constituent leur squelette, et qui lui donnent leur forme et leur solidité sans participer à leur vie active. On ne pourrait pas déduire de ce dernier fait que les sulfates fussent indispensables, car on conçoit qu'ils pourraient être suppléés par tout autre sel susceptible de produire la solidité qu'ils communiquent au végétal.

47. Enfin, certaines plantes contiennent une huile essentielle, abondante en soufre; tels sont un grand nombre de crucifères : la moutarde noire, le cochléaria, le cresson, le raifort; puis les plantes alliées et beaucoup d'autres. Comme ces huiles sont en plus ou moins grande quantité selon le climat et le sol où les plantes sont cultivées, on pourrait dire encore que leur présence n'importe pas absolument à la vie végétale, qu'elles peuvent être considérées comme une excrétion, dont les plantes seraient dispensées, si elles n'avaient pas de soufre à absorber.

48. C'est donc seulement par des expériences directes que nous pouvons être conduits à reconnaître l'utilité du soufre dans l'alimentation végétale. Or voici ce que les faits nous apprennent : Si l'on répand une dose assez faible de plâtre pulvérisé (200 à 500 kilog.) sur

un hectare de luzerne, de trèfle, de sainfoin, les plantes prennent dans certains cas un développement double; les feuilles sont plus nombreuses, plus larges, d'un vert plus foncé; les racines participent à cet accroissement des autres organes.

49. Les deux circonstances principales qui assurent l'effet du plâtre ou sulfate de chaux sont d'abord sa spécialité pour certaines plantes. Tandis que la plupart des légumineuses, et d'autres végétaux tels que le chou, le colza, la navette, le chanvre, le lin, le sarrasin, le maïs, en ressentent une sensible amélioration, et que cette liste est sans doute bornée faute d'avoir expérimenté sur d'autres plantes, le plâtre ne produit aucun effet sur les graminées.

50. La seconde circonstance caractéristique, c'est que le plâtre n'agit pas sur tous les terrains. On avait cru d'abord qu'il n'était applicable qu'à ceux qui manquaient de calcaire, et qu'ainsi il pouvait n'agir qu'en fournissant graduellement et avec mesure cette substance aux plantes; mais alors son effet se serait manifesté sur toutes les espèces végétales qui éprouvent une amélioration marquée de l'application de la marne et de la chaux, et l'on sait que les graminées sont de ce nombre; ensuite, il y a longtemps que l'on a montré que le plâtre agissait très-bien sur les terrains calcaires (1) et que nous avons prouvé nous-même qu'il opérerait très-bien sur des terres qui contiennent 20 p. 100

1) Arthur Young, t. xvi, p. 387; Rieffel, *Agr. de l'Ouest*, t. III, p. 18.

et plus de chaux (*Cours d'agr.*, t. I, p. 89). Mais, jusqu'à présent, les terrains sur lesquels le plâtre était utile et dont nous avons examiné un grand nombre, ont toujours manqué de sulfate. Ce n'est donc pas par l'élément calcaire qu'il agit sur la végétation.

51. On cessera d'en douter, quand on saura que M. Isidore Pierre a obtenu les mêmes résultats du sulfate de chaux, du sulfate de soude et de celui d'ammoniaque (1). Nous concluons donc, avec H. Davy, que le plâtre agit par son soufre, qui, au moins pour certaines plantes, est un aliment utile, sinon nécessaire.

52. En outre, le plâtre a l'avantage de fixer l'ammoniaque sous une forme moins volatile. Il se convertit en partie en sulfate d'ammoniaque et en carbonate de chaux dans les terrains humides, et il devient effervescent avec les acides, peu de temps après avoir été répandu sur le sol, en recueillant l'ammoniaque soit des carbonates qui se dégagent du terreau et des fumiers, soit aussi de ceux qui sont répandus dans l'atmosphère.

53. Ainsi que le soufre, le phosphore combiné avec la protéine concourt à former les substances albuminoïdes [45]. L'acide phosphorique, associé à différentes bases, fait partie de plusieurs organes des plantes et se trouve entre autres dans toutes les graines; son absence dans le sol se fait sentir sur tous les végétaux. On assure avoir observé que les prairies consacrées depuis

(1) *Annales agronomiques*, t. I, p. 604.

longtemps aux vaches laitières, et qui sont dépouillées de cet élément par l'exportation de leur lait, qui en contient beaucoup, s'appauvrissent graduellement, finissent par devenir stériles, et qu'on leur rend la fertilité par l'application de poudre d'os, de cendres et de tout autre engrais contenant des phosphates, tandis que les engrais purement azotés n'y produisent pas d'effet. Ce fait, attesté par des hommes sérieux, n'a pas encore été observé scientifiquement, et ne peut pas être donné comme une preuve suffisante; non plus que l'opinion où était H. Davy, que le sol de la Sicile ne produisait plus les mêmes récoltes de blés citées par les anciens, à cause de l'exportation constante de ces grains que l'analyse chimique a démontrés depuis être très-riches en phosphates.

54. Mais des expériences directes mettent hors de doute l'utilité des composés phosphoriques dans les végétaux. M. Lassaigne a montré que le sous-phosphate de chaux dissous dans de l'eau saturée d'acide carbonique, qui en prend les 0.00075 de son poids, donnait aux plantes de blé qui en étaient arrosées une verdure plus intense, plus vigoureuse; leur hauteur était à celle des plantes arrosées par les eaux saturées du même acide carbonique sans phosphate dans la proportion de 100 à 70, et les poids à l'état sec étaient comme 195 : 153 (1). Il a montré aussi qu'un litre d'eau tenant en dissolution $\frac{1}{12}$ de sel marin peut dissoudre 0.355 de sous-phosphate de chaux; l'action dissolvante du chlorhydrate d'ammo-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. xxvii, p. 73.

niaque est encore plus grande que celle du chlorure de sodium (1). De nombreuses expériences faites en grand avec les substances qui contenaient du phosphate de chaux, telles que les os, les cendres, le noir animal, etc., ont mis hors de doute l'importance de cette substance, et la nécessité de son application aux terrains qui n'en contiennent pas naturellement. En général, les phosphates calcaires accompagnent le carbonate de chaux dans les terres.

55. Les cendres des végétaux contiennent presque toujours des chlorures, mais constamment en quantité inférieure à celle des autres sels, même dans les plantes dont la nature est de croître sur les terrains salés. Quand les plantes salifères sont cultivées sur des terrains qui ne contiennent pas de sel marin, elles n'en ont pas une dose plus considérable que les autres plantes et ne paraissent pas en souffrir, pourvu que les autres sels à base alcaline ne leur manquent pas. Cette espèce d'indifférence des végétaux sur la nature de certains sels, ce niveau des chlorures montant ou baissant aussi considérablement dans la même espèce végétale, sans que sa végétation paraisse en être affectée, semble nous refuser tout moyen de savoir si le chlore, en si petite quantité qu'on le veuille, est essentiel à la nourriture des plantes. Une expérience, qui malheureusement n'a pas été assez suivie et répétée, nous ferait pencher pour la négative. On a soumis des plantes semées dans un ter-

(1) *Journal de Chimie médicale*, t. IV, 3^e livr., p. 390.

rain calcaire à des arrosements d'eau pure d'un côté, d'eau additionnée de chlorure de calcium d'un autre côté, et enfin, d'un autre côté encore, d'eau avec du chlorure de sodium (sel marin). On n'a remarqué aucune différence entre les deux premiers lots, le troisième a manifesté une couleur verte plus foncée, les plantes sont restées plus trapues, effet bien connu du sel marin. Ce serait donc la soude qui agirait en pareil cas et non le chlore.

56. On ne pouvait pas signaler la présence de l'iode dans l'air ou dans les eaux, sans le trouver aussi dans les plantes, c'est bien ce qu'a fait M. Chatin. Mais il y a tant de variations entre les quantités trouvées dans la même espèce, que l'on ne peut y voir jusqu'à présent qu'une substance soluble absorbée, en cette qualité, par les plantes et n'ayant aucun effet sensible sur elles.

57. La silice, le plus souvent combinée avec un alcali, est déposée à la surface des feuilles et des tiges, à mesure de l'évaporation qu'y éprouve la sève. Si on lave la plante, surtout après quelques jours de sécheresse, on précipite, au moyen d'un acide, de la silice gélatineuse de la solution. Les pluies en dissolvant cette incrustation des feuilles, en débarrassent leurs pores et produisent un effet bien plus sûr que l'irrigation seule, qui n'atteint que le bas des tiges. Les horticulteurs y suppléent en faisant tomber l'eau en gouttelettes sur les feuilles (le *bassinage*). Il semblerait donc que la silice, transportée par la sève et si promptement excrétée, comme si le végétal cherchait à se débarrasser d'un

corps nuisible, ne devrait pas être considérée comme un véritable aliment pour les plantes.

58. Cette conclusion serait hasardée. Outre les silicates excédants, qui sont ainsi entraînés au dehors par l'évaporation, une autre partie d'entre eux remplit une fonction physiologique réellement importante, en entrant dans la composition de l'épiderme des plantes; celui de plusieurs espèces paraît même en être constitué presque en entier; tel est ce tissu solide et brillant qui assure la solidité des tiges des graminées. La silice entre pour les $\frac{50}{100}$ dans les cendres de la tige du bambou, pour les $\frac{45}{100}$ dans celle du froment, les $\frac{65}{100}$ de celle du seigle, les $\frac{69}{100}$ de celle de l'orge (*Cours d'agriculture*, t. I, p. 62), et quand la silice manque à ces plantes, leurs tiges restent molles, soutiennent mal l'épi et versent à l'époque de la fructification, surtout dans les espèces et les variétés de céréales dont le ligneux n'est pas abondant et épais. Cette propriété de la silice de former comme la cuirasse des graminées, plantes si utiles et si généralement cultivées, lui assigne un rôle important dans leur alimentation.

59. Cette induction physiologique semble avoir été confirmée par l'expérience. Deux touffes de blé ont été placées sous une vaste cloche, dans un sol entièrement composé de carbonate de chaux, débris de marbre pulvérisé, et ne contenant pas trace de silice, auquel on a ajouté 0.0002 de son poids de nitrate de soude. La première touffe a été arrosée avec de l'eau distillée, la seconde avec l'eau distillée dans laquelle on avait placé du sable, et qui était aiguisée par deux millièmes de son

poids de potasse. Les tiges de la première ont été constamment faibles et inclinées, tandis que celles de la seconde se maintenaient droites et fermes. Les cendres de la première ont donné quelques traces de silice provenant probablement des semences, celles de la seconde ont donné une quantité sensible de silice. Cette expérience devrait être renouvelée plus en grand, de manière à obtenir des quantités de résidus plus susceptibles d'être appréciés par la balance.

60. En terminant la série des corps qui jouent le rôle d'acides, et avant de commencer celle des corps qui agissent comme bases dans leurs combinaisons, nous devons dire quelques mots d'une hypothèse sur laquelle Liebig a voulu fonder toute une théorie de physiologie végétale. On sait que la sève qui, dans une jeune plante dépourvue de feuilles, ne contient aucun acide végétal, quand elle s'oxygène dans l'acte de la respiration, modifie les matières analogues au sucre et aux gommes qu'elle contient, et les transforme en partie en acides végétaux.

61. Ces acides différents, selon les diverses espèces de plantes, se trouvent le plus souvent combinés avec les bases : la potasse, la soude, l'ammoniaque, la chaux, la magnésie, etc.; plus rarement on les trouve à l'état libre dans les fruits avant leur maturité. C'est ainsi que l'on rencontre de l'acide malique libre et combiné dans les fruits à pépins; de l'acide citrique dans ceux des aurantiacées et des groseilles; de l'acide tartrique dans les raisins; de l'acide tannique dans les feuilles et les écorces du chêne, de l'ormeau, du su-

reau, de la bruyère, etc.; de l'acide oxalique dans les feuilles des oxalidées, des *rumex*, des lichens, etc. Par la combustion, tous ces acides se changent en acide carbonique, et c'est ainsi modifiés qu'on les trouve dans les cendres.

62. Ces faits posés, Liebig dit que si la vie des plantes est liée à la présence de ces acides, il est probable qu'en se développant librement chaque végétal doit produire une quantité fixe des acides particuliers qui lui sont nécessaires, et qui doivent trouver une quantité de bases adaptée à leur capacité de saturation; mais toutes les bases peuvent se remplacer l'une l'autre, dans des proportions différentes pour chacune d'elles. Ainsi l'on doit trouver, dans les mêmes plantes, ou dans la même espèce, des bases dont la somme des facultés de saturation, déterminée par la somme de leur oxygène, soit toujours la même, quoiqu'elles varient selon qu'elles sont fournies plus ou moins abondamment par le sol. C'est ainsi qu'il sera indifférent que la plante reçoive 118 de potasse ou 78 de soude, ou 70 de chaux, ou 52 de magnésie, parce que ces doses de chacune de ces bases contiennent également 20 parties d'oxygène.

63. En examinant les cendres de deux espèces de pins crus sur des sols de nature différente, de Saussure trouvait que le premier fournissait 11.87, et le second 11.28 de cendres par 1,000 parties, et leur composition était la suivante :

CENDRES DU PIN DU BREVEN.

		Oxygène des acs
Carbonate de potasse.	3.60	0.41
— de chaux..	46.54	7.33
— de magnésie.	6.77	1.27
	<hr/>	<hr/>
	56.71	9.01

CENDRES DU PIN DE LASALLE.

Carbonate de potasse.	7.56	0.85
— de chaux..	51.19	8.10
	<hr/>	<hr/>
	58.55	8.95

Ainsi les matières minérales de ces deux pins, avec des bases différentes, possèdent cependant la même faculté de saturation.

A ces deux exemples nous en opposons deux autres d'après les analyses de M. Berthier :

CENDRES DU PIN DE NEMOURS.

Sels alcalins..	0.0720	1.20
Chaux.	0.6847	10.84
Magnésie..	0.0643	1.20
	<hr/>	<hr/>
	0.8210	13.24

CENDRES DU PIN DE BORDEAUX, CULTIVÉ A NEMOURS.

Carbonate alcalin..	0.0771	0.98
Chaux.	0.6582	10.43
Magnésie.	0.0696	1.50
	<hr/>	<hr/>
	0.8049	12.71

Voilà deux pins de variétés différentes, cultivés dans le même sol, et dont les éléments minéraux ont des fa

cultés de saturation qui diffèrent entre elles et avec ceux des pins cités plus haut, comme exemples de l'égalité du pouvoir de saturation des bases mesuré par leur oxygène.

64. S'il suffisait d'établir la présence constante des alcalis minéraux dans les cendres végétales et de prouver leur utilité physiologique pour les classer parmi les aliments des plantes, la tâche serait facile. Ainsi, d'abord, on trouve toujours la soude et la potasse dans les analyses des cendres, et souvent en quantité notable.

65. Quant aux effets physiologiques de ces alcalis, ils sont de plusieurs genres. Ainsi, les alcalis minéraux maintiennent la fluidité de la sève ; ils agissent sur elle comme sur le sang, dont une addition d'alcali empêche la coagulation ; c'est par leur moyen que le fer peut devenir soluble et entrer dans la composition de la sève ; ils favorisent l'oxygénation des tissus et des fluides des plantes au contact de l'air atmosphérique. L'endosmose étant une des causes les plus actives de la circulation de la sève, on conçoit la nécessité de bases solubles qui donnent au liquide différents degrés de fluidité. Après l'évaporation, il se fait des dépôts des matériaux de la sève à la surface des feuilles, et il importe qu'ils soient composés de bases qui conservent leur solubilité après la dessiccation, et que, par exemple, il se dépose du silicate de potasse, au lieu d'acide silicique, et que les dépôts de carbonate de chaux soient mêlés de dépôts de carbonate de potasse et de soude, qui les empêchent de faire corps et d'adhérer. Enfin les alcalis provoquent le dégagement de l'ammoniaque contenue dans les ma-

tières organiques du sol et des engrais, et qui resterait latente sans cette réaction des alcalis.

66. Liebig cherche à prouver l'utilité des alcalis dans la végétation, par une observation qui, si elle avait plus de généralité, pourrait passer pour une démonstration. Quand on fait végéter la pomme de terre dans une cave, elle produit un alcaloïde (la solanine) qui semble avoir pour fonction de suppléer les alcalis que la plante ne peut trouver dans le sol. Les alcaloïdes du quinquina sont en raison inverse des bases minérales de ces plantes, comme cela devrait être, en effet, si les diverses bases se suppléaient selon leur équivalent.

67 Mais, comme toutes ces inductions ne sont pas des faits qui manifestent d'une manière claire et décisive l'action des alcalis, voyons si les phénomènes de la végétation ne nous approcheront pas davantage du but. On observe que les feldspaths, les granits et les basaltes décomposés et lavés par les eaux, forment des terrains privés d'alcalis où le silicate de potasse est changé en silicate d'alumine (Berthier); or ces terrains sont stériles, tandis que décomposés sur place et sans avoir subi de lavage, ils conservent leurs alcalis et donnent naissance à des gazons très-verts. Dans les cendres volcaniques du Vésuve (*rapilli*) qui ne contiennent pas de matières organiques, mais qui renferment jusqu'à 12 pour 100 de potasse, et 6 à 5 pour 100 de soude, viennent des végétaux dont les produits sont réputés par leur qualité. M. Persoz a reconnu l'utilité des sels potassiques appliqués à la vigne. Liebig rapporte que des engrais cependant très-riches ne réussissant plus sur les vignes des bords du

Rhin, celles-ci avaient repris leur fertilité par l'emploi du fumier de vache, pauvre en ammoniacque et en phosphate, mais qui conserve tout l'alcali de la nourriture de ces animaux (1). Dans les pays où se trouvent des grès pauvres en alcalis, on recherche avec empressement les cendres non lessivées qui rendent la fertilité aux champs épuisés (les Vosges). Enfin l'écobuage semble avoir pour principal effet de disposer les argiles à la décomposition, et de rendre solubles leurs sels alcalins.

68. Ces faits tendent sans doute à montrer l'utilité des alcalis dans la végétation, mais, nous en convenons, ils ne peuvent tenir lieu d'une expérience directe, faite dans des conditions où il serait possible d'isoler les effets des alcalis de ceux de toute autre substance.

69. Quoique la potasse semble remplacer la soude dans certains cas, comme, par exemple, celui du *salsola tragus* cultivé loin de la mer, cependant on remarque que même dans les terrains très-imprégnés de sel, la potasse se trouve encore dans les plantes en quantité supérieure à celle de la soude, pourvu que l'on ait soin de les laver avant l'incinération pour les dépouiller du sel excrété. Dans une analyse de luzerne recueillie dans des terres très-salées, M. Berthier a trouvé en abondance des sels de potasse et des quantités minimales de sels de soude. Les plantes à feuilles succulentes font exception ; mais dans toutes les espèces végétales la supériorité de la potasse existe dans les

(1) *Chimie agricole*, p. 108.

graines. On peut donc conclure que les deux alcalis n'ont pas les mêmes usages physiologiques, et ne peuvent pas toujours se remplacer l'un l'autre.

70. M. Chatin, ayant essayé les effets des sels alcalins sur différents végétaux, a trouvé que le phosphate et le carbonate de potasse ont été favorables ; mais que le carbonate de soude a été très-nuisible aux haricots ; que le carbonate et le nitrate de potasse ont été favorables aux épinards, mais que les sels à base de soude leur ont nui ; en un mot, que, dans le plus grand nombre de cas, les sels de potasse ont été favorables et ceux de soude nuisibles (1).

71. On a souvent tenté de déterminer les effets du sel marin (chlorure de sodium) sur la végétation ; les expériences n'ont donné que des résultats douteux ou négatifs ; on a cru cependant s'apercevoir que les plantes qui croissaient sur un terrain salifère, sont plus trapues, plus fermes, plus vertes. Mais nous avons une expérience en grand qui doit suffire pour nous éclairer. Il existe sur les bords de la Méditerranée de vastes terrains fortement imprégnés de sel marin, et ces terrains sont cultivés. Si nous mettons de côté les obstacles qu'ils opposent à la culture par leur dessèchement précoce, leur durcissement, nous trouvons que ces terres produisent des récoltes tout à fait comparables à celles des terres non salées de même nature, et qu'en supposant les frais égaux de part et d'autre, les unes valent les au-

(1) *Comptes rendus de l'Académie*, février 1854, p. 271.

trés, et même que les engrais font un effet plus grand sur les récoltes des terres salifères.

72. Les sels alcalins ne manquent presque jamais complètement aux terrains. Il n'en est pas de même de la chaux; et quand on ne l'y trouve pas, on obtient des effets si considérables de l'application de la marne et de la chaux hydratée, qu'il est impossible de douter de la nécessité de l'élément calcaire dans la nutrition végétale. En même temps que les plantes acides disparaissent, le champ double ses récoltes en céréales, devient capable de porter du froment au lieu de seigle, et de donner des fourrages légumineux.

73. Outre l'effet direct que produit la chaux hydratée en fournissant aux plantes l'élément calcaire qui leur manque, elle agit aussi sur les défrichements et les déboisements qui produisent beaucoup d'acide carbonique dont l'excès est nuisible aux plantes, en absorbant cet acide au moment de sa production. Quand on l'applique à des terrains feldspathiques, argileux, marneux, riches en silicate alcalin, elle les dispose à abandonner leurs alcalis à la végétation; enfin, M. Payen a montré que cette substance avait la propriété de modérer la déperdition du gaz ammoniacal que produisent les engrais en fermentant.

74. De Saussure a fait voir (1) que la magnésie remplaçait la chaux dans les cendres des plantes, quand cette dernière substance manquait aux terrains; mais il paraît

(1) *Journal de Physique*, 1800, t. II.

que la chaux ne peut pas remplacer toujours la magnésie, car on trouve celle-ci, sans exception, dans toutes les semences des plantes. Il est vrai que c'est alors en quantité si petite qu'elle peut leur être fournie par les eaux pluviales, et même par des traces de cette substance existant dans le sol, mais si minimes qu'elles échappent à l'analyse quand on ne les cherche pas spécialement. On n'a point fait d'expérience directe sur les effets d'une addition de magnésie dans un terrain qui en était dépourvu, car l'expérience par laquelle M. Boussingault a constaté les bons résultats du phosphate ammoniacomagnésien, ne permet pas de discerner ce qui revient dans les effets de ce composé à chacune des substances, acide phosphorique, ammoniacque, magnésie, qui, toutes les trois, se retrouvent dans les semences.

75. Le rôle du fer dans la végétation paraît être plus important que ne semblerait l'annoncer la faible dose qu'en contiennent les plantes. On sait que leur degré de santé peut, pour ainsi dire, être mesuré par le degré de coloration de leurs feuilles : or, la chlorophylle qui donne cette coloration verte est une substance composée de matières grasses et de fer, tout comme les globules du sang (1), et quand la chlorophylle manque dans la plante, les expériences de Gris nous apprennent qu'il suffit d'appliquer une faible solution de sulfate de fer sur les feuilles, pour que la chlorophylle s'organise et prenne une couleur verte remarquable (2). Le sulfate

(1) Verceil, *Comptes rendus*, t. xxxiii, p. 689.

(2) Brongniart, *Rapport. Revue agricole*, décembre 1847, p. 695.

de fer est pourtant un véritable poison pour les plantes quand il est absorbé par les racines, aussi sa présence est nuisible dans les sols siliceux. Dans ceux qui sont calcaires, il se forme du carbonate de fer qui devient propre à être absorbé sans danger (1).

76. Les terrains qui contiennent une dose modérée d'oxyde de fer ont une teinte rougeâtre qui les fait regarder comme préférables aux terres blanches. Cependant on ne peut considérer cette préférence comme un argument en faveur des qualités nutritives du fer. Les qualités de ces terres peuvent tenir à leur coloration qui absorbe les rayons calorifiques lumineux, et élève leur température, et aussi à la propriété des oxydes de fer de fixer l'ammoniaque de l'atmosphère.

77. Quand le sol contient du manganèse, on en rencontre dans les cendres des plantes; mais la rareté du fait semble montrer que ce minéral n'est pas essentiel à la végétation.

78. L'alumine ne se trouve que rarement, et, par exception, dans certaines plantes, quoique la terre arable en contienne beaucoup sous forme de silicate. Ceci s'explique aisément en considérant que les sels d'alumine solubles sont décomposés en présence des carbonates terreux et alcalins, et laissent un résidu insoluble.

79. Ainsi l'expérience nous a prouvé jusqu'ici l'utilité des substances suivantes dans l'alimentation des plantes : 1° l'eau, 2° le carbone, 5° l'oxygène, 4° l'a-

(1) Lassaigne, *Comptes rendus*, t. xxxiv, p. 587.

zote. Nous avons trouvé ensuite que la végétation était favorisée habituellement dans certains cas par ces autres substances : 5° le soufre, 6° le phosphore, 7° la chaux, 8° le fer. Enfin des raisons physiologiques, non encore suffisamment confirmées par des expériences directes, nous portent à considérer comme nécessaires : 9° le chlore, 10° les alcalis minéraux (potasse et soude), 11° la magnésie, 12° la silice. Dans ces corps ou leurs composés, nous devons reconnaître les éléments des matériaux nécessaires à la végétation qui languit quand ils lui manquent. De nouvelles expériences bien dirigées pourraient seules nous porter à admettre définitivement tous les termes de cette série, et peut-être à en admettre de nouveaux.

80. Ces expériences pourront être faites en privant le sol où végètent les plantes d'une ou plusieurs de ces substances, ou en lui fournissant celles qui lui manquent, et observant les effets que produisent leur présence ou leur absence sur la végétation. Nous préférons cette manière d'opérer à celle qui consiste à composer un terrain de toutes pièces avec des substances que l'on mélange entre elles, mélange toujours imparfait, et qui ne possède pas les qualités physiques des sols préparés de langue main par des actions naturelles; on devra se défier d'autant plus de ces sols composés qui ont été préparés dans le laboratoire avec des éléments obtenus par des opérations chimiques, que celles-ci les donnent rarement purs et dépouillés de tous les acides qui ont concouru à leur préparation. On devra agir sur un nombre de plantes suffisant pour que le résultat général

ne soit pas affecté par les vices organiques de quelques individus. Faute d'avoir rempli ces conditions, des séries d'expériences faites avec dévouement ne peuvent être admises à l'appui des propositions qu'elles devaient tendre à démontrer.

CHAPITRE III.

Deux sources des aliments des végétaux.

81. Les plantes vivent dans deux milieux : l'air et la terre (l'air et l'eau pour les plantes aquatiques) ; leurs parties aériennes sont pourvues d'organes propres à inhaler les gaz, les vapeurs et l'eau (les stomates) ; leurs parties souterraines sont pourvues d'organes propres à inhaler les liquides (les fibrilles, le chevelu, les radicules, les terminaisons des racines). C'est dans l'air et dans la terre que nous devons chercher l'origine des substances indispensables à l'entretien et à l'accroissement des végétaux.

82. Aucun végétal privé d'air atmosphérique ne peut vivre uniquement de sucS puisés par ses racines dans la terre (1). On verra bien quelques plantes aquatiques vivre pendant quelque temps dans le vide ou dans un air privé d'oxygène, mais aucune plante n'y prendra de développement (2).

83. Aucun végétal soumis à la culture ne peut vivre

(1) Saussure, p. 213.

(2) *Ibid.*, p. 194 et suiv.

d'une vie normale et utile en prenant uniquement sa subsistance dans l'atmosphère. De nombreuses expériences ont montré qu'on obtenait bien alors un certain développement en étendue, quelquefois même une floraison et une chétive fructification, mais sans que la masse de la plante gagne, à beaucoup près, ce qu'acquiert celle qui plonge dans les deux milieux ; et celle-ci prospère d'autant plus, que le sol qui entoure ses racines contient une plus grande quantité de matériaux alimentaires, de ceux qui ne se trouvent qu'en proportion insuffisante dans l'air. C'est par une illusion, par exemple, que dans le saule de Vanhelmont, on crut voir un rameau pesant 2^k.4 parvenir en cinq ans au poids de 82^k.67 en plongeant uniquement dans l'eau. Cet effet n'a plus lieu quand au lieu d'eau de source ou de rivière qui tiennent des matières en suspension et en dissolution, on se sert d'eau distillée qui en est dépouillée.

84. Et cependant, c'est bien de l'atmosphère que les végétaux tirent la plus grande partie de leur substance. Après avoir constaté que l'eau pluviale qui avait séjourné plusieurs jours dans le sol d'un jardin bien fumé contenait un millième de son poids d'extrait sec ; après avoir constaté aussi que les plantes qui plongeaient dans cette solution n'y prenaient que le quart de ces extraits, de Saussure fit végéter dans cette eau un soleil (*helianthus*) qui, en quatre mois, y acquit le poids de 4 kil. réduit à 1/2 kil. par la dessiccation (1). Or Hales avait

(1) Saussure, p. 267.

trouvé que cette plante aspirait une quantité d'eau égale à son poids en vingt-quatre heures; au bout de quatre mois le soleil avait donc absorbé 240 kil. d'eau contenant 240 grammes d'extrait, dont la plante aurait pris le quart ou 60 grammes, moins du huitième de son poids; les sept-huitièmes avaient donc été puisés dans l'atmosphère. Des expériences très-exactes de M. Lawes de Rothemstadt, lui ont montré qu'en moyenne les plantes assimilent une partie de matières sèches pour 200 parties d'eau évaporées. Ici, nous n'aurions que 240 grammes de matière et l'helianthus a acquis 500 grammes de poids. Mais il faut observer que cette conclusion de M. Lawes est trop générale; que nous voyons, par exemple, dans son Mémoire, que les céréales n'assimilent que 0.4 pour 100 du poids de l'eau, mais que le trèfle assimile 0.7 pour 100, et qu'il ne serait pas étonnant que l'helianthus assimilât encore davantage (1). On voit bien d'ailleurs que cette acquisition de la plante ne provient pas seulement des matières dissoutes dans l'eau, mais aussi de ce qu'elle a puisé dans l'atmosphère.

(1) *Investigation of water given of by plantes*, p. 24 et 19, 20, 21.

végétation s'en empare de nouveau. Sommes-nous arrivés à un état d'équilibre stable où la consommation et la production du gaz acide carbonique se balancent? C'est ce que l'avenir seul pourra apprendre à nos neveux.

88. Dès aujourd'hui il est évident que les plantes ne trouvent pas dans l'air de quoi satisfaire à tous leurs besoins en carbone. Elles prospèrent visiblement mieux sur un terrain abondant en terreau et en fumier, et qui émet une grande quantité d'acide carbonique. De Saussure a prouvé qu'elles se développaient avec plus d'avantages dans un air auquel on ajoute jusqu'au douzième de son volume de cet acide. C'est 200 à 300 fois la dose qui y existe naturellement. Quand cette quantité est dépassée, les plantes paraissent souffrir (1). C'est qu'alors l'oxygène devient insuffisant pour fournir à leur respiration; or l'acte nutritif doit rester en équilibre avec l'acte respiratoire, l'un ne peut s'accomplir sans l'autre [§§ 51-54].

89. L'acide carbonique étant dissous dans la vapeur aqueuse de l'air, celui-ci en est d'autant plus riche qu'il est plus humide; d'un autre côté, si l'air est stagnant autour de la plante, celle-ci l'a bientôt dépouillé du carbone qu'il contient. Enfin, l'absorption de l'acide carbonique est d'autant plus active que la lumière est plus abondante; ainsi un air humide, légèrement agité, sous l'influence d'un ciel lumineux, telles sont les circonstances les plus favorables à l'accrois-

(1) *Recherches sur la végétation*, p. 51.

sement des plantes. On peut avoir un air humide, riche en acide carbonique, mais sans mouvement et avec un ciel couvert; ou bien un air sec, moins riche en acide carbonique, avec du vent et un ciel clair; dans ces deux cas, il manquera quelque chose aux progrès de la végétation. C'est dans les terrains frais d'alluvion des vallées du Midi que l'on rencontre le plus souvent les trois circonstances nécessaires pour obtenir le maximum d'accroissement: abondante production d'acide carbonique s'élevant du sol, retenu par l'humidité de la couche inférieure de l'air, promené par les vents à travers les masses de plantes, et vivement absorbé par leurs stomates excitées par la radiation solaire. La richesse de la végétation est l'intégrale des effets produits par ces trois causes.

89. *bis*. L'eau est mêlée à l'air sous forme de vapeur aqueuse transparente ou de vapeur vésiculaire qui forme les brouillards et les nuages. L'air peut en admettre une quantité qui varie selon sa pression et sa température et que la météorologie nous apprend à connaître. Indiquons ici seulement, par exemple, l'eau que l'air de nos climats, au niveau de la mer, peut contenir en moyenne. Dans l'ensemble de l'année, à la température de $10^{\circ}.8$ qui est la température moyenne annuelle de Paris, l'air saturé contiendrait, par mètre cube, $9^{\text{s}}.75$ de vapeur aqueuse;

A celle de $1^{\circ}.8$, qui est la température moyenne du mois le plus froid. $6^{\text{s}}.33$;

A celle de $18^{\circ}.9$, celle du mois le plus chaud.

$16^{\text{s}}.66.$

Mais l'air n'est que rarement saturé, et, d'après des observations faites à Versailles en 1849, le jour moyen n'aurait que 0.69 d'humidité relative; l'air ne contiendrait donc par mètre cube, en moyenne,

6^g.72 d'eau;

Dans le mois de janvier par 0.88 d'humidité relative, il y aurait..

5^g.57;

Dans le mois de juillet par 0.57 d'humidité relative.

9^g.16.

90. Il n'est pas douteux que les plantes ne puissent s'emparer d'une certaine quantité de vapeur aqueuse par leurs organes foliaires; mais est-ce par une action vitale, une succion, ou seulement par une imbibition pour se mettre en équilibre d'humidité avec l'air, voilà ce qui n'est pas constaté. Quoi qu'il en soit, cette absorption est insuffisante, car une plante dont les racines plongent dans une terre sèche, et dont la tête est entourée d'air saturé d'eau, ou même est plongée entièrement dans l'eau, vit quelque temps sans prendre d'accroissement et finit par se putréfier. Cela ne peut être autrement, parce que, si cette eau est suffisante pour entretenir la flexibilité des tissus, la circulation déterminée par l'évaporation des feuilles est arrêtée et la sève devient stagnante. Au contraire, placée dans un sol suffisamment humecté et ayant sa tête dans un air complètement sec, la plante végète vigoureusement et se maintient fraîche; elle reçoit l'eau nécessaire par les racines, et celle-ci s'évapore par les feuilles après qu'elle a déposé dans les tissus du végétal une partie des matières qu'elle tenait en solution.

91. Il y a cependant une limite à cette rapidité d'évaporation pour rester dans la mesure la plus favorable aux plantes. Ayant recueilli l'eau d'évaporation des plantes placées dans un air très-sec, nous avons constaté qu'elle était très-chargée d'acide carbonique et d'ammoniac, tandis qu'elle se trouvait d'autant plus pure que l'air était plus humide et l'évaporation moins accélérée. Un certain degré d'humidité de l'air est donc favorable à la végétation, en supposant même que le sol fournisse l'humidité nécessaire.

92. Quelle est cette quantité d'eau suffisante pour fournir à l'évaporation des plantes? Avant et pendant sa floraison, la luzerne évapore en vingt-quatre heures 112^s.94 d'eau par kilogramme de son poids à l'état vert, ce qui revient à 451^s.76 par kilogramme de son poids à l'état sec. On obtient d'un hectare de luzerne, du 1^{er} au 30 juin, une repousse donnant une coupe de 2,000 kilogr. de fourrage sec. Pendant la durée de sa croissance, elle avait donc un poids moyen de 1,000 kilogr. de fourrage équivalant à 4,000 kilogr. à l'état vert ou 0^k.4 par mètre carré de surface du sol. Il y aura donc, pour chaque jour, une évaporation moyenne de 45^s.18 d'eau par mètre carré, et pour le mois de juin entier 1355^s.4. Pendant ce même mois de juin (1852), une surface aqueuse a évaporé 130^k.8 par mètre carré, l'évaporation de la luzerne, par mètre carré du sol, est donc environ $\frac{1.01}{100}$ de l'évaporation de l'eau (1).

(1) Dans ce mois, l'humidité relative de l'air avait été de 0.70 à 8 heures du matin et de 0.56 à 2 heures du soir, c'est-à-dire que ce mois avait été sec; les vents avaient peu soufflé. Quelle serait l'évaporation de cette

D'après Hales, un mètre carré de surface des plantes suivantes évapore en vingt-quatre heures :

	grammes d'eau
L'hélianthus.	89
Le chou..	368
Le pommier.	308
Le citronnier..	140
La vigne.	159

D'après nos propres expériences :

La vigne..	249
Le mûrier..	153
La luzerne..	256 (1).

93. Si l'azote gazeux pouvait être absorbé par les plantes, l'air leur en fournirait une source inépuisable. Mais, en admettant même que son assimilation fût possible, on sait quelle végétation chétive a lieu sur les terrains stériles, quoique la plante soit en contact immédiat avec ce gaz que l'on croit nourricier. Mais, lorsqu'il est amené à être combiné avec l'hydrogène, lorsqu'il forme de l'ammoniaque, les végétaux l'absorbent alors avec avidité, et il contribue puissamment à leur développement, comme nous l'avons dit plus haut [§§ 55, 42], si le carbonate d'ammoniaque est mêlé à l'air jusqu'à la dose de 4 dix millièmes. La végétation elle-même contribue, comme nous l'avons dit, à former une partie de l'ammoniaque qu'elle absorbe [§ 43], mais c'est à condi-

plante et des autres plantes cultivées relativement à celle de l'eau dans d'autres circonstances atmosphériques, et quel serait son effet sur la végétation? Voilà ce qui reste à chercher.

(1) 395 grammes de luzerne donnent 1,890 centimètres carrés de feuilles; 1 kilog. donne donc 4,785 centimètres carrés, et 1 kilogramme évapore 112^e.94.

tion qu'elle ait déjà trouvé dans le sol des principes nutritifs qui lui aient procuré un développement abondant et riche en chlorophylle.

94. Par lui même, l'air serait loin de contenir naturellement une quantité d'ammoniaque propre à donner une végétation opulente; Fresenius n'en a guère trouvé que 136 grammes sur un million de kilogrammes d'air, ce qui donne seulement 13^k 7 d'ammoniaque pour toute la colonne d'air qui repose sur un hectare. Cette quantité serait faible et ne pourrait être atteinte par les plantes, dispersée comme elle l'est sur toute l'étendue de l'atmosphère, si les rosées et la pluie ne la ramenaient souvent en totalité sur la terre, et si, après avoir été absorbée par les plantes ou par le sol, elle ne se renouvelait sans cesse par leurs évaporations, par la putréfaction de matières animales et végétales, par les gaz produits par les volcans. Nous verrons plus loin la quantité d'ammoniaque que les différents météores aqueux ramènent ainsi sur le sol.

95. Ce n'est pas seulement de l'ammoniaque que les eaux de pluie et la rosée enlèvent à l'air, mais aussi des azotates, formés peut-être par des actions électriques dans l'air, et des substances organiques que les vésicules de vapeur ont enlevées en s'élevant dans l'air et qui étaient dissoutes ou tenues en suspension dans le liquide qui les a produites. Comme il est peu probable que les plantes saisissent toutes ces substances dans l'air, comme elles les prennent sans doute quand elles ont été déposées sur le sol, nous en traiterons plus au long dans le chapitre suivant.

CHAPITRE V.

La terre comme source d'aliment pour les plantes.

96. Le sol dans lequel se passe une partie considérable de la vie des plantes (au moins de celles qui font l'objet de nos cultures) est un mélange confus de débris altérés et pulvérisés des roches qui composent la partie solide du globe terrestre. Cette dislocation de leur masse a été produite par des causes mécaniques et chimiques.

97. Les roches sont attaquées mécaniquement par leur gravité, qui, quand l'appui leur manque, laisse tomber les parties qui n'adhèrent pas fortement à leurs voisines; par le frottement qu'exercent sur elles les eaux courantes et les matières diverses qu'elles entraînent; par les propriétés hygrométriques de leurs diverses particules qui les déplacent en changeant leur volume relatif; par les gelées qui accroissent le volume de l'eau qui a pénétré dans leurs interstices.

98. Les roches sont attaquées chimiquement par l'eau

qui dissout leurs parties solubles ; par l'acide carbonique réuni à l'eau, qui dissout leurs silicates, leurs phosphates, leurs carbonates ; par l'oxygène de l'air, qui s'unit aux parties oxydables en modifiant toutes leurs propriétés.

99. Si la décomposition de la roche se fait sur une surface plane et peu inclinée, la couche de terre meuble est peu épaisse, parce qu'elle ne tarde pas à recouvrir cette surface et à entraver les causes de destruction qui l'atteignaient à nu. Mais, quand elle est inclinée, ses débris descendent sur le plan incliné et sont facilement transportés dans des lieux plus bas et jusqu'au fond des vallées par les eaux qui descendent des hauteurs. Les grands cours d'eau qui ont sillonné le globe aux époques géologiques ont formé des dépôts dont la composition est semblable sur de vastes espaces de terrains, quoiqu'elle soit variable dans les proportions des substances qui y sont mêlées, suivant que les courants qui les entraînaient conservaient, gagnaient ou perdaient de leur impétuosité ; arrêtés enfin par des obstacles, ils ont pu produire ces amas, ces couches épaisses que l'on désigne sous le nom de *diluvium*.

100. Les cours d'eau modernes, qui ont moins d'étendue et moins d'impétuosité, ont formé et forment encore des dépôts limités par les niveaux où ils s'élèvent, déposant dans leurs cours, d'abord les matières les plus pesantes, puis successivement celles qui le sont moins, à mesure que leur rapidité diminue. Ces dépôts prennent le nom d'*alluvion*. Ceux que les courants de la mer, ou les flots poussés par la marée, ou encore les vents laissent

sur les côtes, sont désignés par le nom d'*atterrissement*.

101. Les vents enlèvent aussi des particules de terre, et les entraînent jusqu'à ce que leur violence soit diminuée par les obstacles que leur présentent l'air en repos et les saillies du terrain. Dans le premier cas, leur vitesse diminue graduellement, et le dépôt a lieu uniformément sur leur passage, par ordre de pesanteur des parties entraînées; dans le second cas, il y a refoulement et abandon subit des matériaux transportés, qui s'entassent, accroissent l'obstacle, et forment des monticules qu'on appelle *dunes*.

102. A mesure que les roches sont fracturées, broyées, pulvérisées, elles présentent à l'action des agents chimiques des surfaces de plus en plus grandes, proportionnellement à leur masse; aussi leur décomposition s'avance-t-elle rapidement; leurs éléments sont tantôt séparés, tantôt réunis, pour former de nouveaux mélanges. Les roches feldspathiques, les basaltes, peuvent se transformer en *argile*; celle-ci, mêlée en de certaines proportions avec la silice quartzreuse, forme des *glaises*, ou bien, unie très-intimement au carbonate de chaux, elle prend le nom de *marne*. A ces grands matériaux de nos terrains viennent se joindre, mais le plus souvent en moindre proportion, la magnésie, les oxydes de fer, le sulfate de chaux, les alcalis minéraux et divers phosphates.

103. Enfin, ces matières minérales sont mêlées aux débris organiques de toutes sortes qui proviennent des animaux et des plantes qui ont vécu sur le sol, ou qui y ont été transportés par les eaux courantes, par la pluie ou la vapeur. L'ensemble hétérogène et très-varié de

ces substances qui ont eu vie est ce qui constitue le *terreau*.

104. Telle est la nature des terrains agricoles dans lesquels les plantes doivent croître, voyons maintenant les aliments qu'elles peuvent y puiser. Nous commencerons par l'eau, le plus indispensable de tous. Le sol reçoit l'eau de trois sources : les météores aqueux (la pluie, la neige, les brouillards, la rosée); la filtration des terres situées à des niveaux supérieurs et qui laissent écouler les eaux dès qu'elles dépassent leur faculté hygroscopique; l'ascension de l'eau des couches inférieures par l'effet de la capillarité.

105. Si l'on considère l'ensemble de l'Europe, la moyenne des pluies observées dans 153 lieux, pris dans différentes régions, présente annuellement une couche de 750 millimètres ou un poids de 750 kilogrammes d'eau par mètre carré; dans ces quantités, l'hiver figure pour 162 millimètres, le printemps pour 164 millimètres, l'été pour 199 millimètres et l'automne pour 225 millimètres (*Cours d'Agriculture*, t. II, p. 274 et suiv.); mais ces quantités varient beaucoup, soit dans leur total, soit dans la distribution des saisons, pour les différentes localités (*Cours d'Agriculture*, t. II, p. 264).

106. L'eau reçue par filtration des terrains supérieurs alimente les terrains naturellement secs, mais elle rend humides ceux qui manquent d'un écoulement assez rapide ou qui sont d'une nature très-hygroscopique. Alors cette eau est nuisible; privée de mouvement, entourée de principes désoxydants, elle s'altère, les racines n'y

pénètrent pas ou y pourrissent, les sucs nutritifs trop délayés sont portés en trop petite quantité dans les plantes, avec une masse de liquide qui affaiblit les tissus et engorge les cellules.

107. Quand les couches supérieures du sol sont plus sèches que les couches profondes, l'eau remonte par capillarité pour rétablir l'équilibre entre elles. Dans une terre contenant 0.50 d'argile, l'air qui repose sur la surface étant à 0.80 d'humidité relative, l'eau qui venait du fond a monté de 12 centimètres en 24 heures, et de 39 centimètres en 42 jours. Dans une autre terre qui contenait 0.12 d'argile et 0.60 de calcaire, l'eau a monté le premier jour de 27 centimètres et de 48 centimètres en 5 jours (1). De Candolle trouvait que le sable de mica donnait l'ascension la plus rapide; cependant dans son expérience l'eau n'avait monté que de 78 centimètres en 7 mois (2).

108. Le sol perd de plusieurs manières l'eau qu'il a reçue, et d'abord en abandonnant aux lois de la gravité la partie d'humidité que ses propriétés hygroscopiques ne lui permettent pas de retenir et qui s'infiltrent dans les couches inférieures.

109. L'hygroscopicité du sol est cette propriété qu'il a de retenir une certaine quantité d'eau sans la laisser filtrer. Elle varie selon la nature des substances qui le composent, et aussi selon leur degré d'atténuation. Ainsi la magnésie retient 4.56 fois son poids d'eau, le terreau, 1.99,

(1) *Comptes rendus*, t. xxxii, p. 700.

(2) *Physiologie*, p. 98,

La terre calcaire fine, 0.85, l'argile, 0.70, tandis que le sable quartzeux n'en retient que 0.25; mais ce même sable finement pulvérisé retient 0.50 de son poids d'eau. Le mélange de tous ces éléments de nature et d'atténuation différentes fait beaucoup varier l'hygroscopicité des terrains. Schubler, qui le premier institua des expériences directes à ce sujet (1), a trouvé qu'une terre de jardin retient 0.89 d'eau, une terre arable d'Hoffwyl, 0.52, une terre du Jura, 0.48 : nous avons trouvé dans notre pratique des terres retenant 0.93 et d'autres 0.25 seulement (*Cours d'Agr.*, t. I, p. 178).

110. Une fois qu'elle a pénétré dans l'intérieur de la terre, l'humidité est en mouvement incessant, descendant des couches supérieures ou montant des couches inférieures, selon que les unes ou les autres sont plus voisines ou plus éloignées du terme de saturation. A la surface, il en est de même entre la terre et la couche d'air superposée. Cependant l'équilibre d'humidité tend à s'établir, tantôt l'air enlevant celle de la terre quand il est plus sec, tantôt lui en rendant quand il est plus humide. De tous ces échanges entre le sol et l'air et entre les différentes couches de terre, résulte un état variable du sol pour chaque instant, état hygroscopique qui ne peut être constaté que par l'expérience directe.

111. L'évaporation du sol consiste donc dans cet échange entre sa surface et l'air, habituellement plus sec que lui. Des expériences assez nombreuses ont été

(1) *Mémoire de la Société centrale d'agriculture*, 1827, t. I.

faites pour constater les rapports de l'eau absorbée par la filtration et perdue par l'évaporation. Elles ont eu lieu sur des terres sans communication avec les couches inférieures, c'est-à-dire, qui perdaient par la filtration tout ce que l'hygroscopicité du sol ne retenait pas, c'est l'effet que l'on attend du drainage dont nous parlerons ailleurs [§ 458]. Nous citerons seulement quatre de ces expériences, faites par Dalton (1), par Maurice de Genève (2), par nous à Orange (3), et par Dickinson dans le Hertsfordshire (4). Elles nous donnent les résultats suivants :

	DALTON.			MAURICE.		
	Pluie mensuelle.	Évaporation de la terre.	Filtration mensuelle.	Pluie mensuelle.	Évaporation de la terre.	Filtration mensuelle.
	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.
Janvier.	62.4	25.6	36.8	53.5	5.6	+ 47.9
Février.	45.7	12.7	33.0	111.7	27.3	+ 84.4
Mars.	22.9	15.8	7.1	10.4	35.6	- 25.2
Avril.	43.6	37.7	5.9	9.2	23.2	- 14.0
Mai.	106.1	68.5	37.8	23.7	31.8	- 8.1
Juin.	63.2	55.8	7.6	97.2	66.1	+ 31.1
Juillet.	105.5	104.9	1.5	79.2	58.2	+ 21.0
Août.	99.3	86.0	4.3	42.9	47.4	- 4.5
Septembre.	83.3	74.9	8.4	40.8	35.4	+ 7.4
Octobre.	73.6	67.8	5.8	95.4	35.4	+ 60.0
Novembre.	74.2	51.9	22.3	42.9	20.3	+ 22.6
Décembre.	81.3	37.7	43.6	46.7	17.9	+ 28.8
	<u>852.1</u>	<u>638.0</u>	<u>214.1</u>	<u>653.6</u>	<u>402.2</u>	<u>+251.4</u>

(1) *Mémoires de Manchester*, t. v, part. 2.

(2) *Bibl. britan.*, 1796, 1796.

(3) *Cours d'agriculture*, t. II, p. 122.

(4) *Journal de la Société d'agriculture d'Angleterre*, t. v.

	DE GASPARIK.			DICKINSON.		
	Pluie mensuelle. mill.	Évaporation de la terre. mill.	Filtration mensuelle. mill.	Pluie mensuelle. mill.	Évaporation de la terre. mill.	Filtration mensuelle. mill.
Janvier.	46.1	12.3	+ 33.8	46.9	13.7	33.2
Février.	52.7	56.0	— 3.3	50.1	10.8	39.3
Mars.	41.4	77.0	— 35.6	41.0	13.6	27.4
Avril.	57.6	66.2	— 8.6	36.9	29.1	7.8
Mai.	61.5	68.0	— 6.5	47.1	44.4	2.7
Juin.	47.1	85.2	— 38.1	56.1	55.1	1.0
Juillet.	28.1	21.7	+ 6.4	58.1	57.0	1.1
Août.	49.2	17.7	+ 31.5	61.5	60.6	0.9
Septembre.	105.0	35.4	+ 69.6	66.9	31.4	9.3
Octobre.	101.5	76.0	+ 25.5	71.6	36.1	35.5
Novembre.	82.6	45.2	+ 37.4	87.5	7.3	80.2
Décembre.	49.3	36.0	+ 13.3	41.6	4.2	45.8
	<u>722.1</u>	<u>596.7</u>	<u>125.4</u>	<u>665.3</u>	<u>381.1</u>	<u>284.2</u>

	Pluie. mill.	Évaporation. mill.	Filtration. mill.	Filtration pour 100 de pluie. mill.	Évaporation pour 100 de pluie. mill.
Dalton.	852.1	638.0	214.1	25.1	74.9
Maurice.	653.6	402.2	251.4	38.5	61.5
De Gasparin.	722.1	596.7	125.4	17.5	82.5
Dickinson.	665.3	381.1	284.2	42.7	57.3

Les différences obtenues proviennent de la nature des sols expérimentés, des vents qui accélèrent l'évaporation, ou bien de l'isolement des jours de pluie, comme à Orange; dans ce dernier cas, l'eau tombe sur un terrain sec, et est immédiatement reprise par l'évaporation avant de se dérober dans l'intérieur de la terre.

112. La dernière cause de la perte d'humidité pour le sol, c'est l'évaporation des plantes qui y végètent, évaporation qui est aussi en rapport avec l'humidité de

l'air, tant que la terre fournit aux racines l'eau qui leur est nécessaire. Nous avons dit [§ 92], quelle était la quantité d'eau évaporée par certaines plantes, entre autres nous avons vu qu'un kilogramme de luzerne verte évaporait environ 113 grammes d'eau en 24 heures. Cette expérience avait été faite à la température moyenne de 21° et par une humidité relative en moyenne de 0.78. Soit maintenant une coupe d'un hectare de luzerne, qui a crû pendant tout le mois de juin et qui pèse en vert 8,000 kilogrammes (2,000 kilogrammes de fourrage sec). Son poids moyen pendant le mois a été de 4,000 kilogrammes qui ont évaporé par jour 452 kilogrammes d'eau, et dans le mois 13,560 kilogrammes. A Orange, le mois de juin nous fournit 470,000 kilogrammes d'eau par hectare (une couche de 47 millimètres d'eau); mais l'évaporation du sol enlèverait 850,000 kilogrammes. Il y aurait donc un déficit de 380,000 kilogrammes, si le sol n'avait pas une réserve provenant des pluies de l'hiver et du printemps. Cette réserve ne peut exister sans une certaine profondeur de terrain qui dérobe une partie de l'humidité à l'action dissolvante de l'air extérieur. Les sols peu profonds sont desséchés de bonne heure, ainsi que ceux qui sont trop filtrants et peu hygroscopiques. Pour que l'approvisionnement en eau d'un terrain soit suffisant, il faut qu'il conserve constamment, à 30 centimètres de profondeur, au delà de 0.13 de son poids d'eau, et cette humidité est en excès s'il en a plus de 0.20.

113. A moins qu'il n'existe sous le sol, et à une petite profondeur, un réservoir d'eau aérée à niveau presque

constant, on voit que c'est la distribution régulière des pluies, en quantité et à des intervalles tels, qu'une partie de l'eau tombée échappe à l'évaporation, qui permet de compter sur l'alimentation régulière des plantes. Ainsi, à Paris, au mois de juin, la quantité moyenne des pluies par jour pluvieux est de $4^{\text{mm}}.1$; il tombe de la pluie pendant 3.6 jours consécutifs, ainsi $18^{\text{mm}}.86$ d'eau pour chaque période ; l'évaporation de l'eau est de $2^{\text{mm}}.5$ et, pendant 4.2 jours d'intervalle entre la période de pluie, $10^{\text{mm}}.5$. Si nous supposons que l'évaporation de la terre soit le tiers de celle de l'eau, ainsi que sembleraient l'indiquer les observations, cette évaporation serait donc de $0^{\text{mm}}.8$ par jour, de $3^{\text{mm}}.4$ par chaque intervalle. Il reste donc en terre $18^{\text{mm}}.9 - 3.4 = 15^{\text{mm}}.5$. Ainsi l'on peut présumer que dans ce pays la terre se trouvera suffisamment humectée et saine. La sécheresse sera complète, s'il arrive que le produit des jours de pluie consécutif multipliés par 4.2 ne surpasse pas celui des jours d'intervalle multiplié par 0.8. Ainsi un seul jour de pluie donnant 4.1, suivi d'un intervalle de cinq jours sans pluie $5 \times 0.8 = 4$, amène la sécheresse du sol. De telles circonstances ont eu lieu à Paris onze fois sur 32 années (*Cours d'Agriculture*, t. II, p. 503). Ce chiffre indique le degré de probabilité de cet événement sans rien indiquer de certain pour telle ou telle année, puisque les éléments de ce calcul sont très-variables.

114. Les générations successives de plantes qui croissent sur le sol y laissent de nombreux débris auxquels viennent s'ajouter encore ceux des animaux qui y vivent et y meurent, surtout ceux des insectes et de

vers qui, par leur nombre, semblent quelquefois animer la poussière; et cependant cette accumulation, si abondante qu'on puisse la concevoir, ne pourrait expliquer la présence de $\frac{5}{100}$ de terreau dans le sol (250,000 kilogr. par hectare à $\frac{1}{3}$ de mètre de profondeur), qu'en supposant que la production complète de quatre-vingts ans de végétation s'y est accumulée sans éprouver d'altération. Or, si l'on pense qu'une faible partie de la masse végétale produite annuellement est restituée à la terre; que celle qui y reste est abandonnée à la surface à l'action des éléments; si l'on pense à la rapidité avec laquelle disparaissent les effets des engrais végétaux les plus riches, on sera disposé à croire que le terreau existant dans la plupart de nos terres, de celles qui sont à l'abri des inondations, date de la formation même des sols, et est une production des âges géologiques comme les houilles et les lignites, de la nature desquels il participe par sa composition, comme par la fixité et la lenteur de sa putréfaction; de ces âges où l'abondance de l'acide carbonique de l'air rendait la végétation luxuriante en fixant ces masses de carbone que tous les travaux de l'industrie tendent aujourd'hui à restituer à l'air.

115. Le terreau étant composé de débris de corps organisés, appartenant principalement au règne végétal, on comprendra qu'il est composé de ligneux, de cellulose, auxquels se joignent dans une moindre proportion des substances albuminoïdes et des produits élaborés par les végétaux; des sucres, des gommes, des résines, des graisses, des acides végétaux, tels que l'acide oxa-

lique et l'acide tannique et les sels qu'ils forment avec les bases; peut-être quelques alcaloïdes, et enfin des matières fixes inorganiques.

116. Les terreaux ne seraient donc identiques au moment de leur formation que s'ils provenaient des mêmes espèces de plantes dont les éléments fussent dans les mêmes proportions. Mais la nature de la végétation diffère selon les espèces de plantes, la nature du sol et les climats. Ainsi un terreau formé par les débris d'une forêt sera abondant en ligneux; celui formé par une succession de plantes annuelles abondera en tissus cellulaires et en matières albuminoïdes. Ainsi encore les plantes à sécrétions acides laisseront du tannin sur le sol; les plantes aquatiques, si abondantes en ligneux (les *sphagnes*, les *carex*, les *erriophorum*, contiennent plus de 40 pour 100 de ligneux) (1), laisseront peu de matières azotées, mais fourniront un terreau très-ligneux; les plantes des terrains salifères, ayant concentré le sel dans leurs tissus, donneront un terreau qui en sera imprégné. Enfin, les mêmes espèces de plantes ne donneront pas un terreau semblable; il sera analogue à la richesse du sol qui les a nourries, et qui, selon sa nature, aura favorisé la production des organes foliaires, ligneux, ou ceux de la fructification. Ainsi, dès leur origine, il y a de grandes différences entre les terreaux, et on ne peut les considérer comme une substance unique, définie, dont il suffit de constater la présence sans s'informer de sa composition, et, s'il est vrai de dire qu'un sol sans ter-

(1) Lesquereux, *Recherches sur les marais tourbeux*, 1846.

reau est stérile, on se tromperait en affirmant qu'il est fertile parce qu'il possède beaucoup de terreau.

117. Le terreau ne reste pas longtemps dans son état d'intégrité après avoir cessé d'appartenir à la nature vivante, pour peu qu'il soit soumis sous une température suffisante à l'action d'un air humide. Il se passe alors des phénomènes que nous nous garderons d'expliquer, mais que nous nous bornerons à décrire. Les matières albumineuses qu'il contient se modifient et prennent le nom de ferment. Si l'affluence de l'oxygène est gênée, peu abondante, il ne se développe pas une chaleur sensible ; sans changer leur composition élémentaire et par une simple modification de leur arrangement moléculaire, les substances ternaires, le ligneux, la cellulose, la fécule, se transforment en dextrine, en glucose, en matières sucrées de plusieurs espèces. Cette action, que l'on pourrait appeler fermentation obscure, ou du premier degré, a été aussi nommée action *catalytique* ou *catalyse*.

118. Quand l'oxygénation du ferment est plus avancée, il ne se borne pas à produire une simple catalyse, mais la masse fermentescible s'échauffe, ses substances diverses se dédoublent, échangent certains éléments, en laissent échapper d'autres qui ne trouvent pas immédiatement ceux avec lesquels ils pourraient se combiner ; il y a principalement perte d'acide carbonique et d'ammoniaque sous forme gazeuse. C'est ce que l'on appelle *fermentation*. On observe les phénomènes que nous venons d'indiquer dans la fermentation vineuse et dans la fabrication des fumiers de ferme quand l'action est modérée.

119. Enfin, si le ferment est très-abondant, si la température de l'air est élevée, il y a échauffement considérable, oxygénation rapide, et production abondante d'acide carbonique, d'hydrogène, d'hydrogène sulfuré, d'hydrogène carboné, d'hydrogène phosphoré, d'ammoniaque, etc. Cette émission de gaz est infecte, et la fermentation précipitée qu'elle dénote prend le nom de *fermentation putride* et de *putréfaction*.

120. Il n'arrive pas que les principes azotés soient assez abondants dans le terreau pour que cette dernière espèce de fermentation s'y présente; c'est principalement la catalyse et la fermentation ordinaire qui y ont lieu, et le plus souvent l'une et l'autre à la fois en proportions diverses; selon les circonstances, il se produit en même temps des matières sucrées et alcooliques, et de l'acide carbonique. Mais on ne doit pas oublier que, pour que la fermentation puisse avoir lieu, il faut la présence, 1° de l'air, 2° d'une certaine humidité, 3° d'une température convenable.

121. On sait qu'une seule bulle d'oxygène mise au contact avec du moût de raisin suffit pour transformer en ferment une molécule de sa substance albumineuse, et qu'alors la fermentation continue sans la présence de l'air; mais on ne peut admettre la parité entre ce qui se passe dans un liquide où l'albumine est assez abondante, proportionnellement à la matière fermentescible, pour ne pas s'épuiser avant la fin de la fermentation, et ce qui se produit dans des corps plus ou moins solides, dont les principes sont immobiles, où les corps albuminoïdes ne sont pas continus, mais divisés par petites portions,

séparés par des corps ternaires, en quantité relativement considérable. Aussi l'altération de ces parties d'albumine ne se fait que successivement, à mesure que, dégagées de leur gangue, elles se trouvent en présence de l'air; et, quand on retarde sa circulation, quand c'est l'acide carbonique qui le remplace dans les interstices du terreau, la fermentation s'arrête ou devient très-lente. C'est ce qui arrive dans le fumier d'étable fortement pressé. Ainsi on explique l'état d'intégrité du terreau profondément enterré dans un sol compacte et sa rapide décomposition quand il est amené à la surface par les défoncements, opération qui met un nouveau trésor à la disposition du cultivateur qui a épuisé la richesse de la surface du sol.

122. Les éléphants antédiluviens de Sibérie, trouvés entiers avec leurs chairs, après avoir été enfermés tant de siècles dans les glaces, montrent assez que la fermentation ne peut avoir lieu à une température froide. En Russie, on s'approvisionne de viande pour tout l'hiver en la faisant geler. La fermentation est très-peu sensible jusqu'à ce que l'air environnant ait acquis 12° à 20° de chaleur. Ce n'est donc que pendant les époques de l'année où le sol atteint cette température que peut avoir lieu la décomposition du terreau. Or c'est la fermentation qui prépare les matériaux solubles pour la nutrition des plantes. On pourrait donc dire qu'à égalité de quantité et de qualité du terreau, un sol est d'autant plus fertile qu'il se trouve dans un climat dont la température plus élevée dure le plus longtemps, pourvu que les autres conditions de la fermentation

s'y rencontrent; comme aussi le climat le plus chaud épuisera le plus vite la richesse du sol cultivé, si elle n'est pas renouvelée.

123. La fermentation s'épuise en agissant; aussi trouve-t-on des amas de terreau qui restent dans leur intégrité et qui attendent qu'on leur fournisse un ferment pour produire des matières solubles propres à alimenter les végétaux. Tels sont nombre de terreaux formés sous l'eau de plantes très-abondantes en ligneux et peu riches en principes azotés, les tourbes, par exemple. Quoique les terrains soient infertiles dans cet état, on en obtient des récoltes inattendues en y incorporant une faible dose d'engrais animal.

124. La fermentation ne peut avoir lieu sans un degré assez considérable d'humidité. Nos fourrages, que nous appelons secs, contiennent encore un huitième de leur poids d'eau et se conservent sans fermenter; mais on sait aussi avec quelle rapidité l'action fermentante s'établit dans les amas de végétaux humides : elle se manifeste par une vive chaleur qui va quelquefois jusqu'à l'incendie de la masse. D'un autre côté, quand un tas de fumier fermente avec une trop petite quantité d'eau, sa chaleur augmente beaucoup et favorise la végétation de champignons (le blanc) qui s'emparent de sa substance. On préfère alors le dessécher complètement au soleil, en le conservant dans cet état jusqu'à ce que l'on puisse l'humecter suffisamment pour le maintenir à une température où la fermentation soit modérée.

125. Soumis à ces causes d'altérations et à ces divers degrés de fermentation, le terreau ne présente plus les

éléments des plantes tels qu'ils se trouvaient dans les végétaux qui l'ont formé. Une partie de ce terreau, auparavant insoluble dans l'eau, se transforme en une substance soluble. Le terreau de bruyère de Meudon, traité par de Saussure et conservé pendant deux jours avec le double de son poids d'eau, donnait, sur 100 grammes de liqueurs filtrées, 0.388 d'un extrait brun, non acide, composé de glucose, de dextrine, d'une substance azotée, de quelque trace de nitrate de potasse et d'ammoniaque et de chlorures de calcium et de potassium; il fournissait $14\frac{1}{2}$ pour 100 de son poids de cendres, contenant 3 pour 100 de sels solubles à l'eau. Le carbonate de potasse y entraient pour $\frac{1}{10}$, et on y trouvait encore du phosphate de potasse ou de chaux et d'autres sels alcalins. La partie insoluble des cendres était formée de phosphate de chaux, d'oxydes métalliques et de silice (1).

126. Nous rapportons ces détails parce qu'ils donnent une idée assez exacte de la composition de l'*humus*, nom par lequel nous désignons la partie soluble du terreau. Bien convaincu depuis longtemps que la véritable analyse des terres arables, celle qui peut éclairer l'agriculture, est la recherche et l'examen de leurs parties solubles (*Cours d'agriculture*, t. I, p. 51), nous recommandions à M. Verdeil, chimiste distingué qui dirigeait les travaux chimiques de l'Institut agronomique, de commencer toujours par l'*humus* l'analyse

(1) *Bibl. universelle*, décembre 1841, p. 345, note.

des terres du domaine qu'il était chargé de faire; cette mesure l'a conduit à des résultats remarquables.

Les parties solubles de ces terres (*humus*) contenaient invariablement une certaine quantité de matières organiques, accompagnées de matières inorganiques dissoutes.

La partie organique de l'humus consistait en matières albuminoïdes dont l'azote représentait en moyenne 1.50 pour 100 du poids de l'humus sec, du glucose, de la dextrine, ou plutôt une matière à saveur sucrée d'une nature non encore définie, et qui possède la propriété, commune aux sucres, de dissoudre les substances minérales, au point que, dans une de ces terres (Satory), l'humus présentait en matières fixes deux fois le poids des matières organiques, et la silice composait les $\frac{2}{3}$ du poids de cette partie minérale.

La moyenne générale des terres arables de Versailles contenait, dans 100 parties de son humus, 45 de matières organiques et 55 de matières minérales fixes. Quant à la proportion de l'humus par rapport à la terre elle-même, la terre de la Sablière donnait 24.8 d'humus sec par 100 kilogrammes de terre, ou 0.0248 pour 100 de son poids.

TABLEAU

DES ANALYSES DE L'HUMUS DES TERRES DE VERSAILLES (1).

DÉSIGNATION des ANALYSES.	MAIL.	PAISANDRIE.	GAZON.	AVENUE DE LA REINE.	POTAGER.	SATORY.	ARGILE DE CALV.	CAUCAIRE DE CALV.	TOURBE.	SABLIÈRE.	MOYENNE des terres analysées.
Matières organiques.	45.00	70.50	55.00	44.00	37.00	53.00	48.00	47.00	46.00	47.04	45.14
Cendres.	57.00	29.50	65.00	50.00	65.00	67.00	52.00	53.00	54.00	52.06	54.86
TOTAUX..	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
COMPOSITION DES CENDRES.											
Sulfate de chaux..	48.92	31.49	43.45	45.75	36.60	18.70	18.75	17.21	24.45	22.31	31.06
Carbonate de chaux.	25.60	35.29	6.08	6.08	12.35	24.25	43.61	48.50	50.61	34.59	26.90
Phosphate de chaux.	4.17	2.16	2.75	6.32	11.20	18.50	3.80	9.00	0.92	8.10	6.69
Oxyde de fer..	1.55	0.47	1.21	2.00	Traces.	3.72	0.95	Traces.	5.15	1.02	1.61
Alumine.	0.62	Traces.		Traces.	Traces.	0.80	1.55		Traces.		0.50
Chlorures de sodium et de potassium..	7.63	3.55	6.1	11.45	8.51		9.14	6.21	6.06	4.05	7.58
Silice.	5.49	15.67	25.71	15.61	19.60	21.60	5.00	5.50	8.75	15.58	18.65
Potasse et soude des silicates.	5.17	4.23	5.06	4.15	7.23	4.65	7.60		7.45	6.57	5.01
Magnésie.					Traces.		7.60	8.32			1.59
Autres matières..	2.85	9.14	4.55	7.66	4.51	7.78	0.00	5.26	16.63	7.78	0.51
TOTAUX..	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

127 Ainsi l'humus est composé de substances albumineuses dont l'azote dose 1.5 à 2 pour 100 de son poids d'eau à saveur sucrée et de substances minérales en solution dans l'eau; c'est-à-dire de tout ce que nous

(1) *Comptes rendus*, t. xxxv, 95.

trouvons dans la sève avant qu'elle soit élaborée par les feuilles; il est donc bien la véritable nourriture que les plantes reçoivent par les racines.

128. Ce qui a retardé jusqu'ici la véritable connaissance du terreau, c'est que l'on prenait pour type de cette substance celui qui se forme dans les saules creux ou celui qui s'accumule dans les gazons, et non celui qui se trouve dans l'intérieur de la terre. Le terreau fermentant à l'air libre donne des produits acides, de l'acide ulmique, de l'acide acétique, etc. Mais, de même que la fermentation du sucre est arrêtée par l'addition de la chaux à laquelle il s'unit, de même celle du terreau s'arrête aussi à l'état de matière sucrée en dissolvant les substances minérales qui l'entourent.

129. Les expériences de Saussure (1) ont suffisamment prouvé que les racines des plantes absorbaient les solutions d'humus, pour dissiper tous les doutes que l'on avait voulu élever à ce sujet. Elles montrent en même temps qu'une plante de fève pesant 11 grammes, plongeant dans une solution d'humus pendant 14 jours, a augmenté son poids de 6 grammes, en absorbant 9 milligrammes d'humus (2). L'eau d'évaporation de cette plante contient des sels ammoniacaux et calcaires à la dose de 3 milligrammes par 60 grammes de cette eau (3) et se montant au vingtième de l'humus absorbé. Ainsi la plante avait reçu de la terre 0.0015 de son poids, l'atmosphère avait donc dû lui fournir les 0.9985 de son

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, décembre 1841, p. 340.

(2) *Ibid.*, p. 343.

(3) *Ibid.*, p. 348.

poids. Ce qui se passe ici dans le jeune âge de la plante diffère de ce qui a lieu dans une durée plus longue de végétation, où l'accumulation des matières fixes dans les tissus finit par augmenter l'aliment que la plante puise dans le sol [§ 84]. Au reste, la proportion trouvée dans la végétation de la fève ne peut être qu'un minimum provenant de ce que l'humus ne pouvait pas pourvoir la plante de toutes les substances minérales qu'elle prend à la terre; elle suffit cependant pour donner une idée du rôle important de l'air dans la nutrition des végétaux. Nous verrons bientôt que la terre contribue aussi largement à doter l'air de ce gaz nutritif.

150. On n'avait pas cherché jusqu'ici à déterminer le volume d'acide carbonique mêlé à l'air confiné dans le sol, mais cette recherche a été entreprise par MM. Bous-singault et Levy (1); ils ont montré : 1° qu'une partie de l'air qui pénètre dans le sol a été employée à brûler le carbone et l'hydrogène de la matière organique du terreau; et à former du gaz acide carbonique; de sorte que la somme de ces deux gaz représente à peu près le volume de l'oxygène de l'air; 2° que cet air confiné renferme jusqu'à vingt-trois fois autant d'acide carbonique que l'air atmosphérique; 3° que sa quantité est d'autant plus grande qu'on a fumé récemment la terre, et qu'ainsi on l'a pourvue de matières en état de fermentation et de ferment propre à agir sur le terreau. La table suivante présente le résultat final de ces expériences; elle nous montre que le sol peut contenir de 741 à 80,543 litres

(1) *Comptes rendus*, t. xxxv, p. 774.

d'acide carbonique par hectare, à 30 centimètres de profondeur. La plus faible de ces doses a été trouvée dans un sable sous-sol de forêt, la plus forte dans une terre récemment fumée. Voici au reste les divers résultats obtenus par ces auteurs.

NATURE des TERRES.	ACIDE CARBONIQUE dans 100 parties d'air confiné		VOLUME de l'air confiné	VOLUME de l'acide carbonique contenu dans l'air
	en volume.	en poids.	dans un hectare	d'un hectare.
			mètres cubes.	litres.
Terre récemment fumée..	2.27	3.42	824	18,695
Autre terre récemment fumée.	9.78	14.18	824	80,543
Champ de carottes.	1.00	1.40	813	8,154
Vigne..	0.96	1.45	988	9,448
Forêt de Goersdorf.	0.86	1.30	412	5,540
Loam sous-sol de la forêt..	0.83	1.28	247	2,051
Sable sous-sol de la forêt..	0.24	0.37	309	741
Asperges anciennem. fumées	0.80	1.21	817	6,558
Asperges récemment fumées.	1.54	2.53	817	12,586
Sol très-riche en terreau.	5.63	5.44	1,472	55,457
Champ de betterave..	0.86	1.31	823	7,083
Champ de luzerne..	0.83	1.26	772	6,408
Champ de topinambour.	0.67	1.01	721	4,828
Prairie.	0.79	5.71	566	40,139

151. A mesure de sa formation le gaz acide carbonique doit s'écouler au dehors; il ne reste pas indéfiniment dans le sol. Cet écoulement, favorisé par la filtration des eaux, l'est aussi par la perméabilité du sol et

par les labours, qui, en lui ouvrant une issue et en dégageant le terreau de son contact, facilitent l'accès de l'oxygène, qui hâte sa fermentation et sa destruction au profit des récoltes, si ces labours sont bien entendus, mais à leur détriment s'ils sont intempestifs. Cet acide carbonique dégagé du sol se répand lentement dans l'atmosphère, et est absorbé en grande partie par les stomates des feuilles sous l'influence de la lumière. Il serait intéressant de doser l'air près du sol, entre les tiges des plantes, sous l'abri des feuilles, pour le comparer à l'air ambiant; il est probable qu'on le trouverait d'autant plus riche en acide carbonique qu'une végétation plus active annoncerait plus de fertilité dans le sol.

152. L'acide carbonique du sol, dissous par l'humidité, est absorbé par les racines et mêlé à la sève. On pourrait penser que la plante y trouve une grande partie de carbone qu'elle assimile; nous avons dit ailleurs [§ 29] qu'il n'ajoute rien à la masse de la plante, se dégageant entièrement dans l'atmosphère par l'évaporation de l'eau à laquelle il est mêlé. Dans une expérience qui a duré un mois et où deux lots de 10 grains de blé ont été cultivés dans du sable quartzueux pur, l'un a été arrosé avec de l'eau distillée, l'autre avec de l'eau saturée d'acide carbonique; ce dernier lot a constamment présenté une meilleure apparence, des organes foliacés plus étendus, il a crû avec plus de rapidité; mais, après avoir desséché les plantes de l'un et de l'autre lot, on a trouvé qu'elles pesaient presque exactement le même poids. Ainsi le gaz acide carbonique du sol est un véhicule plutôt qu'un aliment, il facilite la circulation, étend

les cellules des feuilles comme pour augmenter leur surface d'évaporation, mais il n'est pas assimilé.

133. Pour se faire une idée de la quantité d'acide carbonique qui passe dans les plantes, quand, dissous dans l'eau, il est absorbé par les racines, il faut partir de cette base qu'un litre d'eau dissout à saturation 1^g.9798 de ce gaz, et, si nous nous rappelons qu'un hectare de luzerne évapore en un mois 13,560 kilogrammes d'eau, on voit que le gaz écoulé par cette voie pèse 26^g.816 en supposant que la sève en soit saturée. On voit quelle faible influence il aurait sur la production de 2,000 kilogrammes de foin sec, contenant 950 kilogrammes de carbone; on voit aussi combien serait insignifiante cette voie d'écoulement pour dégager le sol de l'acide qui s'y forme incessamment par la fermentation du terreau, et que ce doit être par filtration lente à travers les pores du terrain qu'il doit nécessairement s'écouler.

134. Le sol contient plusieurs espèces de substances azotées, des débris organiques, de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux, des sels nitreux. L'analyse de quelques terres, faite par M. Payen au moyen de l'oxyde de cuivre, nous donne le total de l'azote qu'elles renferment, comme l'indique le tableau suivant :

	Azote pour 1 de terre en poids.
Terre de la Limagne d'Auvergne.	0.00320
— de Marville, près Saint-Denis.	0 00220
— maraîchère de Paris..	0.00497
— noire de Russie (tchernoyzen).	0.00170
— bolbène de Toulouse..	0.00070

Nous ne pouvons faire usage ici des résultats de M. Crocker obtenus par le mélange de la chaux à la terre, méthode qui ne sépare que l'ammoniaque (1).

135. Ici revient encore la question que nous nous sommes faite plus haut [114]. Quelle est l'origine de cette quantité considérable de matières organiques que renferme le sol? A-t-elle une source constante de renouvellement qui puisse faire croire à sa perpétuité? Si ce n'est dans les terrains habituellement couverts par des alluvions, il semble difficile d'admettre que les moyens extérieurs connus puissent accumuler de telles masses de substances azotées sur certaines terres, tandis que d'autres en sont complètement privées. Dans les exemples que nous venons de citer, la terre de la Limagne d'Auvergne contient 12,800 kilogrammes d'azote par hectare; or la dépouille annuelle d'une forêt ne donne que 31 kilogrammes d'azote, et 15 hectolitres de blé n'en fournissent que 30 kilogrammes; il faudrait donc que 353 récoltes de bois ou 426 de blé se fussent accumulées sans altération dans le terrain pour fournir cette quantité, supposition tout à fait improbable. Il faut donc en revenir, comme nous l'avons fait plus haut [§ 114], à conjecturer que le terreau normal du sol est une formation d'un âge fort ancien; et ce qui rend ce fait plus probable, c'est que les grands dépôts de terreau affectent les mêmes allures que les dépôts carbonifères. Ils occupent des espaces circonscrits et couvrent de vastes territoi-

(1) *Annalen der Chemie*, t. LVIII.

res : c'est ce que l'on voit en Auvergne et en Russie, où le tchernoyzen, dans lequel M. Murchisson a cru reconnaître une accumulation sous-marine, s'étend sur des espaces immenses, qui peuvent avoir été occupés par des lacs ou des marécages qui unissaient la mer Noire aux mers du Nord, et dans lesquels a eu lieu une longue succession de végétations de plantes marécageuses ; on peut en outre citer, dans chaque contrée, des bassins où sont accumulés des gisements tourbeux indépendants des dépôts actuels des eaux, et qui présentent cette matière organique dans des circonstances analogues entre elles.

156. Mais dans quel état se trouvent toutes ces matières azotées, pour qu'il soit encore nécessaire d'ajouter au sol d'autres matières azotées si l'on veut obtenir des récoltes abondantes ? Ainsi, dans la terre de Marville, il se trouve des substances azotées qui dosent 8,800 kilogrammes d'azote par hectare pris sur une épaisseur de $\frac{1}{3}$ de mètre : comment une fumure de 130 kilogrammes d'azote peut-elle y avoir les effets si considérables qu'on lui voit produire ? Il faut pour cela que ces substances existent dans le sol sous des combinaisons ou des confinements tels, qu'elles ne puissent être dissoutes ; ainsi, dans les terres de Versailles [§ 126], l'eau ne dissout que 1,158 kilogrammes d'humus, contenant $17^k.37$ d'azote, c'est-à-dire, ce qui suffit pour alimenter une récolte de $8^h.68$ de froment, et, quand on obtient 40 hectolitres, on conçoit qu'un engrais contenant 125 kilogrammes d'azote dont une partie au moins est soluble puisse être nécessaire pour fournir 80 kilogrammes d'azote à cette végétation vigoureuse.

157. Cependant ces substances azotées existent dans le sol, l'analyse le démontre. Quelle est la cause qui les rend latentes? Les agriculteurs savent que les premières fumures appliquées aux terres argileuses pauvres sont sans effet sur les récoltes, et que ce n'est qu'après plusieurs fumures consécutives qu'on éprouve toute l'efficacité de l'engrais : cela devra mettre déjà sur la voie de la faculté attractive de l'argile pour les substances fertilisantes. Bérard avait montré avec quelle avidité l'argile brûlée absorbait l'ammoniaque ; Liebig pensait même qu'il se formait des sels alumineux, dans lesquels l'ammoniaque jouait le rôle de base (1) ; les expériences de Way ont mis cette propriété hors de doute. Les eaux les plus corrompues, l'urine putréfiée, l'eau fétide du rouissage du lin, donnent des eaux potables après avoir coulé à travers une couche d'argile de 50 centimètres d'épaisseur. L'argile ne retient pas seulement l'ammoniaque, mais encore la chaux contenue dans l'eau de chaux ; les solutions de sels de chaux, de magnésie, de potasse, de soude, y peuvent laisser leurs bases, et l'on ne trouve plus que les acides dans l'eau de filtration. L'argile peut absorber 1 pour 100 de son poids de potasse et autant en proportion des autres bases. Cette propriété de l'argile tient-elle à l'affinité de l'alumine pour ces matières, affinité si remarquable quand elle se manifeste dans la teinture sur les matières colorantes, ou opère-t-elle mécaniquement à la manière de la gélatine

(1) *Introduction à la chimie organique*, p. cix.

et du blanc d'œuf, ou, par sa porosité, comme le charbon; ou enfin se présente-t-il une action chimique qui forme des sels alumineux, comme le pense Liebig? Ce qui ferait pencher pour cette dernière opinion, c'est que, si l'on ne trouve plus d'ammoniaque dans l'eau de filtration des drainages, elle y est remplacée par de l'acide nitrique, ainsi que l'a fait voir M. Barral [§ 140].

138. Nous avons montré plus haut [§ 43] la propriété qu'a le fer oxydé de s'emparer aussi de l'ammoniaque; aux expériences citées, de Vauquelin et de Chevalier, nous devons ajouter que les argiles qui contiennent des oxydes de fer, rougies au feu et exposées à l'air, ne tardent pas à devenir de véritables engrais par l'absorption de l'ammoniaque de l'atmosphère et aussi par la formation de cette substance par les réactions chimiques de l'hydrogène naissant et de l'azote gazeux (*Cours d'agriculture*, t. I, p. 93). En un mot, la plupart des matières terreuses participent par leur porosité de cette propriété de condenser et de former l'ammoniaque.

139. Il ne faut pas oublier d'ailleurs avec quelle lenteur le sol laisse passer les gaz entre ses interstices; la quantité d'acide carbonique qui s'y trouve confinée [§ 150] le démontre suffisamment. Mais, en même temps que la fermentation produit cet acide, il se dégage des sels ammoniacaux: c'est ce que MM. Boussingault et Lévy ont démontré, et ils ont constamment constaté la présence de 0^s.000032 d'ammoniaque ou 0^s.000026 d'azote dans 55 litres d'air confiné. Or, 1 mètre cube de terre arable contient 232 litres de cet air, nous aurons donc pour un hectare pris à $\frac{1}{3}$ de mètre de profondeur 3^k.64

d'azote et 4^k.48 d'ammoniaque (1), quantité toute disponible, pouvant servir à l'alimentation des végétaux.

140. Mais la plus grande partie des substances azotées du sol se trouve à l'état insoluble, parce que ce sont des principes organiques qui n'ont pas encore éprouvé les effets de la fermentation. On sait que le terreau, après avoir été dépouillé de son humus par le lavage, en fournit incessamment du nouveau jusqu'à ce qu'il soit épuisé. Avant d'avoir subi la fermentation, il renferme 0.024 d'azote; ainsi la terre noire de Russie, qui contient 0.0695 de terreau (*Cours d'agriculture*, t. I, p. 277), présente au moins 0.002224 d'azote; si cette terre pèse 400 kilogrammes le tiers du mètre cube, nous aurions pour un hectare à la profondeur de $\frac{1}{3}$ de mètre 8,896 kilogrammes d'azote; l'analyse en démontrait 6,800 kilogrammes (2). C'est qu'en effet la plus grande partie des substances azotées se trouvent encore à l'état d'insolubilité, car les récoltes ordinaires de 25 hectolitres de blé qui sont fournis par cette nature du sol n'indiquent pas plus de 50 kilogrammes d'azote dans l'humus soluble. Les expériences de M. Barral sur les eaux d'écoulement obtenues par le drainage semblent le mettre hors de doute, en signalant des circonstances où ces substances se manifestent clairement. Il avait trouvé que ces eaux contenaient cinq fois moins d'ammoniaque que les eaux de pluie (3), ce résultat con-

(1) *Comptes rendus*, t. xxxv, p. 770, 773.

(2) 1 kilogr. de terre contient 0^k,00170 d'azote [134].

(3) *Manuel de Drainage*, p. 731.

corde avec celui que M. Way a obtenu en Angleterre (1); mais, ayant cherché ensuite si l'eau de drainage ne contenait pas de l'acide azotique, M. Barral trouva que sa quantité était douze fois plus grande que dans l'eau de pluie (2). Il était donc évident que ces eaux aérées et chargées d'ammoniaque, dont on avait reconnu la disparition, avaient agi sur des matières qui s'étaient décomposées et en présence de l'ammoniaque avaient formé l'acide azotique, selon les vues indiquées par M. Kuhlmann (3). Tous les faits que nous venons de signaler ne laissent pas douter que les substances azotées du sol ne soient en effet des substances organiques, mises à l'abri de la fermentation, qui restent inertes pour la végétation quand elles sont dans cet état, et qui ne deviennent actives que quand, par des réactions de différentes espèces, on est parvenu à provoquer leur décomposition.

141. Quelque considérable que soit la masse de terre accumulée dans le sol, qui ne serait effrayé de sa rapide consommation, s'il devait seul fournir à l'alimentation des récoltes! Ainsi la terre noire de Russie, contenant 6,800 kilogrammes d'azote par hectare, aurait été épuisée par 136 récoltes de 25 hectolitres par hectare, telles que celles que l'on y fait annuellement, cependant ce terrain ne paraît pas s'appauvrir sensiblement; il faut donc qu'il y ait une autre source d'alimentation

(1) *Journal de la Société d'agriculture d'Angleterre*, t. I, p. 121.

(2) *Manuel de Drainage*, p. 736.

(3) *Expériences d'agriculture*, p. 6 et suiv

qui concoure avec le terreau préexistant pour fournir aux plantes leur nourriture. Un autre fait vient encore fortifier cette induction. Dans les parties méridionales de l'Italie, en Sicile, en Espagne, en Asie, en Afrique, et encore quelquefois en France, on trouve des terrains qui portent des récoltes de 9 hectolitres de blé, avec une année de repos intermédiaire, et cela de temps immémorial, sans recevoir aucune espèce d'engrais : la culture n'a pas cessé dans plusieurs de ces terres depuis la civilisation antique, qui elle-même, si l'on en juge par ses livres agronomiques, faisait peu d'usage du fumier. Si donc, dans ceux de ces terrains, non sujets à être couverts par des alluvions, il reste quelque trace de terreau, il ne provient pas d'engrais proprement dits, mais seulement des chaumes, des racines et des plantes adventices abandonnées sur le sol. Ici, il n'y a pas moyen de nier qu'il n'y ait quelques sources constantes de matières azotées, restituant périodiquement au terrain ce que lui enlèvent les récoltes.

142. Dans le siècle dernier, Bergman avait trouvé des traces d'acide azotique dans l'eau de pluie. Brandes analysa les eaux de pluie et y trouva des sels ammoniacaux, des chlorures, des sulfates, des carbonates et différentes bases alcalines et terreuses. Toutes ces matières formaient un résidu sec de 31 millièmes du poids des eaux. Zimmermann à Giessen, puis Liebig, reprirent ces travaux ; celui-ci ne trouva que rarement de l'acide azotique et seulement dans les pluies d'orage, mais il constata la présence de l'ammoniaque dans toutes les eaux de pluies, et il avança que ces eaux amenaient

sur la terre une quantité assez grande de cette substance pour suffire à l'alimentation des récoltes.

145. Depuis cette époque, on a fait plusieurs analyses des eaux de pluie; MM. Chatin et Marchand y ont trouvé du brôme et de l'iode, puis H. B. Jones y reconnu de nouveau la présence de l'acide azotique sans le doser. Ce n'est qu'en 1851 que commencèrent les recherches suivies de M. Barral, qui trouva dans les eaux de pluie les quantités des substances suivantes supposées réparties sur un hectare de terrain :

Ammoniaque..	42 ^k .931	Dose d'azote.	10 ^k .67	•
Acide azotique.	45 ^k .319	—	10 ^k .10	
			<hr/>	
			20 ^k .77	(1)

144. A son tour, M. Boussingault, voulant se mettre à l'abri de l'objection que l'on pouvait faire à M. Barral, celle d'opérer sur l'eau de pluie recueillie à Paris, au sein d'une atmosphère remplie des émanations d'une grande ville, en institua de nouvelles à la campagne, en Alsace. Du 26 mai au 16 novembre 1853, il a exécuté 157 analyses sur les eaux de 75 pluies. Il a constaté qu'après une forte sécheresse la pluie est plus riche en ammoniaque que celle qui tombe par intermittence dans une saison pluvieuse; qu'elle l'est plus au commencement qu'à la fin de la pluie, et qu'ainsi la quantité d'ammoniaque est relativement plus faible dans les pluies abondantes, de sorte qu'une chute d'eau de

(1) *Mémoires des savants étrangers*, t. XII, et *Comptes rendus*, t. XXXV, p. 439.

20 à 30 millimètres donnant 0.41 milligrammes par litre, celles de 0^{mm}.5 donneront 3.11 milligrammes. L'udomètre ayant reçu en totalité 1,750 litres d'eau, il s'y trouva 1^s.895 d'ammoniaque, par conséquent, 1 milligramme par litre. Ainsi la pluie moyenne étant en Alsace de 680 millimètres d'eau, l'hectare de terre recevrait 6^k.81 d'ammoniaque, la moitié environ seulement de ce que M. Barral a trouvé à Paris. La rosée contient 4 à 5 milligrammes d'ammoniaque par litre, et l'eau des brouillards de 2 à 50 milligrammes aussi par litre; mais à Paris, le 23 janvier 1854, M. Boussingault a trouvé 138 milligrammes d'ammoniaque par litre de cette eau. Il reste à regretter qu'il n'ait pas aussi dosé dans ces eaux météoriques les azotates, qui, selon M. Barral, sont en quantité plus considérable que le carbonate d'ammoniaque, et d'un effet d'autant plus important que le nitrate d'ammoniaque est plus stable que le carbonate [§ 44].

145. Une autre source du renouvellement de l'azote du sol pourrait se trouver dans l'action des corps poreux sur l'air humide pour y former de l'ammoniaque. Mulder ayant mis dans un bocal de l'acide humique préparé avec du sucre et de l'acide chlorhydrique, trouva qu'il dégageait de l'ammoniaque au bout de six mois de séjour; nous avons trouvé de l'ammoniaque dans l'argile brûlée laissée en contact avec l'air; enfin, le phénomène encore incomplètement expliqué de la nitrification des roches poreuses en l'absence de matières organiques ouvre un vaste champ de recherches sur ces combinaisons de l'azote de l'air, sur l'union possible de l'azote dissous dans l'eau avec l'hydrogène naissant, et sur la

conversion de l'ammoniaque en nitrate. (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 122) (1).

146. Le sol contient souvent des sulfates terreux ou alcalins : le terreau en renferme toujours, enfin nous avons vu [§ 137] que les eaux pluviales en fournissent toujours au delà des besoins de la plupart des plantes.

147. Comme le soufre, le phosphore n'entre que pour une petite quantité dans l'organisation végétale, à peine pour un cinquantième du poids des plantes, mais l'un et l'autre paraissent d'une indispensable nécessité, si l'on en juge par l'élan que l'application de ces substances produit sur la végétation dans les terrains où ils sont rares et dans ceux où ils manquent. Nous trouvons des phosphates de chaux et de magnésie dans presque tous les terrains calcaires secondaires; on se l'explique facilement, quand on pense à la quantité des débris de mollusques et d'autres animaux qu'ils renferment. On trouve aussi des phosphates dans les terrains plutoniques. L'apatite (phosphate de chaux cristallisé) accompagne souvent les granites, les basaltes, les schistes argileux, etc.; beaucoup d'eaux minérales tiennent des phosphates en dissolution; le terreau étant composé de débris organiques offre aussi des combinaisons phosphorées aux plantes; enfin, si l'on finit par trouver dans l'eau de pluie toutes les substances qui sont dissoutes dans l'eau de mer, on devra aussi y constater des phosphates. Mais comme celle-ci n'en contient qu'une faible quantité (2), on ne peut guère compter que cette

(1) Kuhlmann, *Expériences chimiques*, p. 5 et suiv.

(2) Liebig, p. 172.

source soit assez abondante pour compenser les pertes occasionnées à un terrain par la récolte.

148. Les argiles sont des silicates à base d'alumine et d'alcalis, mêlés ensemble à différentes proportions. De sorte qu'il y a des argiles riches en alcalis, et d'autres qui en sont presque complètement dépouillées. Les roches qui contiennent beaucoup d'alcalis comme les feldspaths, qui en ont 18 à 19 pour 100, les basaltes, 1 à 5 pour 100, les schistes argileux, 2 à 4 pour 100, transmettent ces alcalis aux argiles qui proviennent de leur décomposition, quand elle n'a pas été accompagnée de transports et de lavages, surtout avec des eaux acidulées. M. Kuhlmann a trouvé des alcalis dans toutes les terres calcaires qu'il a examinées et dans un grand nombre de substances siliceuses; les cendres volcaniques et tous les terrains qui avoisinent les volcans sont très-riches en alcalis; les sols d'atterrissement des côtes en présentent aussi des proportions considérables. Ordinairement les deux alcalis se trouvent mélangés quoiqu'en proportions différentes. La potasse, qui est l'alcali prédominant de la plupart des végétaux, est beaucoup moins abondante que la soude dans le règne minéral.

149. Les silicates sont décomposés par une forte chaleur; c'est ainsi que les volcans les mettent dans un état qui rend facile la séparation de la silice et des alcalis. L'écobuage ou le brûlement des terres argileuses produit le même effet sur les parties de ces terres qui sont atteintes par le feu le plus vif. Les silicates sont aussi attaqués par les eaux chargées d'acide carbonique, ce qui arrive à toutes celles qui ont séjourné dans la terre

pour peu qu'elles contiennent du terreau [§ 125]. Ces différentes menstrues agissent sur la surface des particules de l'argile; ainsi la terre fournit des alcalis solubles en proportion des degrés d'atténuation de ces particules. On ne peut donc compter sur une analyse où l'on pulvérise la terre dans un mortier et où on la soumet à de violentes réactions, pour juger de la quantité d'alcalis actuellement disponibles pour une récolte: ce n'est que par la lixiviation de la terre que l'on parvient à la connaître. Mais aussi nous savons que l'on augmentera la solubilité de l'alcali qui se trouve dans un sol à l'état insoluble par tout ce qui désagrègera ce sol : ainsi les labours, la gelée, l'écobuage, atténuent la grosseur des particules et accroissent les surfaces attaquables des silicates alcalins.

150. Les eaux pluviales renferment de grandes quantités de sels alcalins. M. Isidore Pierre a trouvé dans les eaux de pluie recueillies à Caen, pendant dix-sept jours du mois de mars 1851, un résidu salin pesant les 0.026 de l'eau; pouvant donner dans l'année, par hectare, 60 kilogrammes de chlorures dont les $\frac{2}{3}$ à l'état de sel marin, plus 33 kilogrammes de sulfates divers contenant plus de la moitié de leur poids d'acide sulfurique; sels suffisants pour fournir à trois récoltes de betteraves, dix d'avoine et vingt-cinq de froment (1).

151. La chaux est la base d'un grand nombre de roches, les terrains anciens et les alluvions qui en proviennent en sont souvent dépourvus. Il arrive aussi que

(1) *Annales agronomiques*, 1851, p. 471.

des sols assez fortement calcaires situés sur des pentes surmontées par des cimes boisées ou herbeuses, d'où découlent des eaux fortement imprégnées d'acide carbonique, sont dépouillées progressivement de leur carbonate de chaux par ces lavages qui rendent cette substance soluble. On a des exemples remarquables de ce phénomène autour de la grande Chartreuse de Grenoble, où des terrains, formés de débris de roches calcaires siliceuses, ont fini par ne plus contenir que de la silice et de l'argile.

152. Cependant nous ne sachions pas que l'on eût jamais trouvé une plante complètement dépourvue de chaux, même quand elle avait crû sur le terrain qui n'en présentait pas trace. Alors on attribuait sa présence aux poussières répandues dans l'air avant qu'on ne l'eût reconnue dans les eaux de pluie; mais M. Isidore Pierre, ayant trouvé 26 kilogrammes de chaux dans les eaux qu'il a recueillies à Caen (1), cette quantité se trouve suffisante pour que les plantes ne soient pas privées de cette substance, si elle est insuffisante pour procurer de bonnes récoltes qui en absorbent des doses considérables.

153. Il en est de même de la magnésie. Beaucoup de terrains proviennent des débris de roches qui en contiennent, mais elle manque à peu près absolument dans d'autres, et cependant toutes les graines renferment des phosphates de magnésie. Comme la dose en est petite, et que les eaux de mer et celles de pluie renfer

(1) *Annales agronomiques*, 1851, p. 471.

ment des sels magnésiens, il est probable que c'est à cette source que les plantes prennent la magnésie qui leur est nécessaire quand le sol ne la leur fournit pas.

154. Il est presque inutile de demander l'origine du fer qui entre dans l'alimentation des plantes, quand on sait que ce sont les composés ferrugineux qui colorent les terres, et que l'on observe l'infinie variété des teintes de nos champs, depuis le rouge foncé jusqu'au clair, et la rareté des terrains qui sont d'une complète blancheur; d'ailleurs ces derniers sols sont classés parmi les moins fertiles. L'eau acidulée et la matière sucrée de l'humus dissolvent les oxydes de fer.

155. L'absence de la silice dans les terres arables est un fait bien rare. On y trouve cette substance sous plusieurs formes :

1° Dans son état le plus simple, celui d'acide silicique, on le connaît sous le nom de quartz de cristal de roche, de sable siliceux. L'acide silicique est insoluble dans l'eau et dans les acides minéraux les plus forts. C'est seulement sous l'action des alcalis et à une haute température qu'on parvient à le dissoudre;

2° Les silicates alcalins et terreux sont attaqués par l'eau chargée d'acide carbonique, puis l'eau sucrée. Ces différents silicates se trouvent principalement dans ces mélanges de silicates divers que l'on appelle de l'*argile*. L'argile présente presque toujours à la fois des silicates d'alumine, de fer, de potasse et de soude;

3° Enfin, un grand nombre de sources contiennent la silice hydratée en solution et la transportent sur le champ qu'elles arrosent. Cette silice après avoir été des

séchée se redissout facilement dans les eaux alcalines et acidules.

156. Ainsi, dans la plupart des cas les plantes ne manquent pas de silice. Cependant il est des terrains quartzeux, pauvres en humus, et des terrains calcaires où les céréales qui exigent beaucoup de silice en^o manquent et versent, faute de pouvoir former cet épiderme siliceux qui leur sert d'étui, qui constitue leur solidité et leur donne la force de se maintenir debout. On s'assure de la cause de cet accident en incinérant les pailles qui, dans le froment, par exemple, doivent contenir de 60 à 72 pour 100 de silice à l'état normal. Une dose notablement inférieure constatée dans le blé versé indiquerait la nécessité de pourvoir artificiellement à ce déficit, ou de ne cultiver, dans le terrain ayant produit une telle récolte, que des plantes peu avides de silice.

CHAPITRE VI.

Consommation alimentaire des végétaux.

157. Nous avons vu [§§ 84, 132] que les plantes puisent dans l'atmosphère la plus grande partie de leur carbone et de leur oxygène; une autre partie de leur oxygène et leur hydrogène provient probablement de la décomposition de l'eau puisée dans le sol ou absorbée par les feuilles [§ 59]; leur azote leur est fourni par le sol, excepté les faibles parties d'ammoniaque qu'elles peuvent aspirer dans l'air atmosphérique; enfin, toutes leurs matières fixes sont aussi puisées dans le sol, si ce n'est quelques poussières répandues dans l'air et dissoutes dans la rosée.

158. Voyons cependant comment les plantes pourront recevoir les matériaux nutritifs qu'elles exigent. Prenons, comme exemple très-favorable quant au rôle que joue le sol dans cet approvisionnement, les terres du domaine de Versailles. Nous trouvons dans ses parties solubles 19.2 kilogrammes d'azote, et 519 kilogrammes de matières fixes [§ 126], et dans 100 kilogrammes de froment nous avons 2.99 d'azote ou 15.51 de matières fixes. Ainsi, ces terres fourniraient l'azote

nécessaire à 642 kilogrammes de froment, tandis que les matières fixes solubles suffiraient à 3,282 kilogrammes de cette denrée. Ce premier coup d'œil nous montre que ce sont les substances azotées qui font défaut les premières. Or quand plusieurs principes sont nécessaires à l'existence d'un être vivant et qu'ils ne sont pas tous fournis en proportion de ses besoins, c'est du principe le plus rare qu'il faut surtout se préoccuper. Dans un navire approvisionné abondamment de vivres, mais n'ayant qu'une faible provision d'eau, le nombre de jours que l'on pourrait tenir la mer au moyen de vivres sera indifférent, mais on devra compter les jours de traversée par celui des rations d'eau. Dans les cultures de blé, ce n'est pas non plus sur 3,284 kilogrammes que nous devons compter, mais seulement sur 642 kilogrammes, et pour en obtenir une quantité calculée sur les matières fixes dont on dispose, il faudra fournir de l'azote jusqu'à la concurrence de 98 kilogrammes. Dans ce raisonnement nous supposons que les matières fixes elles-mêmes contiennent toutes les substances nécessaires à 3,282 kilogrammes de blé; nous examinons plus loin la question sous le point de vue de savoir dans quelles proportions sont nécessaires chacun des éléments minéraux.

159. Portons maintenant notre attention sur un autre genre de végétal. Voici un hectare de luzerne qui a produit en cinq ans 64,000 kilogrammes de fourrage, et avec ses racines et ses débris 122,554 kilogrammes de matière sèche (*Cours d'agriculture*, t. IV, p. 630), savoir :

Matières fixes..	9,054 ^k .20
Matières combustibles.	111,323 ^k .80
Azote..	1,976 ^k .00
	<hr/>
	122,354 ^k .00

A quelle source cette plante peut-elle avoir puisé ces matériaux? 1° L'humus n'a pu lui fournir annuellement que 19^k.20 d'azote qui, renouvelés cinq fois par la fermentation du terreau, ne donneraient pourtant que 72^k.5 d'azote; 2° pendant cinq ans la terre a reçu de l'ammoniaque des eaux de pluie, 6^k.81 d'azote par an [§ 144] et, par conséquent, 34^k.05; 3° au moment de semer la luzerne on a appliqué à la terre un engrais contenant 850 kilogrammes d'azote; 4° pendant la végétation, et au moment de la fenaison, les folioles tombées lui ont laissé un engrais facilement décomposable, contenant 420 kilogrammes d'azote. Ainsi la luzerne pouvait disposer de :

Azote de l'humus..	72 ^k .50
— de l'ammoniaque des pluies.	34 ^k .05
— des fumiers..	850 ^k .00
— des débris divers..	420 ^k .00
	<hr/>
	1,376 ^k .55
L'azote des récoltes a été de..	1,976 ^k .00
	<hr/>
Reste à trouver.	599 ^k .45

supposant toutefois que le terrain fût épuisé après la récolte de luzerne, ce qui est fort loin d'être exact.

160. Où chercher cette énorme quantité d'azote que nous trouvons en plus dans les plantes? Ce n'est pas,

certes dans l'atmosphère, quand nous savons la faible dose d'ammoniaque qu'elle renferme, mais nous savons aussi qu'avec la matière azotée soluble la terre possède une richesse latente, souvent considérable, qui ne se révèle qu'au moyen d'analyses délicates; qu'ainsi dans la terre de Marville, par exemple, nous avons 8,800 kilogrammes d'azote par hectare [§ 154]. Cette richesse est intimement liée au sol, soit par des combinaisons chimiques, soit par l'état de ses matériaux organiques non décomposés, soit par condensation dans les pores du terrain. Mais quand on pense à la puissance d'un peu d'acide carbonique, à celle des alcalis, à celle d'un peu de matière sucrée pour dissoudre les matières les plus dures, on peut concevoir que les racines des plantes, qui, dans les légumineuses et quelques autres familles qui passent pour améliorantes, sont des réservoirs de matières sucrées, puissent, par des excréments de cette nature qui auraient lieu à l'extrémité de leurs radicules, ou par toute autre affinité ou action catalytique, attaquer ces matières azotées; on peut admettre que cette action est d'autant plus forte que la végétation est plus vigoureuse.

161. Nous trouvons, en effet, que l'emprunt fait à la terre est d'autant plus faible, que les plantes, moins secondées dans leur jeunesse par des engrais solubles, ont une constitution moins forte, et qu'il s'accroît avec la force que des engrais plus riches communiquent à la végétation. La luzerne de Gilbert (*Cours d'agriculture*, t. IV, p. 432) produisait seulement 6,619 kilogrammes de foin en quatre ans, pesait avec ses racines 11,400 kilogrammes,

et dosait 205 kilogrammes d'azote. Elle avait eu à sa disposition :

3 années d'humus.	21 ^k .70 d'azote.
Eau pluviale de 4 ans..	27 ^k .20
Folioles desséchées..	45 ^k .00
Fumier..	108 ^k .00
	<hr/>
	199 ^k .90
Ce qui retranché de.	205 ^k .90
	<hr/>
Donne..	5 ^k .10

Ainsi, cette luzerne avait pu ne prendre à la terre qu'une quantité insensible de son azote latent.

162. Autre exemple : Pour une luzerne citée par Crud (Cours d'agriculture, t. IV, p. 132), on trouve :

4 années d'humus.	55 ^k .50 d'azote.
5 années de pluie.	27 ^k .20
Folioles.	285 ^k .00
Fumier.	224 ^k .00
	<hr/>
Total.	571 ^k .70

La somme des récoltes a été de 44,020 kilogrammes de foin, dosant, avec les racines, 983 kilogrammes d'azote. Ainsi donc, il y a eu 421 kilogrammes d'azote enlevés aux substances organiques du sol. Nous pouvons donc en conclure qu'avec de pauvres luzernes, il n'y a point d'action sur le terreau insoluble; mais avec des luzernes disposant d'un engrais dosant 199 kilogrammes d'azote, il y a $\frac{121}{120} = 0^k.96$ d'azote mis-en liberté pour 100 kilogrammes de fourrage; et avec une luzerne disposant de 1,576 kilogrammes d'azote, il y a $\frac{599}{630} = 0^k.95$ d'azote

mis en liberté pour 100 kilogrammes de fourrage produit, c'est à-dire à peu près la même quantité dans les deux derniers cas. On voit donc qu'il y a un degré de vigueur qui détermine les plantes à puiser dans le sol une quantité d'azote supplémentaire considérable.

165. Ainsi il paraît très-probable qu'outre les quantités de substances azotées solubles qu'elles ont à leur portée, les plantes puisent dans les matières azotées insolubles une certaine quantité d'aliments quand leur végétation est assez vigoureuse pour combattre et vaincre, nous ne savons de quelle manière, les affinités qui retiennent l'azote soit dans des composés organiques, soit dans leurs combinaisons avec des matières minérales, soit enfin dans son confinement dans les corps poreux.

164. En considérant que certaines plantes possèdent plus éminemment que d'autres la faculté de s'emparer, d'assimiler, et enfin de présenter dans leurs produits une quantité de substance azotée plus grande que celle qui est contenue dans les matières albuminoïdes ou ammoniacales solubles du sol et des engrais, on peut diviser les végétaux en deux classes : ceux qui possèdent le plus distinctement cette propriété composent la première; ceux qui puisent tous leurs principes alimentaires dans les matières solubles contenues dans le sol et dont l'analyse ne reproduit que l'équivalent de ces matières, composent la seconde. La limite exacte qui sépare ces deux classes ne nous semble pas possible à déterminer, car une plante de la première classe et d'une végétation faible, n'agit que sur les substances

déjà solubles, et, d'un autre côté, il paraît qu'une végétation vigoureuse des plantes de la seconde classe la rend susceptible de s'approprier même l'azote latent du sol. C'est la conclusion que sembleraient entraîner certaines récoltes extraordinaires de froment. En général, les plantes de la première classe sont des plantes vivaces ou bisannuelles, des arbres, des plantes légumineuses, etc., en un mot, celles où une vaste surface évaporante, comparativement à leur volume et à leurs produits en semences, provoque et facilite une abondante ascension de la sève, mais toujours sous la condition que leur végétation initiale soit rendue très-vigoureuse, dès leur naissance, par d'abondants aliments solubles.

165. On a appelé améliorantes les plantes de la première classe; elles le sont en effet, en mettant en circulation des principes azotés qui étaient dans un état inerte. Ces plantes sont d'habiles mineurs qui tirent du sol, séparent de sa gangue, le principe précieux que ce sol renferme. Elles améliorent la position de l'homme qui les cultive, auquel elles fournissent des moyens de productions nouvelles, mais c'est en épuisant la terre de sa richesse latente. La différence que les cultivateurs intelligents mettent entre les sols qui ont porté longtemps des végétaux de la première classe, la luzerne, la garance, la betterave même, et les terres vierges qui, presque sans engrais, donnent abondamment dès l'abord ces produits, qu'il faut leur arracher plus tard à force d'engrais, est une manifestation pratique de cette vérité. Faut-il s'adresser à cette considération dans la

crainte de déshériter la postérité et renoncer à la culture des plantes de la première classe? Il faudrait donc aussi arrêter l'raction des métaux et des houilles pour laisser aux gnomes cette richesse que nous retirons à notre profit.

166. Mais ce n'est pas seulement la quantité totale des matières solubles qu'il faut considérer dans les rapports du sol avec l'alimentation des plantes, c'est aussi la nature de ces matières. Une plante aura beau rencontrer dans ces terrains la quantité d'ammoniaque qui lui est nécessaire, elle n'aura qu'une végétation maldive dans un sol en apparence fertile, si elle ne trouve en même temps les doses de phosphore, de soufre, d'alcalis, de chaux, de fer, de silice soluble, proportionnelles à cette quantité d'azote. Soit la terre de la Sablière, à Versailles [§ 126], qui contient les matières solubles indiquées par la table suivante :

	POUR 100 DE TERRE.	PAR HECTARE, la terre pesant 500 kil. le tiers de mètre cube.
Azote..	0.000584	19 ^k .20
Acide sulfurique.	0.001720	86 ^k .00
— phosphorique..	0.000517	25 ^k .85
— chlore..	0.000242	12 ^k .10
Chaux..	0.004585	219 ^k .15
Magnésie.	»	»
Alcalis.	0.001170	58 ^k .50
Silice..	0.002072	105 ^k .60
Fer et alumine.	0.000136	6 ^k .80
	<hr/>	<hr/>
	0.010240	512 ^k .00

100 kilogr. de froment exigent :

Azote.	2 ^k .99
Acide phosphorique.	1 ^k .58
Chlore..	0 ^k .08
Chaux.	1 ^k .25
Magnésie..	1 ^k .07
Alcalis..	2 ^k .08
Silice.	9 ^k .45
Fer et alumine.	0 ^k .14
	<hr/>
	15 ^k .65

Ainsi, en comparant ces tableaux, nous trouvons que la quantité de froment que pourrait produire chacune de ces substances isolées avec le concours d'une même proportion des autres substances, serait la suivante :

Par l'azote.	640 ^k de blé.
Par la silice.	1,090
Par le phosphate..	1,590
Par les alcalis..	2,810
Par le fer.	4,850
Par le chlore..	15,120
Par l'acide sulfurique..	55,800

On voit que, dans le terrain très-siliceux que nous avons pris pour exemple, c'est la silice soluble qui manque le plus après l'azote, et pour obtenir une récolte de 2,340 kilogrammes de blé (30 hectolitres) par hectare, l'azote, la silice, le phosphate, manquent à des degrés différents.

167. Les mêmes difficultés se présentent pour la luzerne. Pendant sa durée de cinq ans, elle a produit 64,000 kilogrammes de foin, et un poids total de

122,554 kilogrammes de matières solides. Mais il faut se rappeler que cette plante a des racines pivotantes qu'elle enfonce très-profondément, et que l'on a vues dans certains cas acquérir jusqu'à 16 mètres de longueur (*Cours d'agriculture*, t. IV, p. 428). Or, quoique la quantité de matière assimilable diminue avec la profondeur, cependant il en existe encore à des distances très-grandes de la surface, sans compter celle que doit mettre en liberté l'action des racines sur les matières fixes, en s'emparant de leur ammoniaque latente. La difficulté de s'approprier des matières solubles dans les couches profondes, explique bien d'ailleurs comment la luzerne, aussi bien que les autres végétaux à racines pivotantes, ne peuvent être cultivés de nouveau sur le même terrain, qu'après un intervalle de temps assez long ; d'autant plus long, que les racines pénètrent plus avant, au-dessous de la couche de terrain où se déposent les débris des végétaux et les engrais, dont les extraits entraînés par les eaux pluviales doivent renouveler la richesse des couches inférieures.

168. En prenant pour bases certaines analyses comme nous l'avons fait dans le cours de ce chapitre, nous n'avons nullement prétendu qu'elles représentassent la composition invariable de la plante. Il y a des modifications à cette composition selon la vigueur des plantes, leur idiosyncrasie, le sol où elles sont cultivées, les substances solubles que ce sol renferme.

C'est ainsi que dans la semence de la fève, cinq analyses différentes nous donnent les cinq compositions suivantes :

	Acide sulfurique.	Acide phosphorique.	Chlore.	Alcalis.	Chaux.	Silice.
1. De Saussure (1)..	"	18.90	"	25.00	"	"
2. De Saussure. .	1.34	37.94	1.50	39.98	7.26	2.40
3. Eichers.	1.00	25.67	0.75	47.14	5.33	0.51
4. Boussingault (1).	"	35.10	"	45.46	4.72	0.47
5. Buchner. .	2.28	35.47	"	42.78	5.38	1.18

On voit ici que les différences de composition se renferment dans certaines limites, et que les mêmes substances conservent la même prépondérance dans chacune de ces analyses; mais on peut aussi conclure des analyses chimiques qu'une plante ne serait pas absolument condamnée à périr, si elle ne trouvait pas la proportion maximum qui se trouve entre ses principes composants. Mais quand l'équilibre est trop fortement rompu, quand le déficit de quelques-uns de ces principes nécessaires est trop marqué, alors la plante ne mène qu'une vie pénible, imparfaite. La nature a de grandes ressources pour la conservation des espèces; elle amoindrira tous les autres organes, les rendra chétifs, pour arriver à produire quelques semences; on aura encore l'espèce, le végétal, on n'aura plus le produit. Quand un froment végète misérablement sur certains terrains argilo-siliceux dont on quadruple la récolte en lui appliquant de la marne ou de la chaux, il est impossible de se refuser à croire qu'il existe une dose de chaux nécessaire à son complet développement. Il en est sans doute de même des autres principes. La statique agricole ne sera définitivement établie que quand on aura constaté pour

(1) Analyses incomplètes.

chaque végétal cette pondération entre tous les principes constituants, sa ration d'entretien, ses rations d'accroissement comme pour les animaux. Nous sommes encore aujourd'hui bien éloignés de ce point que nous ne pouvons qu'indiquer.

169. Jusque-là, nous sommes réduits à faire une hypothèse qui se vérifie assez souvent pour qu'elle puisse nous servir dans la pratique, sans laisser trop de prise à l'erreur; c'est d'admettre qu'il existe et qu'il se forme dans le sol une quantité de matières fixes solubles, proportionnée à la quantité de matières azotées solubles qu'il contient. Cela veut dire, en d'autres termes, que nous supposons que les matières azotées de la terre et des engrais deviennent des ferments dont l'action est proportionnée à leur teneur en azote, et assez puissants pour convertir en dextrine, en matière sucrée, en acide carbonique, les éléments de ces substances, et à en faire des menstrues propres à dissoudre les matières fixes insolubles; et c'est ainsi que l'azote des matières azotées est devenu l'unité par laquelle on apprécie la fertilité, pourvu qu'on y joigne d'ailleurs les autres principes qui manquent absolument au sol. C'est sur cette base que se fonde le calcul empirique des valeurs relatives des engrais.

CHAPITRE VII.

Des engrais.

170. On donne le nom d'*engrais* à toute substance que l'on administre aux plantes pour suppléer à l'insuffisance des principes alimentaires contenus dans le sol. On avait restreint, d'abord, la signification de ce mot aux seules substances organiques, mais depuis que les idées sur l'alimentation ont pris plus de généralité, depuis que l'on a reconnu que les différents principes qui entrent dans la composition d'un végétal, lui sont essentiels, quoique à des degrés différents; depuis aussi que l'on en a vu plusieurs, comme le phosphore et le soufre, se trouver également dans les substances organiques et dans les matières inorganiques, on a senti la nécessité d'étendre le nom d'engrais à toutes les matières des deux règnes, qui peuvent servir à l'alimentation du végétal, et l'on a réservé le nom d'*amendement* à celles qui sont simplement destinées à modifier la constitution physique du sol. Sans doute quelques-unes de ces dernières substances contiennent aussi quelques principes alimentaires, mais

on leur applique le nom d'engrais ou celui d'amendement, selon l'usage principal auquel on les destine : elles sont des engrais, si elles doivent faire partie de l'alimentation du végétal; elles forment un amendement si leur rôle principal est de modifier la structure du sol.

171. On pourrait donner le nom d'engrais *absolu* à celui qui contiendrait à l'état soluble une quantité de principes différents, suffisants pour alimenter une récolte *maximum* d'une plante quelconque, dans un sol privé de tous ces principes. Pour se faire une idée de la composition de cet engrais, résumons d'abord dans le tableau suivant les principaux éléments d'une récolte complète des plantes les plus exigeantes :

Plantes récoltées.	Récolte.	Azote.	Alcalis.	Acide		Chaux.	Silice.
				sulfurique.	phosphorique.		
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
BLÉ..	3000	99.00	61.20	4.80	47.40	34.50	225.50
FÈVES. .	2640	145.20	61.10	1.04	36.05	12.22	6.69
POMMES DE TERRE (tubercules)..	29000	257.99	177.00	4.45	36.56	66.00	369.64
COLZA. .	2856	156.78	117.16	29.39	75.57	45.56	16.24
TABAC (feuilles)..	3850	406.56	198.00	4.50	35.40	408.00	105.40
TRÈPLe SEC..	8044	164.80	168.00	12.52	39.00	152.00	52.88
CH'NVRE (flasse)..	1000	655.78	152.90	17.96	53.88	682.48	107.76

Quel sera l'engrais suffisant pour obtenir à volonté une quelconque de ces récoltes? En cherchant le maximum de consommation de ces différents principes pour les plus exigeantes, nous trouvons :

Pour l'azote, par le chanvre..	655 ^k .78
Pour les alcalis, par le tabac.	198 ^k .00
Pour l'acide sulfurique, par le colza.	29 ^k .29

Pour l'acide phosphorique, par le colza.	73 ^k .57
Pour la chaux, par le chanvre..	682 ^k .48
Pour la silice, par la pomme de terre.	369 ^k .64

Mais un engrais pareil, s'il était possible de le composer, nous laisserait des résidus considérables de diverses substances pour chacune de ces récoltes; ainsi il resterait après les récoltes suivantes :

Plantes récoltées.	Azote.	Alcalis.	Acide sulfurique.	Acide phosphorique.	Chaux.	Silico.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Blé.	614.00	157.00	24.59	26.17	714.50	146.14
Fèves.	568.00	156.90	24.36	37.52	706.78	562.95
Pommes de terre.	455.00	21.00	24.91	37.01	713.00	0.00
Colza.	576.62	80.84	0.00	0.00	733.64	555.40
Tabac.	306.84	0.00	24.89	38.17	571.00	264.15
Chanvre.	0.00	65.10	11.45	16.69	0.00	261.88

On voit qu'un pareil engrais ne profiterait jamais complètement à aucune des plantes que l'on cultiverait, laisserait trop de marge aux déperditions de différents genres qu'il éprouverait, en attendant qu'une nouvelle récolte vînt en absorber le superflu. Il est certain, d'ailleurs, que l'on ne cultive pas une terre dépourvue aussi entièrement de tout principe de fertilité, et que, dès lors, il faut tenir compte de la richesse acquise du sol, avant de lui appliquer des engrais.

172. C'est donc surtout un engrais *complémentaire* que l'on doit rechercher, engrais qui varie nécessairement selon le sol et selon l'espèce de plante cultivée. L'art de l'agriculture n'est pas encore arrivé à ce degré de perfection qui mesure l'aliment à la plante, comme on le fait à l'animal. Dans la pratique, on suppléera à l'exactitude scientifique par des tâtonnements qui con-

duiront à des résultats plus ou moins approximatifs; mais dans ce traité c'est de l'exactitude scientifique que nous devons approcher.

173. On se tromperait beaucoup si l'on croyait pouvoir connaître les éléments dont se doit composer un engrais complémentaire, par la seule analyse des plantes. Ce terrain, que la combustion nous signale comme riche en terreau, pourra ne contenir qu'une faible quantité de matières fixes solubles. Sera-t-il nécessaire de faire entrer dans l'engrais toutes les matières dont la plante peut avoir besoin? Nullement. Il suffit qu'elles existent à l'état insoluble dans le sol (*voyez l'Analyse qualitative des terrains, Appendice n° 1, p. 561*); ajoutez alors seulement les matières fixes qui lui manquent, et des matières albumineuses servant de ferment. Une partie de terreau entrera en fermentation, et si, après quelque temps vous renouvelez l'analyse de l'humus, vous serez tout surpris d'y trouver une grande partie de matières fixes que vous n'avez pas ajoutées à l'engrais. Il s'est donc formé des substances douées de la faculté dissolvante qui ont suffi pour rendre solubles les matières minérales qui les entouraient (*Analyse de l'humus, Appendice n° 2, p. 563*). Nous avons constaté cet effet dans l'application des tourteaux; leur mélange avec de la silice quartzense, du carbonate, du sulfate, du phosphate de chaux insolubles, nous a donné des solutions de ces substances après la fermentation de la masse. On n'expliquerait pas sans cela les récoltes produites par les matières azotées, et qui absorbent bien au delà des matières fixes, actuellement solubles dans le sol.

174. Mais aussi ces engrais azotés agissent en hâtant la destruction du terreau. Nous aurions donc raison de réserver le nom d'engrais *complet* à celui qui, après avoir procuré une récolte *maximum*, laisserait la terre aussi bien pourvue de matières susceptibles de fermenter qu'elle l'était avant son application, et d'engrais *incomplet* à celui qui, procurant une récolte égale, enlèverait au sol une partie de ses substances ternaires (ligneux, cellulose, dextrine, etc.), ou de ses substances minérales sans les remplacer, et qui par la continuité de son emploi verrait diminuer ses effets à chaque récolte, à défaut de matières sur lesquelles il pût agir pour reconstituer l'humus, ou à défaut de substances sur lesquelles l'humus pût agir pour les rendre solubles.

175. Suit-il de là qu'on ne doive jamais employer un engrais incomplet? Non sans doute. Si le sol contient en réserve une quantité considérable de terreau et de substances minérales, alors l'emploi des engrais purement et principalement azotés hâtera la décomposition du terreau au profit des récoltes, et c'est un emploi utile aussi bien à ces récoltes qu'au terrain lui-même. L'art de l'agriculteur est de connaître les justes limites de l'usage qu'il doit faire de ces ressources et l'expérience habituelle peut l'en instruire.

176. Prenons pour exemple ce qui se passe dans la culture du blé; sa composition nous présente les proportions suivantes, pour 100 kilogrammes de blé sec et les 300 kilogrammes de paille qui l'accompagnent :

Substances albuminoïdes.	18 ^k .75
— ternaires..	264 ^k .30
Matières fixes.	16 ^k .95
	<hr/>
	300 ^k .00

Mais les substances ternaires formées de carbone, d'hydrogène et d'oxygène ont été fournies en plus grande partie par l'atmosphère; la terre n'a donné que la partie de l'humus qui a servi de menstrue aux matières fixes et qui en forme les $\frac{85}{100}$ [§ 126]; nous n'avons donc à demander au sol que :

Substances albuminoïdes..	18 ^k .75
— ternaires.	14 ^k .07
Matières fixes.	16 ^k .95
	<hr/>
	49 ^k .77

177. Les terres de Versailles réputées fertiles ne contiennent que 0^k.128 d'humus sec par mètre carré à $\frac{1}{3}$ de mètre de profondeur [§ 126], renfermant 1.50 pour 100 d'azote, ou par hectare 19^k.20 d'azote et 120 kilogrammes de matières albuminoïdes, c'est ce qui peut suffire à une récolte de 640 kilogrammes de blé seulement; il est donc bien évident que, dans une culture énergique, il faudra employer des engrais complémentaires. Dans ces terres, les trois ordres de substances se trouvent dans les proportions suivantes, en prenant pour point de départ la quantité d'engrais azoté nécessaire pour produire 100 kilogrammes de blé, savoir :

Substances albuminoïdes.	18 ^k .75
— ternaires.	91 ^k .77
— fixes..	107 ^k .75
	<hr/>
	218 ^k .25

On voit qu'il y a excédant de matières fixes et ternaires.

178. Le fumier de ferme que nous appliquons à ces terres donnera :

Substances albuminoïdes.	18 ^k .75
— ternaires..	300 ^k .58
— fixes.	364 ^k .60
	<hr/>
	685 ^k .75

Ici encore on trouve un excès des substances ternaires et fixes. Un terrain longtemps et abondamment fumé de la sorte a besoin de l'application d'engrais fortement azotés pour provoquer l'absorption de toutes les autres substances qui l'encombrent.

179. Le tourteau de colza nous donne à son tour les proportions suivantes :

Substances albuminoïdes..	18 ^k .75	
Huile..	7 ^k .87	} 25 ^k .19
Autres substances ternaires..	17 ^k .52	
Matières fixes (cendres).	5 ^k .48	
	<hr/>	
	47 ^k .42	

180. Ceci posé, voici ce que nous apprend l'expérience agricole faite en grand. Si dans les terres fortement calcaires du centre du département de Vaucluse, on fume chaque année avec du tourteau, les terres *s'effritent*, c'est-à-dire, qu'elles perdent graduellement leur

terreau et finissent par devenir peu sensibles à l'effet des tourteaux; mais si à deux fumures de tourteau on fait succéder une fumure de fumier de ferme, ou que chaque fumure soit combinée de manière que le tourteau fournisse les deux tiers des matières albuminoïdes et le fumier de ferme le tiers seulement, alors l'équilibre est au moins rétabli entre la consommation et la restitution de ce terreau, et les terres conservent leur fertilité. Or, dans ce cas nous avons :

	SUBSTANCES		
	Albuminoïdes.	ternaires.	fixes.
	k.	k.	k.
2 fumures de tourteau.	37.50	50.38	6.96
1 fumure de fumier.	18.75	300.38	364.60
	56.25	350.76	371.56
Fumure moyenne.	18.75	116.92	123.25

Ainsi nous avons encore ici, outre un grand excédant de matières fixes, près de huit fois la quantité de ligneux que requièrent les récoltes. Quelle que soit la partie de cet excédant qui se disperse en acide carbonique, il est bien probable que la plus forte partie reste dans le sol à l'état de terreau épuisé de ferment, et que l'on pourrait sans beaucoup de danger, rendre encore plus rare le retour du fumier d'étable.

181. Si pour déterminer les proportions d'engrais complémentaire, il suffisait seulement de connaître la quantité de substances albuminoïdes, ternaires et fixes de la plante, du sol et de l'engrais, le problème serait plus facile qu'il ne l'est en effet. Mais il faut tenir compte aussi de la nature des matières contenues dans les cendres, car telles de ces matières comme les sulfates, les

phosphates, la chaux, la magnésie, les alcalis, peuvent influer considérablement sur les résultats des cultures, par leur absence ou leur présence. L'analyse de l'humus nous apprendra d'abord les matières fixes que le sol contient (*Appendice*, n° 2); on y supplée le plus souvent par la recherche dans le sol des principes fixes que l'on considère comme utiles à la végétation (*Appendice*, n° 1); l'analyse des cendres de la plante nous indique les substances différentes qu'il faut lui fournir (*Appendice*, n° 3).

182. Soit une des terres moyennes de Versailles dont on a déterminé l'humus [126]. Faisons abstraction de ses matières albuminoïdes, trop peu considérables pour exercer une influence notable sur la récolte et qu'il faudra compléter. Cet humus nous offre par hectare les matières fixes rendues solubles dont le détail suit :

Chaux.	194 ^k .20
Acide sulfurique.	129 ^k .00
— phosphorique.	2 ^k .26
Chlore.	2 ^k .94
Alcalis.	5 ^k .92
Silice.	13 ^k .13

Si nous voulons obtenir une récolte de 2,856 kilogrammes de colza qui, avec sa paille, dosera 156^k 78 d'azote, il faudra que cette récolte de colza trouve les substances suivantes :

RÉCOLTE.		Sur quoi l'humus fourait :	L'engrais complémentaire doit fournir :
Azote.	156 ^k .78	19 ^k .20	117 ^k .58
Acide sulfurique.	29 ^k .39	129 ^k .00	"
— phosphorique	75 ^k .57	2 ^k .26	71 ^k 51
Chaux.	45 ^k .36	194 ^k .20	,
Alcalis.	117 ^k .16	5 ^k .92	111 ^k .24
Silice.	16 ^k .24	13 ^k .13	5 ^k .11

183. Voyons comment nous obtiendrions ces compléments en employant un de ces trois engrais : un guano dosant 8 pour 100 d'azote, du tourteau de colza dosant 5.55 pour 100, du fumier de ferme dosant 0.40 pour 100 d'azote et ayant 75 pour 100 d'eau (1). Il nous faudra pour compléter l'azote manquant : 1,470 kilogrammes de guano, 2,119 kilogrammes de tourteau de colza, 29,400 de fumier de ferme. Voici ce qui résultera de l'emploi de chacun de ces engrais :

	déficit à combler : k.	GUANO		TOURTEAU		FUMIER	
		apport :	déficit restant :	apport :	déficit restant :	apport :	déficit restant :
			k.	k.	k.	k.	k.
Acide phosph.	71.31	182.27	"	43.65	27.68	57.02	14.29
Alcalis.	111.24	76.45	54.79	30.02	81.22	145.00	"
Silice..	3.11	19.25	"	1.13	1.98	540.00	

Pour compléter chacun de ces engrais, il faudra donc ajouter une matière qui apporte des alcalis pour le guano; de l'acide phosphorique, des alcalis et de la silice pour le tourteau; de l'acide phosphorique pour le fumier. On résoudra le problème en joignant, par exemple, au guano 126 kilogrammes de cendres de chêne non lessivées, qui donneront les 54^k.79 d'alcalis restant à fournir; au tourteau de colza, d'abord 266 kilogrammes de ces cendres, qui, outre 81^k.22 d'alcalis, donneront 16^k.62 de phosphates ou 8 kilogrammes d'acide phosphorique, et ensuite 76 kilogrammes de poudre d'os soluble afin de pourvoir aux 19^k.68 d'acide restant à combler; au fumier de ferme, 60 kilogrammes de cette même poudre d'os. Sous le rapport économique,

(1) Voyez les analyses, *Cours d'Agric.*, t. 1, p. 599.

ces engrais complémentaires coûteront les prix suivants :

1 ^{er} cas. Guano..	1,470 kil. à 26 fr., ci.	382 ^f .20
Cendres.	426 kil. à 3 fr., ci.	5.78
		<hr/>
		385.98
2 ^e cas. Tourteau..	2,119 kil. à 13 fr., ci.	275 ^f .47
Cendres.	266 kil. à 3 fr., ci.	7.98
Poudre d'os, prép.	76 kil. à 15 fr., ci.	11.40
		<hr/>
		294.85
3 ^e cas. Fumier.	29,400 kil. à 86 c. (1), ci.	252 ^f .84
Poudre d'os, prép.	60 kil. à 15 fr., ci.	9.00
		<hr/>
		261 84

184. Parvenu à ce point de la solution du problème, on ne peut pas encore être certain d'avoir pourvu suffisamment à l'entretien d'une récolte donnée, en supposant même que l'on ait pris pour base des calculs les analyses des parties solubles des engrais et non pas celles des engrais complets que la chimie fournit seules aujourd'hui à l'agronome : il reste encore des circonstances qui peuvent troubler la marche régulière de l'alimentation des plantes. C'est ce qui arrive, par exemple, quand l'absence des pluies prive la terre de l'eau nécessaire pour dissoudre l'humus et l'engrais ; un printemps trop sec laissera dessécher leurs parties solubles au moment où la température développera la végétation ; les plantes manqueront d'une nourriture suffisante et ne se développeront pas vigoureusement.

185. D'autres fois le terrain trop humide ou la saison

(1) Nous avons supposé le fumier de ferme à 5 fr. le mètre cube, et nous avons ajouté 1 fr. pour le transport, l'épandage, etc.

trop aqueuse délayera beaucoup trop les engrais solubles, et ce ne sera qu'au moyen de l'absorption d'une quantité superflue d'eau que les plantes pourront s'emparer d'une trop petite quantité de suc nutritif, tandis qu'une autre partie de ces engrais pénétrera dans l'intérieur de la terre ou séjournera à sa surface, laissant évaporer son ammoniaque après sa dessiccation.

186. La température agit aussi sur les engrais, en accélérant ou retardant leur fermentation, en mettant un plus ou moins grand nombre de leurs parties en état de solubilité.

187. Mais toutes ces influences sont très-variables et elles ne peuvent entrer dans les calculs de l'agronome qu'à titre de probabilités, quand il connaît bien le climat moyen de son pays. Il en est d'autres plus constantes pour chaque terrain en particulier et dont on ne doit pas faire abstraction sous peine d'être trompé habituellement dans ses prévisions, c'est l'effet produit par le sol sur les engrais. Ainsi les terrains abondants en argile, en ocre, en terreau, s'emparent d'une grande partie de l'ammoniaque qui s'y forme [§ 157], pour ne laisser apparaître l'effet entier des nouveaux engrais que quand ils en sont saturés.

188. Il y a aussi une constitution physique des sols qui hâte ou retarde la consommation entière de l'engrais; nous entendons par là sa réduction en parties solubles, qui a lieu par l'effet de la fermentation ou de la catalyse. Les sols calcaires, sablonneux, tous ceux qui sont filtrants, laissent pénétrer facilement l'air dans leurs interstices, précipitent la décomposition de l'engrais sans

que l'absorption des plantes puisse marcher du même pas; d'autres terrains compactes, argileux, ne laissent pas circuler l'air, et conservent longtemps l'engrais et le terreau dans leur état d'intégrité. Ces deux qualités opposées exigent que l'on se serve, pour les premiers terrains, d'engrais répétés et à petites doses ou d'engrais peu solubles; et, pour les seconds, que l'on applique aux récoltes des engrais solubles, liquides même, dont les principes soient mis immédiatement à la disposition des plantes.

189. Mais ce n'est que par des expériences comparatives faites sur plusieurs lots de terre contigus, et traités avec des doses différentes d'engrais, comparés à des lots ensemencés sans engrais, que l'on peut s'assurer de ces propriétés des sols; les calculs basés sur la chimie ne sauraient donner à cet égard aucune indication. C'est un travail préparatoire que tout agriculteur éclairé doit faire sur le terrain qu'il cultive, et qui jettera une vive lumière sur toutes les opérations qu'il pourra entreprendre.

190. Mais les calculs que nous avons indiqués plus haut [§§ 175 et suiv.] ne sont applicables qu'aux plantes annuelles, qui puisent leur nourriture dans les couches supérieures du sol, et qui, par la rapidité de leur végétation, doivent trouver des aliments solubles mis à leur portée. Ils ne le sont pas également pour les plantes vivaces cultivées sur un terrain à sol profond, surtout si ce sol est pourvu de matières organiques. Il suffit que dans leur premier âge les plantes à racines pivotantes trouvent une riche alimentation, qui leur donne une

constitution vigoureuse, et qui puisse pourvoir à la nourriture de leurs racines supérieures ; mais il serait inutile de répandre sur la partie supérieure du sol l'engrais total que requiert leur composition ; leurs racines pivotantes ne pourraient plus l'absorber, mais elles trouvent moyen d'extraire du fond de la terre une grande partie de leur nourriture. Ainsi la luzerne puise dans les profondeurs du sol les deux tiers de ses aliments, dose énorme, que les faits connus sur la rareté de l'ammoniaque de l'air ne permettent pas d'attribuer à d'autres causes.

CHAPITRE VIII.

Continuation des engrais complémentaires. L'eau.

191. Dans le chapitre précédent, nous avons considéré les engrais à l'état sec, pour qu'ils pussent être comparables entre eux, car la quantité d'eau qu'ils renferment est extrêmement variable. Mais nous n'avons pas oublié que l'eau figure au premier rang parmi les principes indispensables à l'existence des plantes, et nous devons nous efforcer de les en pourvoir quand le sol ou l'atmosphère leur refusent celle qui leur est nécessaire.

192. Le sol se trouve éloigné de l'état que nous avons considéré comme le plus propre à la végétation [§§ 104 *et suiv.*], ou par trop de sécheresse, provenant du défaut de pluies suffisantes, ou par une excessive évaporation dépendant de la température de l'air, du règne habituel des vents secs, du défaut d'hygroscopicité des éléments du sol, de leur défaut de cohésion, qui favorise la filtration, de leur coloration, qui absorbe les rayons calorifiques ; il s'éloigne aussi de l'état normal par excès d'humidité, amené par des causes contraires à celles que nous venons de citer, et aussi par la filtration des eaux

provenant des terrains supérieurs, ou le jaillissement souterrain des sources, ou par son peu de profondeur, qui n'offre pas aux eaux superficielles un réservoir suffisant où elles puissent se répartir, enfin par le défaut de pente, qui s'oppose à leur écoulement. Nous n'avons pas à nous occuper ici des moyens de dessécher le sol, nous en parlerons en traitant des moyens de changer la constitution physique de la terre arable, mais nous devons parler des moyens de se procurer l'eau nécessaire à la végétation.

193. Se procurer de l'eau à volonté, pouvant arriver à la surface ou près de la surface du terrain, c'est se rendre indépendant des défauts et des caprices du climat, d'une situation habituellement trop sèche, comme d'une saison qui l'est accidentellement. On obtient cette eau par la dérivation des rivières qui passent à un niveau supérieur à celui de nos champs ; par l'établissement de réservoirs qui conservent les eaux des petits ruisseaux, celles des sources, ou bien les eaux pluviales qui tombent sur une vaste surface de terrain ; par des forages qui donnent issue aux eaux souterraines comprimées entre deux couches imperméables du terrain. Dans ces différents cas, l'eau arrive par sa pente. Mais si la source où l'on veut puiser est inférieure au niveau du terrain à irriguer, il faut employer une force mécanique (l'homme, les animaux, les chutes d'eau, la vapeur, le vent, etc.) pour l'élever à la hauteur voulue. C'est la mécanique agricole qui dirige toutes ces opérations, et la législation doit favoriser la prise de l'eau et son passage à travers les propriétés interposées.

194. L'irrigation n'a pas tous les effets de la pluie. Celle-ci, en tombant, humecte toute la masse de l'air et l'entretient pendant quelque temps dans un état qui modère et ralentit l'évaporation. L'irrigation dans une saison sèche est accompagnée d'une vive évaporation, qui favorise l'absorption d'une sève abondante, mais qui aussi dessèche rapidement le terrain si elle n'est pas souvent renouvelée. La pluie, en tombant de haut sur la plante, la lave et la débarrasse des encroûtements salins et terreux que l'évaporation de la sève laisse à la surface des feuilles. Les jardiniers ont observé ce fait depuis longtemps; aussi, pour délivrer les plantes du dépôt qui y est adhérent, ont-ils soin de faire jaillir l'eau des irrigations, qui retombe en gouttes sur les feuilles, c'est ce qu'ils appellent le *bassinage*. On commence à imiter cette opération en agriculture : les Anglais font passer l'eau par des machines ou par sa propre pente dans des canaux qui aboutissent aux différentes parties des champs, et, dirigeant le jet d'eau qui en sort au moyen de tubes de gutta-percha, ils obtiennent à la fois les effets de l'irrigation et ceux du bassinage.

195. La quantité d'eau nécessaire pour maintenir le terrain dans un état d'humidité utile [§ 112] varie nécessairement selon le climat, la saison, la nature du sol, son degré habituel d'humidité et l'espèce de plante cultivée. Dans la Lombardie et dans le Midi de la France, les arrosages des prairies commencent au 1^{er} avril pour finir au 30 septembre; on calcule sur un arrosage tous les quinze jours pour les terres qui ne contiennent pas plus de 0.20 de sable, et tous les huit à dix jours pour

celles qui en contiennent 0.49 ; on met 0.12 de jour de plus pour chaque centième de sable ajouté au terrain. (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 380.) Dans les climats nébuleux et humides, où l'évaporation est peu active, les arrosages doivent être moins fréquents ; mais pour chaque situation c'est l'expérience seule qui peut permettre de fixer des règles exactes. Au reste, quand on dispose de l'eau à volonté, on ne se laisse pas enchaîner à des époques fixes. La pluie, le temps couvert, le défaut de vent, peuvent éloigner ces époques, comme des circonstances contraires peuvent les rapprocher. Le véritable signe du besoin d'eau se trouve dans l'état des feuilles des plantes, qui s'inclinent et se flétrissent quand la terre devient sèche à la profondeur d'un fer de bêche.

196. La quantité d'eau nécessaire pour chaque arrosage du terrain supposé presque sec varie aussi selon les procédés suivis pour sa distribution et selon l'inclinaison du sol. Si l'on arrose par nappes d'eau qui doivent couvrir toute la surface (par inondation), on conçoit qu'elle se répandra d'autant plus vite que le terrain aura plus de pente ; car si ce terrain était plat, et que l'eau eût peu d'impulsion, elle s'infiltrerait dans le sol en avançant et ne parviendrait que lentement à l'autre extrémité du champ. Sur un terrain sec, presque plat, peu filtrant, divisé en compartiments par des bourrelets placés à 20 mètres de distance l'un de l'autre, un bon arrosage exige que l'on répande sur le sol une lame d'eau de 0^m.085, et par conséquent 850 mètres cubes par hectare ; les pertes d'eau portent à 1,000 mètres cubes la quantité qui doit être fournie par l'évacuateur.

197. Si l'eau arrive en quantité trop faible par unité de temps, ou avec trop peu d'impulsion pour couvrir le terrain en avançant d'une manière continue, et sans en perdre par infiltration, ou si la pente ne laisse pas à l'eau le temps d'imbiber suffisamment le terrain trop incliné, on divise le champ par des fossés transversaux peu profonds et plus ou moins rapprochés. En remplissant le premier fossé, on le fait déborder dans le sens de la pente, de manière que l'eau se répande par filets sur la planche comprise entre le premier et le deuxième fossé. Quand la première planche est arrosée, on fait arriver l'eau dans le second fossé qui arrose la deuxième planche, et ainsi de suite.

198. Mais, dans le cas indiqué ci-dessus [§ 197], si le terrain est plat, on se borne à remplir successivement les fossés qui bordent les planches et dont l'eau s'infiltré sous le terrain, remontant à la surface par voie de capillarité. C'est ainsi que se distribue l'eau tirée par les machines en Égypte, dans l'Inde et à la Chine. On estime à 107 millimètres l'épaisseur de la lame d'eau nécessaire pour l'arrosage d'un hectare selon cette méthode, soit à 1,070 mètres cubes par hectare.

199. Il ne suffit pas de disposer d'une eau quelconque pour faire une opération avantageuse; il faut encore que cette eau ait les qualités convenables. Dans l'eau destinée à l'irrigation, on a à considérer : 1° les matières qu'elle tient en suspension ; 2° celles qui y sont dissoutes ; 3° sa température.

200. Les matières suspendues dans l'eau peuvent être assez abondantes pour la rendre bourbeuse, et alors

on ne doit pas s'en servir pour l'irrigation des prairies, dont elle souille les herbes, à moins que ce ne soit par infiltration. Mais on pourra employer de telles eaux à inonder un terrain pour le préparer à un ensemencement, ou à arroser des plantes à tiges élevées, comme le froment, le riz, les arbres, etc., pourvu que les matières en suspension ne soient pas de nature à modifier défavorablement le terrain. Ainsi, les eaux qui charrient beaucoup de parties sablonneuses ne doivent pas être employées sur un terrain déjà trop sablonneux; celles qui déposent de l'argile sur un terrain trop compacte, si ce n'est aux époques où elles sont naturellement clarifiées, ou après les avoir fait reposer et déposer dans des réservoirs.

201. Mais une eau qui est seulement trouble exerce de très-heureux effets sur la végétation, quand elle est chargée de matières qui améliorent les qualités physiques du terrain en lui apportant beaucoup de terreau. C'est ce que l'on verra en comparant les prairies arrosées par les eaux de la Sorgue (département de Vaucluse) et celles qui le sont par les eaux de la Durance. Les premières eaux sont toujours claires, les autres habituellement troubles. Le produit en foin des deux espèces de prairies est comme 2 à 3, et comme les frais sont égaux de part et d'autre, les produits nets sont comme 1 est à 4 (1). Les eaux troubles d'une nature convenable sont donc à rechercher de préférence aux eaux claires dans un grand nombre de cas.

(1) Conte, *Annales des Ponts et Chaussées*, 2^e semestre de 1850, p. 363.

202. Quant aux matières dissoutes dans l'eau, on comprendra leur importance en sachant que des prairies considérables ont pu être établies sur les rives de la Moselle, sur des graviers infertiles, et par le seul effet de l'arrosage. Il est vrai que l'eau leur est distribuée en quantité presque indéfinie, que l'on porte à 140,000 mètres cubes par an et par hectare, filtrant à travers ces graviers absorbants. Il n'est pas douteux que ces eaux ne contiennent les principes alimentaires nécessaires aux végétaux. Dans les herbages du Charolais, quel n'est pas l'effet merveilleux des eaux découlant des terrains primitifs et de transition, riches en alcalis et en matières azotées ! la beauté du bétail qui y pâture le dit assez. Les eaux qui s'écoulent des terrains calcaires n'ont pas la même valeur, à moins qu'elles ne passent sur des pentes gazonnées ; leur effet sur les terrains qui sont eux-mêmes calcaires se bornent à fournir aux plantes l'eau qui leur est nécessaire.

203. Les eaux produisent des effets nuisibles quand elles présentent aux plantes des solutions qui deviennent vénéneuses, comme quand les sels dissous consistent en sulfate de fer, en arséniate, etc. ; elles le sont aussi quand, sans pouvoir être considérées comme des poisons, elles surabondent en sels non nutritifs, comme, par exemple, le chlorure de sodium (sel marin). Dans tous les cas, on doit rejeter les eaux qui auront une forte saveur. On doit aussi considérer comme mauvaises celles qui ne dissolvent pas le savon, ou qui précipitent le savon dissous dans l'eau sous forme de savon calcaire insoluble. Ces eaux surabondent en sels de diverses

natures, mais surtout en sulfate de chaux, qui, en se déposant sur les plantes, les racines ou les feuilles par l'évaporation, obstruent leurs canaux et arrêtent leurs fonctions. Les eaux incrustantes, c'est-à-dire celles qui laissent des dépôts cohérents sur les bords des canaux et dans leurs tuyaux de conduite, sont aussi nuisibles à la végétation ; elles sont chargées de bicarbonate de chaux, qui devient insoluble en perdant à l'air une partie de son acide carbonique, mais elles peuvent être bues sans inconvénient.

204. Il y a des eaux qui ne conviennent pas pour la boisson, parce qu'elles sont chargées de principes organiques, et qui, cependant, si elles ne contiennent pas de sels nuisibles, sont excellentes pour l'irrigation. Telles sont celles qui proviennent des égouts des villes ou qui traversent des terrains chargés de terreau. On reconnaît cette qualité avantageuse en entretenant à l'état d'humidité le résidu que l'on obtient par leur évaporation. Il ne tarde pas à fermenter et à émettre des vapeurs ammoniacales.

205. Les eaux qui s'écoulent des tourbières et des terrains de bruyères sont colorées, donnent beaucoup de dépôt, mais leurs extraits ne fermentent pas et leurs effluents sont nuisibles à la végétation.

206. Mais l'eau fût-elle de la meilleure qualité, elle sera nuisible aux plantes si la température est habituellement plus basse que celle à laquelle commencent la végétation des plantes et la fermentation des matières fermentescibles, c'est-à-dire au-dessous de 12° du thermomètre centigrade. Les eaux qui descendent des Alpes

sont froides et peu estimées pour l'irrigation, jusqu'à ce qu'elles se soient réchauffées en parcourant un long trajet dans des canaux qui ont peu de profondeur.

207 Les eaux qui se maintiennent en hiver à une température au-dessus de 12° sont employées, dans le Milanais, à arroser des prairies qui, étant tenues en toute saison dans un état habituel d'humidité, produisent, même en hiver, une quantité considérable d'herbe. Les prairies ainsi arrosées prennent le nom de *marcites*. Les eaux qui sortent des égouts de la ville de Milan ont aussi une grande richesse, qui dispense d'appliquer des engrais aux prés qu'elles arrosent. On connaît les effets des eaux chaudes autour des établissements thermaux, où l'écoulement des piscines entretient de belles prairies.

208. L'utilité de la possession de l'eau s'estime par le surcroît de produit qui résulte de son usage. Elle varie selon les climats, la valeur et le genre des récoltes auxquelles on l'applique. Ainsi, d'abord, dans les climats où les périodes de sécheresse sont moins fréquentes, l'eau est moins nécessaire que dans ceux où son besoin se reproduit chaque année. La météorologie parvient à apprécier les caractères de climat et fournit les données de cette appréciation. (*Cours d'Agriculture*, t. II, p. 501.) Le prix des produits obtenus au moyen de l'eau fait aussi varier son degré d'utilité. Dans les pays où le fourrage est abondant, le surplus de foin que l'on pourrait obtenir par l'irrigation n'a pas la même importance que dans ceux où il est rare et cher. Enfin, on peut appliquer l'irrigation à un grand nombre de cultures. Dans le Midi, elle rend certain le résultat des troisième et qua-

trième coupes de luzernes, souvent compromises par la sécheresse de l'été. (*Cours d'Agriculture*, t. IV p. 426.) Le produit en est accru d'une moitié en plus. L'irrigation double le produit des prairies, et rend le foin plus fin et de meilleure qualité. Elle assure la récolte du blé contre la sécheresse du printemps, et en augmente la production. (*Cours d'Agriculture*, t. III, p. 659.) En permettant de faire des récoltes dérobées entre les moissons et le nouvel ensemencement d'automne, elle ajoute de même un quart et plus souvent un tiers à la valeur des terrains. On voit combien peut varier le degré d'utilité que l'on peut attribuer à l'eau dans des circonstances si diverses.

209. Le prix de l'eau amenée d'un niveau supérieur par des canaux ne serait que sa valeur réelle, c'est-à-dire le prix du travail qu'elle coûte pour l'amener, si, d'un côté, toute l'eau que le canal peut conduire pouvait être utilement employée, et si, de l'autre, il pouvait y avoir concurrence entre les fournisseurs d'eau. Mais le plus souvent il a fallu réglementer les prises, pour les distribuer équitablement entre les différentes parties du territoire, et de là des concessions de l'autorité publique, qui constituent souvent en monopole l'exécution de ces ouvrages. Et cependant telle est l'ignorance, l'apathie des cultivateurs qui ne connaissent pas ou qui dédaignent cette source de richesses, qu'il arrive souvent que ce n'est qu'après un assez grand nombre d'années que l'on parvient à placer toute l'eau du canal, et que c'est le monopole qui est en perte. Aussi le produit des arrosages ne représente presque jamais leur utilité,

parce que ce sont les usagers qui font la loi aux concessionnaires ; ou bien, parce que l'autorité publique a subventionné leurs travaux ; ou enfin, parce que les premiers entrepreneurs ruinés ont vendu à vil prix des travaux déjà avancés. A Milan, le canal de la Martesana fait payer 9 fr. 60 c. pour l'arrosage annuel d'un hectare de prairies ; à Salon, le canal de Craponne arrose pour 5 à 6 fr. ; à Arles, pour 22 fr. ; dans le département de Vaucluse, le canal Crillon pour 24 fr. et sur les canaux divers de la Sorgue l'irrigation coûte beaucoup moins encore.

CHAPITRE IX.

Des matières servant d'engrais.

210. Les récoltes naturelles, celles qui sont alimentées seulement par l'humus du sol et les gaz de l'atmosphère, ne peuvent suffire au cultivateur, qui sait qu'avec la même somme de travail il peut en obtenir de beaucoup plus abondantes en pourvoyant les plantes d'aliments proportionnés aux produits qu'il veut récolter [§§ 161 *et suiv.*]. Il cherche donc à se procurer de l'engrais, tant que son prix est inférieur à l'excédant de produit qui doit résulter de son emploi.

211. On obtient cet engrais, en le fabriquant au moyen des végétaux que l'on enfouit dans le terrain où ils ont été cultivés (engrais verts), ou que l'on fait consommer par le bétail pour les convertir en déjections animales (fumiers); ou bien encore, si ces ressources tirées de l'exploitation elle-même ne suffisent pas, on se procure de l'engrais, par des substances organiques ou minérales achetées au dehors.

212. Les plantes ne peuvent absorber que des substances à l'état liquide ou gazeux : un corps aurait beau renfermer les principes qui pourraient leur être le plus utiles, on ne devra pas lui donner le nom d'engrais s'il

n'est pas susceptible de devenir soluble avec une économie suffisante. La houille renferme des principes ammoniacaux, et l'on ne songe pas à l'utiliser directement pour la fertilisation des terres, parce qu'on en dégagerait trop chèrement son ammoniaque ; mais quand une industrie, profitant des autres qualités de la houille, la soumet à la distillation, par exemple, pour en extraire le gaz d'éclairage et n'en retirer l'eau ammoniacale que comme un produit accessoire qu'elle peut livrer à bas prix aux agriculteurs, cette eau ammoniacale peut être employée utilement comme engrais (1).

213. On tire les engrais des règnes organique et inorganique. On est loin de connaître encore toutes les substances qui pourraient contribuer à la fertilité de la terre. Les progrès de l'industrie en ont produit plusieurs dont on a reconnu l'efficacité, mais qui toutes ne peuvent être adoptées pour la culture, à cause de leur prix élevé ; et si nous pouvons déjà nous servir du noir des raffineries, de l'eau ammoniacale des usines à gaz, de l'oxysulfure de calcium produit des fabriques de soude artificielle, nous ne pouvons encore atteindre le prix du cyanure de potassium, fabriqué par l'absorption de l'azote atmosphérique par la potasse mélangée de charbon dans un tube fortement échauffé.

214. En donnant le tableau des engrais connus, nous devons rappeler ce que nous avons dit plus haut [§158] : c'est que dans tous les sols et dans tous les engrais, les principes azotés sont les plus rares et les plus chers ;

(1) Kuhlmann, *Expér. agr.*, p. 45 et 77.

nous avons vu ensuite [§§ 53, 183] que les phosphates sont aussi souvent en déficit, dans beaucoup d'engrais et dans un grand nombre de sols. Ainsi donc, en faisant connaître les doses d'azote et d'acide phosphorique que renferment les différents engrais, d'après les analyses de MM. Boussingault et Payen et de quelques autres auteurs, nous offrons le moyen le plus sûr de juger de leur valeur relative, surtout si l'on combine ces notions avec ce que nous dirons dans le chapitre suivant sur leurs effets spéciaux, sur leur durée d'action et sur leur prix vénal. Une analyse plus complète serait sans doute désirable, mais nous ne la possédons que pour un petit nombre d'engrais, et d'ailleurs leurs principes secondaires varient beaucoup d'un échantillon à l'autre, et dans de toutes autres proportions que leurs principes essentiels.

215. Mais c'est surtout par la quantité d'eau qu'ils renferment que les engrais diffèrent le plus entre eux et d'un échantillon à l'autre de la même espèce. On les appréciera très-inexactement si on ne commence par les réduire à l'état sec. Ainsi, soit le fumier de ferme normal [§ 263], nous voyons que l'analyse a été faite sur un échantillon qui renfermait 0.79 d'eau, et qu'il dosait 0.42 pour 100 d'azote. Si nous nous en tenions à cette indication sans vérifier l'humidité de celui que nous voudrions employer, il serait possible qu'il fût beaucoup plus riche ou beaucoup plus pauvre. Ainsi, avec 60 pour 100 d'eau, il dosera 0.78 pour 100 d'azote; avec 85 pour 100 d'eau, il ne dosera que 0.29 pour 100 d'azote; mais si nous partons du dosage de cet engrais à l'état sec, nous avons une base fixe et qui ne dépend plus que

de son humidité, qu'il est facile d'apprécier en le pesant dans son état normal, le desséchant à l'étuve, ou simplement sur un poêle, et faisant le calcul nécessaire. Ainsi l'engrais à l'état sec dosait 2 pour 100 d'azote, s'il a 0.79 d'eau, et par suite 0.21 de matières utiles, nous disons $100 : 2 :: 21 : x = 0.42$.

216. Pour classer les engrais, nous sommes partis de deux considérations : 1° le règne naturel auquel ils appartiennent ; 2° leur provenance, ce qui nous a donné le tableau synoptique suivant :

<i>Règne animal.</i>	{ Déjections	{ de l'homme..	1
		{ des animaux..	2
	{	Matières organiques autres que les déjections.	3
<i>Règne végétal.</i>	{	Plantes fraîches..	4
		Matières végétales mortes..	5
<i>Règne minéral.</i>	{	Produits chimiques.	6
		Produits naturels.	7
<i>Mélanges de matières des divers règnes.</i>			8

217. Les signes suivants ont les significations ci-après :

- E.** Eau.
 - H.** Engrais à l'état humide.
 - H. a.** Azote de l'engrais à l'état humide.
 - H. p.** Acide phosphorique de l'engrais à l'état humide.
 - S.** Engrais à l'état sec.
 - S. a.** Azote de l'engrais à l'état sec.
 - S. p.** Acide phosphorique de l'engrais à l'état sec.
-

CHAPITRE X.

Tableau des engrais.

Première classe. — Déjections humaines.

218. Sous le nom de déjections, nous comprenons l'ensemble des matières excrétées par les intestins et la vessie, c'est-à-dire les excréments et les urines.

L'homme moyen, en France (enfants et adultes des deux sexes), pèse 45 kilogrammes. Il consomme un aliment dosant $0^k.627$ de carbone et $0^k.0474$ d'azote pour 100 kilogrammes de son poids. Ses déjections dosent 0.024 d'azote. Ainsi, la transpiration fait disparaître les 0.51 de l'azote de sa nourriture (1). Dans ce pays, 35,785,059 individus, pesant 16,094,576 quintaux métriques, fournissent par jour 386,265 kilogrammes d'azote dans leurs déjections, et par an 129,398,925 kilogrammes d'azote. Mais nous ne prenons pas pour recueillir cet engrais les mêmes soins que les Chinois. Il serait bien important de ne rien négliger pour s'assu-

(1) Barral, *Statique des animaux*.

rer une partie plus grande de cette ressource; on le pourrait à peu de frais, et l'on accroîtrait ainsi considérablement nos ressources en engrais.

Pour 100 des matières suivantes, nous avons les doses ci-après :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections complètes.	91.0	1.51	16.78	1.90	2.85
Excréments..	73.3	0.45	1.67	1.14	0.82
Urines..	95.3	1.29	19.20	0.25	3.88

Deuxième classe. — Déjections des animaux.

1. *Cheval.*

219. La ration complète du cheval contient, pour 100 kilogrammes de son poids, 0^k.87 de carbone et 0^k.031 d'azote. Ses déjections dosent 0.320 de carbone et 0.0258 d'azote. Ainsi, elles ne reproduisent que les 0.806 de l'azote de la nourriture (1).

Les 1,544,677 chevaux que la statistique attribue à la France pèsent en moyenne 400 kilogrammes; ainsi on a 6,178,897 kilogrammes pour le poids total, ce qui donne dans les déjections 57,519,810 kilogrammes d'azote. Plus de la moitié de cet engrais est perdu sur les routes et dans les champs où travaillent ces animaux.

On a pour 100 les rapports suivants :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections complètes.	75.4	0.74	3.02	0.16	1.12
Excréments.	75.3	0.55	2.21	0.18	1.22
Urines..	79.1	2.61	12.50	0.00	0.00

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. II, p. 381.

2. *Espèce bovine.*

220. La ration complète de 100 kilogrammes de vache laitière dose 0.622 de carbone et 0.0261 d'azote. Les déjections dosent 0.254 de carbone et 0.016 d'azote. Ainsi, elles ne reproduisent que 0.613 de l'azote de la nourriture (1). Les bœufs reproduisent 0.85 de l'azote de leur nourriture.

En France, nous avons d'après la statistique :

	kilogr. d'azote.
2 millions de bœufs du poids de 415 kilogrammes, qui donnent.	66,327,800
5,500,000 vaches du poids de 240 kilogrammes, qui donnent..	134,490,400
2 millions de veaux du poids de 48 kilogrammes, qui donnent..	7,708,900
Total.	208,527,100

Mais tout ce bétail n'est pas soumis à la stabulation permanente ; les vaches vivent en grande partie de l'année dans les pâturages, et les bœufs soumis au travail restent peu dans les étables.

Pour 100 kilogrammes des matières suivantes provenant des vaches, on a :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p
Déjections complètes.	84.3	0.41	2.59	0.09	0.55
Excréments..	83.9	0.32	2.30	0.10	0.74
Urines..	88.3	0.44	3.80	0.00	0.00

(1) Boussingault, *Économie rurale*, t. II, p. 382.

3. *Espèce ovine.*

221 La ration complète de 100 kilogrammes pesant de mouton vivant dose 0.880 de carbone et 0.056 d'azote. Les déjections contiennent 0.50 de carbone et 0.052 d'azote(1). Ainsi, le mouton reproduirait dans ses déjections les 0.91 de l'azote de sa nourriture. Ce chiffre, qui résulte des expériences de M. Jörguesen, nous paraît très-considérable. D'après lui, le mouton serait de tous les animaux celui qui ferait éprouver le moins de perte à l'azote de ses aliments. Il n'en est pas sans doute ainsi de la brebis, qui, par la production de ses agneaux et de son lait, doit causer une déperdition beaucoup plus forte. En supposant que celle-ci fût, par rapport aux moutons et aux agneaux, dans les mêmes proportions que l'on a constatées relativement aux bœufs et aux veaux, nous aurions les chiffres suivants :

		Pesant :	Poids total exact	dont azote :
Moutons.	9,462,000	28 ^k	2,649,560	35,926,585 ^k
Brebis.	14,804,000	20 ^k	2,861,600	25,840,765 ^k
Agneaux.	7,308,000	10 ^k	730,800	8,892,340 ^k
				<hr/> 68,659,690 ^k

Mais la plus grande partie de cet engrais est perdue sur le pâturage.

On a pour 100 kilogrammes :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections.	6.71	0.91	2.79	0.43	1.32
Excréments..	57.6	0.72	1.70	0.64	1.52
Urines..	86.5	1.31	9.70	?	0.03

(1) Boussingault, t. II, p. 384.

4. Porcs.

222. La ration complète de 100 kilogrammes de porc vivant donne en carbone $0^k.124$ et en azote 0.042 . Les déjections rendent en carbone $0^k.108$, et en azote 0.0268 . Le porc reproduit les 0.658 de l'azote de sa nourriture (1).

Les 4,900,000 porcs qu'accuse la statistique, pesant 91 kilogrammes, et donnant un poids total de 4,459,000 kilogrammes, produisent dans les déjections 42,617,865 kilogrammes d'azote.

On a pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections..	93.8	0.37	5.95	0.21	3.44
Excréments..	84.0	0.71	4.40	0.61	5.89
Urines..	97.9	0.23	11.00	0.04	2.09

5. Poules.

223. 100 kilogrammes de poule vivante consomment $0^k.063$ azote. Les déjections contiennent 0.040 d'azote ; les poules reproduisent donc les 0.63 de l'azote de leurs aliments. Une poule moyenne pèse $0^k.662$; ainsi, un poulailleur de 100 poules donne par ses déjections $9^k.490$ d'azote.

On a pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Déjections.	72.9	2.59	7.02	?	?

(1) Boussingault, t. II, p. 384.

(2) Isidore Pierre, *Chimie*, p. 571, et Girardin.

6. *Pigeons.*

224. 100 kilogrammes de pigeons consomment 0^k.100 d'azote. Les déjections contiennent 0^k.083; ainsi, les pigeons reproduisent 0.83 de l'azote de leur nourriture.

On a pour 100 :

	E.	Il. a.	S. a.	Il. p.	S. p.
Déjections de pigeon.	61.8	3.48	9.12	2.24	5.88
Colombine ou fiente de pigeon sèche.	9.6	8.30	9.02	5.31	5.88

7. *Litière de vers à soie.*

L'examen de la litière des vers à soie donne les résultats suivants :

E.	Il. a.	S. a.
14.29	3.28	3.48

8. *Guano.*

225. Le guano est un engrais formé sur certaines îles ou déposé sur les rochers des côtes de plusieurs pays, principalement le Pérou, le Chili, la Patagonie, le sud de l'Afrique, etc., par la fiente et les débris des oiseaux marins. On en trouve des masses qui ont jusqu'à 20 mètres de hauteur. On en fait un commerce important et une consommation prodigieuse, surtout en Angleterre, où cette consommation s'est élevée, en 1851, à 152 millions de kilogrammes. Le mot de *guano* couvre des marchandises très-différentes en valeur; quelques-unes, outre leur qualité inférieure provenant de détérioration

naturelle, sont très-suspectes de falsification (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 544). Ainsi, le guano ne peut être acheté avec sécurité qu'après avoir subi l'épreuve de l'analyse. Voici la composition de quelques échantillons :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Guano du Pérou, qualité supérieure..	11.5	15.95	15.75	19.5	22.0
Guano du Pérou, qualité inférieure.	25.1	4.19	5.60	25.1	33.4
Guano d'Afrique.	25.0	6.19	5.25	12.7	17.0
Guano anagamos contemporain, recueilli sur les rochers fréquentés par les oiseaux.	14.2	16.90	20.30	8.07	9.74

9. Poudrette.

226. La poudrette est le résultat de la préparation des excréments humains desséchés, qui se fait à Bondy, près Paris, et dans quelques autres localités. La poudrette pèse généralement de 80 à 85 kilogrammes l'hectolitre comble. On a :

E.	H. a.	S. a.
34.06	1.40	2.12

10. Engrais flamand.

227. L'engrais flamand est constitué par des déjections humaines avec addition d'eaux grasses et d'eau ordinaire, abandonnées à la fermentation dans des citernes. Il est très-usité dans les Flandres et surtout aux environs de Lille. Voici sa composition :

E.	H. a.	S. a.
80.7	2.85	14.67

11. *Lizier suisse, purin.*

228. Le lizier est formé d'excréments d'animaux domestiques fermentés dans des fosses avec de l'eau ; on le prépare surtout en Suisse. Il a la composition suivante :

E.	H. a.	S. a.
78.8	0.55	2.59

229. En nous en tenant à l'homme et aux grandes races d'animaux domestiques, nous trouvons que les déjections produiraient en France, par année :

	kilogr. d'azote.
L'homme.	149,598,925
Le cheval.	57,319,810
L'espèce bovine.	208,527,100
— ovine..	68,569,690
— porcine.	42,617,865
	<hr/> 516,433,390

Soit pour chacun des 20 millions d'hectares ensemencés annuellement, environ 25 kilogrammes d'azote, moins de la moitié de ce qui serait nécessaire à une bonne culture.

230. D'après nos observations, la terre ne reçoit annuellement, sur les deux tiers de la France, que 2^k.75 d'azote par hectare, ou tous les six ans 16^k.512; dans l'autre tiers, 33 kilogrammes par an, ou 100 kilogrammes tous les trois ans; et en moyenne, sur l'ensemble, 7^k.75 par an. Ainsi, on ne dispose en réalité que du tiers du fumier produit. Cela s'explique facilement par la déperdition considérable des engrais humains; par l'absence des étables des animaux qui tra-

vailent ou pâturent; et par la faible nourriture de beaucoup d'entre eux, quand ils restent dans les étables sans travailler. On ne dispose ainsi que de 155 millions de kilogrammes d'azote, au lieu de 516 millions de kilogrammes. La nourriture des animaux de rente à l'étable diminuerait le mal en grande partie.

Troisième classe. — Matières organiques autres que les déjections.

231. Le sang abandonné à lui-même se sépare bientôt en deux parties : le sérum liquide et la fibrine, qui se coagule. On emploie le sang mélangé à l'eau, surtout avec de l'eau chargée de soude, qui prévient sa séparation; on le fait aussi absorber par de la terre sèche ou de la terre charbonneuse, le chlorure de fer, l'acide sulfurique; et enfin, dans ces derniers temps, par le chlorure acide de manganèse, résidu de la préparation du chlore : on obtient par ce dernier procédé un excellent engrais, qui retient plus fortement son azote que le sang coagulé par la chaleur; il possède encore l'avantage d'être plus recherché, à cause de sa couleur plus noire (1). »

Le sang contient pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	ll. p.	S. p.
1. Sang liquide..	81.0	3.28	17.3	0.31	1.63

On dessèche aussi le sang après l'avoir coagulé par un courant de vapeur et pressé. Cette préparation contient pour 100 :

(1) Isidore Pierre, *Chimie*, p. 395.

	E.	H. a.	S. a.
2.	73.5	4.51	17.00

232. Les animaux abattus en France, à l'exception du porc dont le sang se mange, donnent 1,691,094 kilogrammes de sang dosant 292,559 kilogrammes d'azote.

233. La chair musculaire contient :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
3.	77.5	3.43	15.25	0.05	0.24

On découpe en morceaux la chair des animaux morts ; on la stratifie avec de la chaux hydratée. La décomposition s'opère au bout d'un mois.

234. La chair cuite contient :

	E.	H. a.	S. a.
4.	9.0	11.85	13.0

On la cuit à la vapeur et on la dessèche dans les grandes voiries.

235. La morue salée a la composition suivante :

	E.	H. a.	S. a.
5.	38.0	6.70	10.36

236. Les poissons peuvent devenir une ressource très-importante pour fournir de l'engrais à notre agriculture. On laisse à Terre-Neuve et dans une autre pêcherie, une immense quantité de débris de poissons qui restent sans emploi, et que l'on peut employer avec avantage. En outre, on néglige de pêcher un grand nombre de poissons volumineux, dont la chair est grossière, mais qui offriraient de grandes masses de matières azotées à convertir

en engrais. On commence à s'occuper de l'exploitation de ces importantes ressources.

Les diverses matières animales que l'on peut utiliser comme engrais ont la composition suivante :

	E.	H. a.	S. a.
6. Hareng frais..	76.6	2.74	11.71
7. Hannetons..	77.0	3.20	15.95
8. Chrysalides de vers à soie.	78.5	1.94	8.99
9. Plumes..	12.9	15.34	17.61
10. Bourre de poils de bœuf.	8.9	13.78	15.12
11. Corne.	9.0	14.56	15.78

237. Les chiffons sont lents à se décomposer. On en forme un engrais pulvérulent en les traitant par une dissolution faible de potasse. Ils présentent, ainsi que quelques autres détritrus provenant de diverses usines, les compositions suivantes :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
12. Chiffons de laine.	11.5	17.98	20.26		
13. Os gras..	8.0	6.22	8.89	20.42	22.20
14. Poudre d'os.			7.92		4.00
15. Noir fin d'os..			1.32		33.50
16. Noir de raffine- ries.	47.7	1 06	2.04	13.59	26.00
17. <i>id.</i> ..			3.88		21.20
18. Pain de cretons, résidu de la colle d'os..	8.2	10.90	11.88		

Quatrième classe. — Plantes fraîches.

238. On cultive souvent des plantes dans le seul but de les enfouir pour les faire servir comme engrais, que l'on désigne sous le nom d'*engrais verts*. Pour que ces plantes

puissent atteindre ce but, il faut : 1° qu'elles soient de celles que l'on nomme *améliorantes*, c'est-à-dire dont l'organisation présente plus de matière organique azotée qu'elles n'en ont puisée dans les parties solubles du sol et des engrais; 2° que la masse de tiges et de feuillages obtenue par leur culture soit assez grande et que l'indice de leurs principes quaternaires soit assez élevé pour qu'au prix des autres engrais, l'emploi de ces plantes compense les frais qu'elles ont occasionnés.

239. Pour remplir la première de ces conditions, on recherche les plantes de la famille des légumineuses; ainsi, dans les terrains argilo-siliceux, surtout s'ils sont ocreux, on emploie le lupin blanc, qui ne réussit pas sur les terrains calcaires (Voyez *Appendice*, n° 4, p. 580). Dans ceux-ci, on lui substitue la gesse, la jarosse, le pois gris. A Bologne, on prépare les récoltes de chanvre par l'enfouissement de la fève. Les crucifères fournissent aussi leur contingent en engrais verts; ainsi on cultive pour cet objet en Alsace la navette, et, dans le pays de Caux, la moutarde blanche ou le sarrasin, que l'on enterre quand la récolte de sa graine ne promet pas une bonne réussite. M. de Voght a vanté la spergule pour les terrains sablonneux et humides; François de Neufchâteau rappelait qu'autrefois on s'était servi avantageusement du tabac. La richesse en azote de la tige de *madia* a fait penser à cette plante; on a vanté aussi l'enfouissement des tiges de citrouille. Les graminées et le seigle, que proposait Gilbert, sont exclus de cet emploi par leur peu d'aptitude à s'emparer des principes étrangers à l'humus soluble.

240. L'économie est la seconde condition que l'on doit s'efforcer de remplir. Sous ce rapport, il y a des circonstances où toute plante qui exige des travaux de culture et un achat coûteux de graine est nécessairement exclue; il y en a d'autres où il pourrait être avantageux d'enfourer les fourrages et la luzerne même. Ainsi, supposons que ce fourrage vaille seulement 4 fr. les 100 kilogr., et qu'on ne puisse pas le faire consommer à un prix plus élevé, comme il dose 1.96 pour 100 d'azote, que celui-ci revient ainsi à peu près à 2 fr le kilogr., et qu'on le paye jusqu'à 3 fr. et au delà en achetant du guano et des tourteaux, son enfouissement comme engrais serait un emploi économique de ce fourrage. Quant aux autres plantes que nous avons citées, après s'être assuré que le climat et le terrain leur conviennent et que l'on en obtiendra un herbage abondant, il faut mettre en balance la valeur de leur azote avec les frais qu'occasionne leur culture. Ces frais consistent en labour, hersage, fauchage, enfouissement, prix de la semence. Ce dernier article est surtout fort important quand les graines sont grosses et chères.

241. Les effets des engrais verts sont assez prompts; les plantes imbibées de leur humidité propre fermentent rapidement et profitent à mesure aux récoltes. Après avoir nourri les récoltes immédiates, les engrais verts laissent encore dans le sol un terreau précieux pour les années qui doivent suivre, et l'on ne peut qu'être étonné qu'on n'en fasse pas plus souvent usage dans les pays où le défaut de capital restreint l'éleveur des bestiaux; dans ceux où les animaux sont exposés à de fréquentes

épizooties, et enfin quand on veut commencer l'exploitation d'un domaine dépourvu de fourrage et où l'on ne trouve pas à acheter une masse d'engrais suffisante pour mettre immédiatement le sol dans un état satisfaisant de fertilité.

242. Les divers engrais qu'on emploie à l'état vert ont la composition suivante en centièmes :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Lupin en fleur.	75	0.47	1.87		
Fèves..	75	0.51	2.03	0.06	0.26
Trèfle en fleur.	75	0.37	1.50	0.04	0.15
Spargule.	66	0.39	1.17		
Sarrasin..	70	0.16	0.54		
Madia sativa..	66	0.22	0.66		
Navette..	80	0.74	3.70		
Pin.					
Buis.	60	0.45	1.07		
Roseaux..	60	0.43	1.07		
Goémon, Fucus sac-					
charinus..	46	1.38	2.20		
Fucus digitatus.	40	0.98	1.58		

Cinquième classe. — Matières végétales mortes.

245 Les matières végétales mortes sont employées comme litière sous les animaux, ou enfouies dans le sol. Elles ont pour 100 la composition suivante :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Paille de froment..	19.3	0.24	0.30	0.18	0.22
— de seigle.	12.2	0.17	0.20	0.13	0.15
— d'avoine..	21.0	0.28	0.36	0.17	0.21
— d'orge.	11.0	0.23	0.26	0.18	0.20

NUTRITION DES PLANTES.

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Paille de pois.	8.5	1.79	1.95	0.06	0.07
— de millet.	19.0	0.78	0.96		
— de sarrasin..	11.6	0.48	0.54		
— de lentilles..	9.2	1.01	1.12		
— de fèves..	9.0	2.10	2.51	0.21	0.23
— de vesce..	10.0	1.08	1.20	0.16	0.18
— de riz..	18.0	0.25	0.30		
— de maïs..	21.0	0.19	0.24		
Tiges sèches de topi- nambour..	12.9	0.37	0.43		
Tiges de colza..	12.8	0.75	0.86	0.26	0.30
— d'œillette.	13.5	0.95	1.10		
— de pommes de terre.	76.0	0.55	2.30		
Feuilles de carottes..	66.0	0.85	2.49		
— de betteraves	89.0	0.04	0.45		
— de chêne..	25.0	1.18	1.57		
— de peuplier..	51.1	0.54	1.17		
— de hêtre..	39.3	1.18	1.91		
— d'acacia.	53.6	0.72	1.56		
— de mûrier.	63.0	1.45	3.93		
Sciure de bois de sapin.	24.0	0.28	0.31	0.01	0.03
— de chêne..	26.0	0.54	0.72	0.01	0.05
Sarments de vigne secs..	25.0	0.28	0.38		

244. Les marcs, pulpes et tourteaux divers provenant de la distillation, de la pression, de la fermentation des graines et des autres parties des végétaux fournissent beaucoup d'engrais généralement très-riches.

Les matières suivantes contiennent pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Graine de lupin.	8.5	3.98	4.35		

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
Touraillons d'orge (radicules de l'orge séparées du grain par la préparation de la bière).	6.0	4.51	4.90		
Tourteau de lin.	13.4	5.20	6.00	3.32	3.83
— de colza.	10.5	4.92	5.50	3.88	4.34
— d'arachide..	6.6	8.38	8.89		
— de madia.	11.2	5.70	5.06	3.40	3.83
— de cameline	6.5	5.52	5.93		
— de chènevis.	5.0	4.21	4.78	1.03	1.08
— de pavots..	6.0	5.56	5.70		
— de faine.	6.2	3.31	3.53	1.09	1.16
— de noix.	6.0	5.24	5.59	1.39	1.48
— de sésame (1)	9.1	6.79	7.47		
— de coton.	11.0	4.02	4.52		
— d'olive.	12.0	7.38	8.40		
Marc de pommes..	6.4	0.59	0.63		
— de houblon..	73.0	0.56	2.23		
— de raisin du Midi..	48.2	1.17	3.31		
— de raisin d'Al- sace..	68.6	0.63	2.00		
Pulpe de betteraves..	70.0	0.38	1.26		
— de pommes de terre.	73.0	0.53	1.95		
Eau des féculeries.	99.2	00.7	8.28		
— du rouissage du chanvre.				3.28	
— du rouissage du lin.					2.24

(1) Le sésame blanc provient de graines de l'Inde; le noir, de graines d'Égypte.

Sixième classe. — Produits chimiques.

245. Les sels et produits chimiques suivants contiennent pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	II. p.	S. p.
Azotate de potasse.			13.78		
— de soude.			16.42		
Chlorhydrate d'ammoniaque.			26.46		
Sulfate d'ammoniaque.			21.37		
Phosphate ammoniaco-magnésien..			15.82		41.6
Urine artific. de Sacc.:					
Eau.	97.0				
Phosphate de soude.	2.5				
Sulfate d'ammoniaque.	0.4				
Eau ammoniacale des usines à gaz.		3.18	26.98		

Septième classe. — Matières minérales naturelles.**1. Principe calcaire dominant.**

246. Plusieurs substances minérales naturelles, dans lesquelles le principe calcaire est dominant, contiennent, en outre, un peu de substance ammoniacale; tels sont: le merl, le trez, la marne; comme elles sont mêlées avec une plus ou moins grande proportion de sable

et d'argile, on ne peut évaluer que par l'analyse la quantité de chaux qu'elles contiennent.

247. *Merl*. Le merl est formé de débris de coraux, que l'on recueille sur la côte de Cornouailles et de Devonshire, en Angleterre, et en France, à Belle-Isle, dans la rade de Brest, et principalement près de Morlaix, du 15 mai au 15 octobre, au moyen de dragues; il contient 0.052 d'azote pour 100. On emploie de 16,000 à 20,000 kilogrammes de merl par hectare tous les dix ans.

248. *Trez*. Le trez est constitué par des sables marins rassemblés à l'embouchure des rivières, surtout des rivières des côtes de la Manche; il renferme 0.014 d'azote pour 100.

249. *Tangue*. La tangue est une vase formée d'une terre plus fine que le trez; on la recueille sur les côtes de la Normandie et de la Bretagne; elle pèse 1,000 à 1,400 kilogrammes le mètre cube, qui contient de 500 à 600 kilogrammes de chaux et de 0.34 à 1.95 kilogrammes d'azote. On l'emploie à la dose de 6 à 16 mètres cubes par hectare tous les 3, 4 ou 5 ans. On la mêle avec le fumier pour les céréales, ou on l'emploie seule et sans mélange sur les prairies, mais jamais la première année de son extraction. On a constaté qu'alors elle exerçait une action défavorable.

250. *Chaux hydratée*. Il faut se défier des chaux hydrauliques qui s'incorporent à la silice des champs et deviennent insolubles.

251. *Marne*. Avant de faire l'analyse chimique d'une marne, il faut la faire déliter en la mouillant et en sé-

parant les rognons du carbonate de chaux insolubles. On ne doit compter, pour son effet, que sur la partie pulvérulente.

2. *Matières fournissant du soufre.*

252. *Gypse.* On ne peut compter sur la teneur en sulfate de chaux des pierres à plâtre ou gypse qu'après les avoir analysées, car elles contiennent beaucoup de matières étrangères quand elles ne sont pas cristallisées.

253. *Cendres pyriteuses de Picardie.* Outre les sulfates et diverses matières étrangères, les cendres pyriteuses de Picardie renferment encore 0.70 pour 100 d'azote à l'état sec.

254. *Cendres pyriteuses des forges.* Elles sont riches en matières azotées; elles contiennent souvent 2.72 d'azote pour 100 à l'état sec.

255. *Oxysulfure de calcium.* Cette substance est un produit accessoire des fabriques de soude artificielle.

3. *Matières contenant des phosphates.*

256. Les cendres lessivées et non lessivées sont une source de phosphates; les cendres non lessivées contiennent en outre des alcalis. D'après M. Berthier, les cendres suivantes contiennent, en acide phosphorique, pour 100, à l'état sec :

Charme.	8.8 à 10.0	Cytise..	» à 18.4
Hêtre.	5.4 5.7	Châtaignier..	» 1.9
Tilleul..	» 2.8	Aune.	7.7 11.0
Chêne..	8.0 7.0	Sapin du Nord.	1.8 4.4
Coudrier..	4.8 5.5	Pin.	4.0 5.0
Écorce de chêne		Sarments de vigne.	7.8 43.2
(mottes).	0.0 0.0	Mûrier.	1.8 11.6
Chêne vert..	0.0 2.8		

257 Les coprolithes sont du phosphate de chaux plus ou moins impur, qu'on trouve en Angleterre et ailleurs dans les grès verts; ils contiennent de 5 à 35 pour 100 de phosphate de chaux.

4. Matières contenant de la silice soluble.

258. Toutes les cendres non lessivées renferment d'autant plus de silice soluble qu'elles sont plus alcalines.

259. Les feldspaths sont des silicates d'alumine, de potasse, de soude ou de chaux; dans les feldspaths appartenant aux roches plutoniques, la potasse domine; elle est remplacée par la soude ou la chaux dans les terrains volcaniques.

8. Huitième classe. — Mélanges des matières des différents règnes.

Fumiers.

260. Les fumiers composés de litière et de déjections des animaux diffèrent beaucoup entre eux, selon la nature et l'abondance de la litière relativement aux déjections

auxquelles ils sont mêlés, selon aussi la quantité d'eau dont ils sont arrosés. Les litières qui garnissent le plancher sur lequel sont couchés les animaux domestiques consistent principalement en paille, en feuilles, et aussi en terre siliceuse et quelquefois brûlée. On doit éviter autant que possible que cette terre contienne du carbonate de chaux, qui provoque le développement et la perte de l'ammoniaque des déjections; l'argile plus ou moins siliceuse est préférable; la chaux hydratée, les sulfates de fer et de chaux contribuent à retenir les gaz ammoniacaux.

261. On appelle proprement *fumier* l'engrais tel qu'il sort de l'étable. Quand, en dehors de l'étable, on le mélange avec de la terre avant de s'en servir, il prend le nom de *compost*.

262. On fait aussi des engrais avec les matières végétales que l'on fait fermenter en les mélangeant, autant que possible, de matières animales : urines, excréments, purin, lessives alcalines, etc.

263. On distingue plusieurs sortes de fumiers. Le *fumier de ferme normal* est composé des déjections mélangées des différentes espèces d'animaux de la ferme; c'est celui qui est décrit par M. Boussingault, et qu'on regarde comme type pour lui comparer les divers fumiers. Ces fumiers ont la composition suivante pour 100 :

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
1. <i>Fumier de ferme normal</i> ..	79.0	0.42	2.00	0.21	1.00
2. <i>Fumier d'étable</i> (fumier de cheval)..	60.6	0.79	2.08		

TABLEAU DES ENGRAIS.

171

	E.	H. a.	S. a.	H. p.	S. p.
3. <i>Fumier des fermes anglaises.</i>			1.80		2.25
4. <i>Fumier de Grignon</i>	70.5	0.72	2.45	0.59	2.00
5. <i>Engrais Jauffret, résultant de la fermentation de matières végétales arrosées d'une lessive de fumier et d'alcalis..</i>	80.0	0.15	0.75		

CHAPITRE XI.

Préparation à faire subir aux engrais d'étable.

264. Puisque les végétaux n'absorbent qu'à l'état de solutions les substances qui doivent leur servir d'aliments, notre premier soin doit être de les rendre solubles quand elles ne le sont pas ou qu'elles ne le sont qu'en partie. C'est ce qui s'opère par le moyen des différentes actions que nous avons décrites [§§ 117-119] sous le nom de catalyse, de fermentation et de putréfaction, après lesquelles les éléments de ces substances se trouvent isolés, ou bien se sont échangés et se sont convertis en principes solubles et capables même de servir de dissolvants aux principes purement minéraux. Dans ce premier degré de fermentation, la catalyse, il y a échange lent et paisible des éléments des substances entre elles, sans dédoublement et dégagement de gaz et sans échauffement très-sensible. Le ligneux, la cellulose, la fécule, se convertissent en dextrine, en glucose, en sucre. Dans un autre degré, la fermentation proprement dite, l'échauffement est sensible, l'oxygénation vive, les substances se dédoublent et leurs éléments fournissent du gaz acide

carbonique et de l'ammoniaque, qui s'échappent et se perdent; enfin, au troisième degré, la putréfaction, la chaleur dégagée est considérable, l'évaporation rapide; il se produit des gaz plus variés, infects : de l'acide carbonique, de l'hydrogène, de l'hydrogène sulfuré, carboné, phosphoré, de l'ammoniaque, etc.

265. La meilleure préparation des engrais sera celle qui, en procurant la solubilité, occasionnera le moins de déperdition des principes nutritifs; celle qui se bornera à la simple catalyse ou qui s'en éloignera le moins possible. C'est ainsi qu'agit la nature pour préparer l'alimentation de la jeune plante. Le germe, corps azoté, est placé au sommet de la graine, en face d'une étroite ouverture par laquelle il peut recevoir le contact de l'air extérieur; la masse de chaque graine semée est peu considérable et isolée; dès que la température est suffisante et que la graine est humectée, le germe prend les propriétés du ferment et le nom de diastase, et sous son action la fécule se change en dextrine et en matières sucrées de différentes espèces, qui, par leur solubilité, peuvent être absorbées par les racines de la plante.

266. Mais cette séparation théorique de différents degrés de fermentation en trois ordres ne se fait pas aussi régulièrement dans la nature. Ainsi, la fermentation du terreau, dans le sein de la terre, tient à la fois de la catalyse et de la fermentation; il s'y forme des matières sucrées, mais il se produit aussi de l'acide carbonique [§§ 117-118]. L'air et l'oxygène affluent dans certaines parties perméables du sol; ils n'arrivent qu'avec diffi-

culté dans d'autres parties plus compactes. C'est ce qui se présente aussi dans la confection des fumiers : malgré tous nos efforts pour renfermer la fermentation dans les limites de la catalyse, il y aura toujours un peu de fermentation plus avancée ; nous parviendrons seulement à limiter la perte des principes fertilisants que la fermentation ne manque pas d'occasionner.

267. Pour y réussir, il faut : 1° isoler les substances fermentescibles, pour qu'elles ne forment pas une masse continue ; 2° les maintenir à une température peu élevée, de 12 à 15°, par exemple ; 3° rendre l'accès de l'air difficile, sans le supprimer entièrement. On obtient ces effets en déposant les substances exemptes, autant que possible, d'un commencement de fermentation, dans des fosses fermées, avec sept à neuf fois leur volume d'eau. Ces fosses sont préservées de l'action de la température extérieure, soit par leur enfoncement en terre, soit par d'autres précautions faciles à prendre ; elles ne reçoivent l'air que par des soupapes, qui s'ouvrent, pour laisser échapper la vapeur et les gaz qui s'y forment, quand leur pression est assez forte pour les soulever. Ces conditions sont celles que l'on cherche à réaliser pour la confection des engrais liquides, dans les fermes les plus avancées de l'Angleterre. Nous avons constaté nous-même qu'en mettant dans un ballon du foin sec, en y ajoutant neuf fois son volume d'eau, et le maintenant à une température moyenne de 12°, le bouchon à l'émeri pouvant jouer librement et s'élever sous la pression intérieure du gaz et des vapeurs, il y a eu une catalyse lente, très-peu de fermentation, simple odeur de foin,

presque point d'acide carbonique, et au bout de trois mois, l'infusion chargée des principes solubles du foin a donné, par l'évaporation au bain-marie, un résidu contenant tous les principes azotés du foin, ce qui a été constaté par l'analyse. Il est resté un *caput mortuum* de ligneux qui peut servir comme amendement du sol.

268. Quand on applique cette méthode dans les étables, il faut avoir soin de précipiter à grande eau dans les fosses toutes les déjections des animaux à mesure qu'elles se produisent, et sans attendre que la présence de l'air chaud y développe la fermentation et la putréfaction. L'usage des engrais liquides a été introduit en l'année 1712, dans le canton de Zurich (1). Mais on y permet un trop long séjour des matières derrière les animaux ; en outre, une trop petite quantité d'eau ajoutée, qui, selon Maurice (2) ne serait que de trois fois le poids du fumier, puis des fosses mal couvertes, et recevant l'air en abondance, causent une fermentation déjà trop forte, comme le prouve l'odeur des liziers. Pour prévenir la perte de l'ammoniaque, qui, dans ces conditions, est assez considérable, les Suisses font souvent usage d'acide sulfurique versé dans les fosses.

269. On connaît de réputation l'engrais flamand. C'est un mélange de déjections humaines et d'eaux ménagères que l'on additionne quelquefois de tourteaux pour le rendre plus riche, et que l'on délaye dans six parties d'eau. Mais ces déjections sont tirées des fosses

(1) Tschiffeli, *Mémoires de la Société économique de Berne*, 2^e partie, p. 37.

(2) *Traité des Engrais*, 218.

d'aisances, où elles ont déjà subi une forte fermentation et une putréfaction qui continue dans les citernes. Aussi, l'engrais flamand répand-il une odeur infecte.

270. Les avantages que présentent les engrais liquides sont nombreux; ils offrent aux plantes des matières dissoutes dans l'eau qu'elles peuvent immédiatement mettre à profit. Arrosée de ces engrais, la végétation se ranime, son vert devient plus foncé, son accroissement plus rapide; tandis que l'engrais solide, dont une partie est insoluble, ne fermente que d'une manière intermittente et incomplète, en traversant des temps de sécheresse et d'humidité, de froidure et de chaleur. La récolte que produit l'engrais solide ne dépend jamais que d'une partie de ses principes. Le capital des engrais liquides, comme dit Schwerz, peut faire deux ou trois virements dans le même temps, alors que le capital engagé dans les engrais solides ne peut en faire qu'un seul.

271. La supériorité de cette forme était déjà appréciée par Mathieu de Dombasle, quand il attribuait une valeur de 3 fr. à une tonne de 16 à 18 hectolitres de purin étendu de neuf fois son poids d'eau, et celle de 5 fr. à 750 kilogrammes de fumier qui lui servaient de comparaison. L'indice de l'azote des 750 kilogrammes de fumier étant de 3 kilogrammes d'azote, et le purin employé ne contenant que 200 kilogrammes de matière sèche et dosant $2^{\frac{1}{2}}$.80 d'azote, l'engrais liquide aurait eu, à dose égale, un effet des $\frac{50}{28}$ de celui de l'engrais solide. L'estimation de Mathieu de Dombasle a été confirmée par l'expérience directe. M. Telfer ayant fumé deux parties de prairie, la pre-

mière avec de l'engrais solide, la seconde avec la même dose d'engrais réduit à l'état liquide, a recueilli de quatre à cinq fois plus de foin sous l'influence de ce dernier (1). M. Moll, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, nous rapporte que, dans le Waesland, on obtient en seigle et pommes de terre des produits égaux avec 44,000 à 66,000 kilogrammes de purin ordinaire et avec 60,000 kilogrammes de fumier. Ces engrais sont au moins, pour leur teneur, en azote comme 1 à 9. Lui-même a obtenu des succès égaux de l'emploi de 5,600 kilogrammes de fumier dosant 22^k.4 d'azote et de 210 kilogrammes d'excréments humains étendus de dix fois leur poids d'eau, et dosant 0^k.94 d'azote dans la culture de la betterave. La proportion ne serait ici que de 1 : 2.4 (2).

272. On peut appliquer les engrais liquides à toutes les époques de l'année, à tous les degrés de la vie des plantes, pourvu qu'alors la terre ne soit pas trop sèche, afin qu'elle n'absorbe pas l'engrais à son passage, et ne l'empêche pas de pénétrer jusqu'aux racines. Or, c'est là un avantage immense, car la végétation a ses périodes d'activité et de repos. Par exemple, la végétation du blé, qui commence avec la germination, a besoin alors de trouver un engrais abondant; puis elle s'arrête en hiver; ne recommence que lentement, quand la température moyenne monte à 6°; mais, dès qu'elle

(1) *General Board of Health Minutes of Information collected on the practical Application of Sewer-water and Town Manures, 1852.*

(2) *Correspondance.*

arrive à 12°, les facultés vitales de la plante se raniment, sa croissance est rapide, et plus on lui fournit de l'engrais soluble, plus son développement est considérable. A l'époque de la floraison, nouvelle crise; alors le développement se fait dans l'épi, où se forme le grain. Si, à ces différentes époques, nous pouvons fournir un engrais abondant et tout préparé, ses effets seront tout autres que si, pendant tout le cours de la végétation, nous donnions une dose uniforme et bornée de matières solubles. Dans le premier cas, nous suivons le développement de la plante dans son cours, nous l'aidons efficacement dans chacun de ses efforts; dans l'autre, nous semblons croire que la vie a une marche uniforme, et nous ne nous occupons pas de ses inégalités. Donnez habituellement la main à votre enfant pour l'aider à marcher, elle ne lui fera pas acquérir la force de franchir un obstacle, comme le ferait l'appui plus réel que vous lui prêteriez au moment de prendre son élan.

273. Les inconvénients des engrais liquides consistent dans les avances de capitaux nécessaires pour l'entretien des réservoirs et l'appropriation des étables, mais surtout dans la masse de ces engrais, huit ou neuf fois plus considérable que celle des engrais secs, et qui augmente le prix de transport dans une égale proportion. Ajoutez la difficulté de ces transports sur des champs en pleine végétation et dans un état humide, où le véhicule et les pieds des chevaux causent du dégât, ce qui force à renoncer à un des plus grands avantages de ces engrais, celui de pouvoir être apportés aux différentes phases de la vie des plantes. Quel que soit le degré de perfection

que les Allemands ont su mettre dans la construction des chars qui transportent et répandent l'engrais (1), ils n'obvient pas à ces inconvénients.

274. C'est à M. E. Chadwick que l'on doit la nouvelle méthode de transport des engrais liquides qui est mise en usage dans quelques-unes des fermes les plus perfectionnées de l'Angleterre, d'où, sans doute, elle se répandra partout où l'on en comprendra l'utilité (voyez *Appendice*, n° 5, p. 381). Son invention consiste à élever l'engrais liquide à un niveau supérieur à celui du champ le plus haut où on veut le faire parvenir ; à le conduire, sous l'influence de la pression résultant de l'excès de son niveau, et par des tuyaux de fonte ou d'autres matières susceptibles d'y résister, dans des regards situés en tête de chaque champ ; à y établir un robinet auquel vient s'adapter un tuyau flexible de gutta-percha, au moyen duquel des ouvriers dirigent sur la surface du terrain le jet continu d'engrais qui en sort. Au point de départ, on élève l'engrais puisé dans les fosses dans le réservoir supérieur (château d'eau), au moyen d'une pompe mue par la vapeur ou par des chevaux. Il y aura un grand avantage à placer les bâtiments d'exploitation des fermes dans une position qui domine les champs, pour éviter ce travail mécanique. Il faut seulement s'assurer que l'on y trouvera les 55 à 60 mètres cubes d'eau par hectare à fumer que nécessite la préparation de l'engrais (*Appendice*, n° 6, p. 386).

Les frais de transport, dans une ferme de 96 hec-

(1) Schwerz, *Engrais*, p. 200. Une description et une figure.

tares dont la distance moyenne à parcourir serait de 1,500 mètres, seraient à ceux des transports des engrais secs, environ comme 100 : 16, avec des tuyaux de conduite en fer ; mais cette différence de prix s'évanouit devant les avantages supérieurs que l'on retire des engrais liquides, si l'on considère qu'on les trouve encore avantageux transportés par des voitures, alors que les frais sont presque décuples de ceux des engrais secs.

275. En partant des principes que nous avons indiqués [§ 267], on fabriquera les engrais solides en mettant les matières à l'abri de l'air par la compression, par l'interposition des substances qui l'arrêtent ou l'entravent à son passage, ou qui absorbent son oxygène à son entrée et l'ammoniaque à sa sortie. Telle n'a pas été la méthode suivie jusqu'ici, et l'on ne peut calculer l'énorme quantité de gaz fertilisant qui a été et qui est encore perdue chaque année par les vices de la fabrication. En effet, on mêle les déjections des animaux avec une litière qui absorbe mal la partie liquide, et qui tient les parties solides soulevées et accessibles de toutes parts à l'air ; on enlève fréquemment les fumiers, en les éparpillant, et on les place sur un tas commun sans les presser ; dans cet état, on les laisse exposés à l'action du soleil et des vents, et le plus souvent on les abandonne dans une fosse qui reçoit les égouts de toutes les toitures de la ferme, et qui, étant remplie, laisse écouler au dehors l'extrait le plus précieux du fumier ; par des arrosages et des retournements fréquents, on l'entretient dans un état continu de fermentation, et l'on cherche à réduire en terreau la paille de litière, sans penser

qu'avant d'avoir agi ainsi sur le ligneux, la fermentation a été achevée pour les déjections et les urines, et en a fait disparaître l'ammoniaque. Nous avons montré ailleurs (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 595) que par ce traitement le fumier perd la moitié de sa masse et les 0.65 de son azote, et M. Payen a constaté que l'urine peut perdre 0.70 de son azote en trente-quatre jours.

276. On a senti les vices de ce mode de fabrication, et l'on a cherché à l'améliorer, en abritant le tas de fumier contre le vent et contre le soleil par des murs et des toits; en empêchant les eaux pluviales des bâtiments environnants d'affluer dans la place à fumier; en substituant une plate-forme aux fosses où on enterrait le fumier, ce qui facilite d'ailleurs son chargement; en tassant fortement le tas à mesure qu'il s'élevait, en y faisant passer même les animaux pesants; en l'arrosant avec le purin qui s'en écoule et qu'on reçoit dans une fosse pour maintenir son humidité et l'empêcher de s'échauffer et de fermenter trop vivement; en se gardant bien de le retourner avant de l'employer. Ce sont là de véritables progrès, mais qui ne satisfont pas encore complètement aux *desiderata* de la science.

277. Plus tard, on a cherché à arrêter les gaz ammoniacaux qui s'échappent des fumiers, en les arrosant avec de l'acide sulfurique allongé d'eau ou avec une solution de sulfate de fer, ou bien en les stratifiant avec du sulfate de chaux. Buran, Payen et Chevalier avaient d'abord appliqué ce procédé aux matières fécales, et Schattenmann en a proposé l'emploi pour les fumiers. Nous avons montré (*Cours d'Agriculture*, t. V, p. 553)

le peu d'économie du sulfate de fer et l'incomplète efficacité du sulfate de chaux. M. Salmon a proposé de stratifier le fumier avec une poudre charbonneuse provenant de la combustion de vases de rivière, de boues de ville, de terreau, etc. Cette méthode est bonne quand on peut se procurer facilement ces matières. Les dernières expériences de M. Payen (1) ont prouvé que le moyen le plus efficace était, pour arrêter l'ammoniac, de stratifier le fumier, soit dans les étables, soit sur les tas extérieurs, avec la chaux hydratée, l'argile, l'argile brûlée, et que la craie, la marne, la paille, hâtaient au contraire leur décomposition.

278. Pour fabriquer les fumiers méthodiquement et avec économie, il faudra recevoir les déjections sur une couche de matière absorbante et conservatrice, par exemple, de l'argile brûlée, les en recouvrir encore par intervalles, et aussi souvent qu'il est nécessaire pour que le lit de l'animal soit sec et propre. Il faut éviter que la litière terreuse passe à l'état pâteux ; les animaux y enfoncent leurs pieds et les en retirent avec effort. On a cru remarquer à Mettray que cette incommodité avait causé des avortements dans la vacherie. Les couches de déjections et de matières terreuses étant ainsi ajoutées successivement, on conçoit que le lit de l'animal monte à mesure, et il faut hausser en même temps le râtelier et la mangeoire, qui sont rendus mobiles. Dans les étables dont le plancher est bas, la place des animaux peut être creusée au-dessous du niveau du sol.

(1) *Journal d'Agriculture pratique*, 5^e série, t. VII, p. 135, 190, 577.

Le fumier ainsi traité peut rester plusieurs mois sous les animaux sans inconvénient pour eux, car il ne répand aucune odeur, et avec avantage pour sa qualité, car, constamment pressé et piétiné, et entouré de matières peu perméables, il ne s'y opère qu'une lente catalyse et point de fermentation. Cette méthode, qui commence à se répandre dans les pays avancés, et dont M. Decrombecque a eu l'initiative dans le Pas-de-Calais, fait disparaître les fumiers des cours des fermes, et maintient ces cours dans un état de propreté qui contraste avec leur fétidité actuelle.

279. Il est un autre moyen de préparer les fumiers en supprimant provisoirement leur fermentation. Il consiste à les dessécher à mesure de leur production. Ce moyen peut souvent être employé dans les contrées du Midi, il dispense de toute construction spéciale, mais il exige un balayage fréquent des écuries. On expose au soleil les déjections et les litières pailleuses et terreuses, et, dans l'été, une seule journée suffit pour les dessécher complètement; alors on les entasse et on les garde en réserve jusqu'au moment de s'en servir. Si la dessiccation n'avait pas été assez complète, le tas de fumier s'échaufferait et fermenterait, il s'établirait une végétation fongueuse (le blanc de fumier), qui vivrait aux dépens de ses principes fertilisants et détruirait sa qualité. Il est donc bien important de surveiller le tas de fumier sec que l'on forme, et, si sa température s'élève au-dessus de la température ambiante, il faut l'ouvrir pour le sécher à fond. Quand le moment de se servir de cet engrais approche, on peut arroser les tas, il s'y

établit bientôt une fermentation que l'on arrête à temps en transportant le fumier sur le terrain à fumer.

280. D'habiles agriculteurs ont conseillé aussi de porter immédiatement aux champs le fumier de chaque jour. Cette pratique peut être bonne si l'on enterre le fumier immédiatement dans un sol de nature propre à retarder sa fermentation et à retenir les gaz qui s'en échappent. Il en serait autrement s'il s'agissait de terrains légers, facilement perméables à l'air, ou de terrains qui contiennent du carbonate de chaux en certaine quantité. On doit dire aussi que ces transports fréquents et ces labours continuels, qui ne peuvent pas occuper la journée entière d'un ouvrier dans les fermes de grandeur ordinaire, rompent la régularité des travaux, et mettent de l'inégalité entre les fumures des divers terrains qui ont reçu l'engrais depuis un temps plus ou moins long; aussi cette méthode a-t-elle été plus vantée que suivie.

281. L'engrais Jauffret, ainsi nommé du nom de celui qui l'a préconisé et qui a cru l'avoir inventé, est connu et usité de temps immémorial dans les parties de notre Midi où l'on peut se procurer abondamment des matières végétales : roseaux, plantes aquatiques, racines, etc. Ces matières contiennent beaucoup de ligneux; il est nécessaire de provoquer leur fermentation pour les désagréger. Au près d'une fosse ou d'un puisard où l'on peut se procurer de l'eau, on établit le tas de ces végétaux, que l'on arrose à mesure qu'on le monte avec de l'eau pure, ou mieux avec de l'eau animalisée par l'addition de fumier de ferme que l'on y fait macérer.

et aussi par des lessives alcalines dans le genre de celle qui est proposée par Jauffret. Le tas s'échauffe, et l'on a soin de modérer l'élévation de sa température par des arrosages fréquents. Au bout d'un mois, plus ou moins, la masse contient assez de parties solubles pour pouvoir être employée avec avantage.

282. Nous ne finirons pas ce chapitre de la préparation des engrais, sans dire que les phosphates restants dans les os et les coprolithes sont insolubles dans l'eau pure; qu'ils sont solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique, mais qu'il est difficile de se procurer une quantité suffisante de cet acide, et que d'ailleurs son action est lente. Aussi, pour donner à ces phosphates la solubilité nécessaire, les mêle-t-on, après les avoir pulvérisés, avec leur poids d'acide sulfurique.

établit bientôt une fermentation que l'on arrête à temps en transportant le fumier sur le terrain à fumer.

280. D'habiles agriculteurs ont conseillé aussi de porter immédiatement aux champs le fumier de chaque jour. Cette pratique peut être bonne si l'on enterre le fumier immédiatement dans un sol de nature propre à retarder sa fermentation et à retenir les gaz qui s'en échappent. Il en serait autrement s'il s'agissait de terrains légers, facilement perméables à l'air, ou de terrains qui contiennent du carbonate de chaux en certaine quantité. On doit dire aussi que ces transports fréquents et ces labours continuels, qui ne peuvent pas occuper la journée entière d'un ouvrier dans les fermes de grandeur ordinaire, rompent la régularité des travaux, et mettent de l'inégalité entre les fumures des divers terrains qui ont reçu l'engrais depuis un temps plus ou moins long; aussi cette méthode a-t-elle été plus vantée que suivie.

281. L'engrais Jauffret, ainsi nommé du nom de celui qui l'a préconisé et qui a cru l'avoir inventé, est connu et usité de temps immémorial dans les parties de notre Midi où l'on peut se procurer abondamment des matières végétales : roseaux, plantes aquatiques, racines, etc. Ces matières contiennent beaucoup de ligneux; il est nécessaire de provoquer leur fermentation pour les désagréger. Au près d'une fosse ou d'un puisard où l'on peut se procurer de l'eau, on établit le tas de ces végétaux, que l'on arrose à mesure qu'on le monte avec de l'eau pure, ou mieux avec de l'eau animalisée par l'addition de fumier de ferme que l'on y fait macérer,

et aussi par des lessives alcalines dans le genre de celle qui est proposée par Jauffret. Le tas s'échauffe, et l'on a soin de modérer l'élévation de sa température par des arrosages fréquents. Au bout d'un mois, plus ou moins, la masse contient assez de parties solubles pour pouvoir être employée avec avantage.

282. Nous ne finirons pas ce chapitre de la préparation des engrais, sans dire que les phosphates restants dans les os et les coprolithes sont insolubles dans l'eau pure; qu'ils sont solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique, mais qu'il est difficile de se procurer une quantité suffisante de cet acide, et que d'ailleurs son action est lente. Aussi, pour donner à ces phosphates la solubilité nécessaire, les mêle-t-on, après les avoir pulvérisés, avec leur poids d'acide sulfurique.

CHAPITRE XII.

Des engrais relativement à la nature du sol.

283. Les propriétés physiques des terrains entraînent des conséquences agricoles qui seront l'objet de nos études quand nous traiterons de l'habitation des plantes. Ici, nous n'avons à nous occuper que de l'alimentation des végétaux cultivés, et c'est seulement sous le rapport de leur composition chimique que nous avons à considérer les terres arables.

284. On a souvent cherché à faire une classification des plantes d'après les éléments minéralogiques du sol sur lequel elles paraissent le mieux prospérer. On a distingué les plantes en siliceuses, calcarophiles, etc., mais il a été impossible jusqu'ici de citer une seule espèce végétale croissant sur le calcaire, par exemple, et que l'on n'ait pas rencontrée aussi sur des sols qui passaient pour manquer de chaux, parce que peut-être on n'y avait pas cherché cette base. Ainsi Hrachaver (1) trouvait *l'ericca herbacea* sur le basalte, sur le gneiss

(1) *Annales de Liebig*, 59.

micacé, quoique cette plante passât pour ne croître que sur des terrains calcaires; mais en même temps une analyse soignée lui faisait reconnaître la chaux dans ces roches. On n'a pu encore citer aucune plante qui fût exclusivement propre à certains terrains; un examen approfondi a fait voir que leur station se rapportait principalement à l'état de pulvérisation, d'hygroscopicité, des sols que les plantes habitent, et qu'on les rencontre dans deux sols de compositions tout à fait différentes, quand ces sols se trouvent tous deux dans le même état physique.

285. Mais autre chose est l'existence individuelle, accidentelle, malade des plantes qui ne trouvent dans le sol qu'une faible dose des principes qu'elles doivent absorber; autre chose, la multiplication abondante, le développement complet, la santé brillante dont jouissent les plantes qui y trouvent largement les principes alimentaires qui leur conviennent. Ainsi, quoique, dans le sens absolu, il ne soit pas exact de dire qu'il y a des sols exclusifs de certaines plantes, on peut affirmer qu'il y en a qui sont favorables à une végétation spéciale. C'est ce que les botanistes reconnaissent au premier coup d'œil, en examinant, non plus les individus isolés, mais les associations et la masse des plantes naturelles à certaines localités. Et en agriculture, nous pouvons signaler des végétaux réellement calcarophiles, d'autres siliceophiles ou psammophiles. Il suffit pour s'en convaincre de se rappeler les effets de la marne et de la chaux sur les froments et les légumineuses des terrains argilo-siliceux; de même que l'on peut citer le lupin,

qui refuse de fructifier sur les terrains calcaires, et qui prospère dans les terrains siliceux et ocreux. Nous admettons donc que si la vie de la plante ne dépend pas absolument d'une dose déterminée de tels ou tels principes de sol, sa prospérité ou son état de langueur dépend de l'abondance ou de l'absence de ces principes. Or, ce n'est pas un herbier que nous prétendons composer, mais des produits que nous voulons obtenir; nous devons donc tenir grand compte de la composition chimique des sols dans le choix que nous en faisons pour les cultures diverses, et leur étude nous conduit aussi à rechercher les engrais qui peuvent servir de complément à leur composition incomplète (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 258).

286. Dans cet ordre de considérations, nous pourrions instituer autant de classes de terrains que l'on a reconnu d'éléments nutritifs de végétaux, et nous les caractériserions par la présence ou l'absence de quelques-uns de ces éléments; mais la pratique n'exige pas une si minutieuse division, et nous devons nous borner à signaler les principales classes qu'elle nous a fait connaître, et qui sont les suivantes :

- | | | |
|----|-----------------|-----------------------------|
| A. | Terres manquant | d'humidité. |
| B. | — | de terreau. |
| C. | — | de substances albuminoïdes. |
| D. | — | de calcaire. |
| E. | — | d'alcalis solubles. |
| F. | — | de phosphates. |
| G. | — | de sulfates. |

287. A. *Terres manquant d'humidité.* L'humidité peut

manquer habituellement toute l'année ou pendant certaines saisons. Les terres sont dans cet état quand, dans la période de temps pendant laquelle elles pourraient porter une récolte, elles ne conservent pas habituellement 0.15 de leur poids d'eau, à 0^m.33 de profondeur. C'est par l'irrigation que l'on remédie à ce défaut [§ 112].

287. B. *Terres manquant de terreau.* Il y a deux manières de constater ce déficit : ou par la combustion, ou par le dosage de l'acide carbonique confiné dans le sol. Dans la méthode de la combustion, il faut que la dessiccation qui la précède soit complète, pour ne pas s'exposer à compter comme du terreau l'eau que l'on n'aurait pas expulsée. On doit donc prolonger la dessiccation au bain d'huile aussi longtemps que la terre perd de son poids. Quand on opère bien, on reconnaît que, pour être suffisamment fertile, la terre doit contenir au moins $\frac{1}{100}$ de son poids de matières organiques. Le dosage de l'acide carbonique, tel que M. Boussingault l'a enseigné, est plus difficile, mais beaucoup plus sûr, et il paraît que le sol, tel que nous venons de l'indiquer, doit contenir au moins 4,000 litres d'acide carbonique par hectare. D'après les expériences de mon savant confrère, le sous-sol siliceux n'en renferme que 741 litres, une terre récemment fumée, 80,545 litres [§ 130].

288. On fournit du terreau au sol qui en manque en employant du fumier à litière végétale, de l'engrais Jauffret [§ 281], et surtout en enfouissant des engrais verts [§ 238].

289. C. *Terres manquant de substances albuminoïdes.* La pauvreté des récoltes, même sur des terres suffi-

samment pourvues de terreau, annonce assez le manque d'engrais azotés. On sait bien qu'il y a un maximum dans la quantité de ces matières qu'il y aurait de l'inconvénient à dépasser, mais on est si loin d'y atteindre, et il est si facile et si profitable de tirer parti de cet excédant, que l'on peut regarder comme général l'état des terres où il convient d'appliquer des substances albuminoïdes libres, car on sait aussi que dans certaines combinaisons, l'ammoniaque du sol n'est que partiellement à la disposition des plantes [§ 134]. On reconnaît la quantité d'ammoniaque libre que contient le sol en le lessivant et en dosant l'eau de filtration (1). Mais on en juge aussi dans la pratique par le résultat des récoltes, en divisant l'indice de l'azote des récoltes par l'épuisement moyen qu'elles causent au sol. Le quotient donne l'indice de l'azote qui fait partie de l'ammoniaque libre du champ, pendant la végétation des récoltes. Ces recherches ne peuvent donner un résultat approché de la vérité que quand elles ont été faites sur des récoltes qui n'ont pas été notoirement contrariées par les intempéries. Ainsi, soient les récoltes suivantes faites sur un hectare :

	Azote de la récolte. k.	Épuisement c-usé par la récolte.	Azote de l'ammoniaque du terrain. k.
17,000 kil. de pommes de terre.	83.3	0.46	181
30 hect. de froment.	61.5	0.29	208
50 hect. d'avoine.	60.0	0.40	150
50 hect. de colza.	81.6	0.36	227

(1) *Comptes rendus*, t. xxxvii, p. 207

Il reste donc probablement après la récolte, savoir :

Sur le champ de pommes de terre..	181 ^k	—	83.3	=	97.7
— de froment..	208 ^k	—	61.5	=	146.6
— d'avoine..	150 ^k	—	60.0	=	90.0
— de colza.	227 ^k	—	81.6	=	144.5

Sachant ensuite la quantité d'engrais azoté qu'exige la récolte qui va suivre, on connaîtra l'indice de l'engrais complémentaire que l'on doit appliquer (1).

290. D. *Terrains manquant de calcaire.* Le précipité opéré par l'oxalate d'ammoniaque dans une dissolution acide de la terre indique la présence du calcaire, comme l'absence de ce précipité est le signe qu'elle manque de cet élément. Les sols qui n'ont pas de calcaire ont une végétation caractérisée par plusieurs plantes, parmi lesquelles la *petite oseille* et les *oxalis* se font remarquer; dans ceux qui possèdent de la chaux, on trouve le *trifolium fragiferum*, les *mélilots*, les *ononis*, la *centaurea calcitrapa*, et des plantes labiées.

291. On supplée au calcaire qui manque au sol, en lui appliquant une dose de chaux hydratée ou de marne équivalente, au moins, à la consommation que peuvent en faire les cultures, et en supposant qu'une grande partie de cette quantité ne pourra être atteinte par les racines des plantes. Les récoltes les plus exigeantes en chaux sont celles qui produisent 1,000 kilogrammes de filasse de chanvre, emportant 682 kilogrammes de chaux; la récolte de 8,000 kilogrammes de trèfle, qui

(1) Pour l'indice de dosage des plantes et le facteur de l'épuisement, voyez *Cours d'agriculture*, t. III et IV.

en exige 152 kilogrammes : celle de 3,000 kilogrammes de froment n'enlève au champ que 34 kilogrammes de calcaire, et celle de 29,000 kilogrammes de pommes de terre que 36 kilogrammes. Ainsi, dans cet assolement, 1, pomme de terre, 2, blé, 3, trèfle, 4 blé ; nous devrions fournir à la consommation $36 + 34 + 152 + 34 = 256$ kilogrammes de calcaire ou 64 kilogrammes par hectare et par année moyenne. Or, voici ce qui se passe dans la pratique : on administre sous forme de chaux hydratée 350 kilogrammes de chaux pure par année moyenne, et 1,000 kilogrammes de chaux pure sous forme de marne pulvérulente ; c'est-à-dire, dans le premier cas, six fois la quantité qui serait absorbée par les plantes, et dans le second, seize fois cette quantité ; mais la chaux n'est distribuée que de trois à dix ans et la marne que de huit à trente ans d'intervalle, en proportionnant la dose à l'intervalle qui sépare ces répandages.

292. E. *Terres manquant d'alcalis solubles*. Il y a des terrains, surtout ceux qui résultent de la décomposition et du lavage des roches quartzeuses et des schistes micacés, qui manquent d'alcalis ; mais ils manquent aussi de chaux et de terreau. C'est par le moyen de fumiers abondants que l'on remédie le mieux à ce défaut. Les pierres à chaux, qui renferment presque toutes des sels de soude et de potasse (1), ainsi que les cendres non lessivées, sont aussi très-propres à la fertilisation de ces terrains.

(1) Kuhlmann, *Expériences*, p. 34 et suiv.

293. Il y a des terrains plus nombreux où une analyse complète fait reconnaître la présence des alcalis, mais à l'état insoluble. Ce sont, en général, des terres argileuses, et l'on remarque que les graminées peuvent y avoir un grand succès avec des engrais purement azotés (les tourteaux et les sels ammoniacaux, par exemple), tandis que l'on n'y obtient que difficilement des récoltes notables de pommes de terre, de trèfle, de colza, de tabac, etc., et des autres plantes qui exigent une grande abondance d'alcalis.

294. Quand ces terrains ne renferment pas de chaux, c'est principalement par l'application de la marne et de la chaux qu'on leur fournit de l'alcali soluble [§ 294]; mais on rend soluble celui des terres marneuses par les labours fréquents, qui présentent successivement à l'action de l'air et de l'acide carbonique les particules désagrégées de la terre. C'est dans de semblables terrains que la jachère complète a un effet que l'on pourrait difficilement attendre des engrais.

295. Mais l'opération la plus énergique et la plus utile dans ce cas consiste dans le brûlement des argiles, qui dispose les silicates à une plus grande solubilité, et l'argile elle-même à absorber plus facilement les gaz ammoniacaux. Quand cette opération est faite par la combustion des gazons, que l'on découpe par tranches et dont on fait des fourneaux, elle prend le nom d'*écobuage*. (*Cours d'Agriculture*, t. III, p. 348.) On brûle aussi des argiles qui ne portent pas de gazons, mais alors il faut être très-circonspect sur la température à laquelle on les soumet. Une température médiocre rend les sili-

cates plus solubles, mais une haute température détermine une vitrification qui diminue leur solubilité. Dans les expériences faites à ce sujet, on a trouvé que l'argile, qui, dans son état naturel, donnait 0.489 d'alcalis solubles pour 100, en donnait 1.277 quand elle avait été exposée pendant une demi-heure à une chaleur rouge, en vase clos; 0.826 quand elle avait été calcinée à l'air libre; et 0.548 quand elle avait subi pendant trois heures, à l'air libre, une chaleur rouge intense (1).

296. F. *Terrains manquant de phosphates.* C'est en étudiant les effets du noir de raffinerie comparés à ceux des autres engrais que l'on a pu signaler les terrains qui manquent de phosphates, et l'influence considérable que la présence ou l'absence de ces sels ont sur la production agricole. A peine ces faits ont-ils été connus, qu'on a cru voir partout le besoin de phosphates; c'est ce qui arrive à toute nouvelle observation, que l'on cherche toujours à convertir en théorie générale. Les terrains privés de phosphates sont cependant assez nombreux, et comme nous ne possédons pas un réactif sûr et commode, la nécessité d'opérations compliquées pour les reconnaître a été cause que l'on a préféré le plus souvent admettre, sans preuve, l'absence des phosphates, qui cependant existent dans beaucoup de terres, et en particulier dans presque toutes celles qui contiennent l'élément calcaire. Le phosphate y est rendu soluble par l'acide carbonique dont se chargent les eaux de pluie, en traversant les sols riches en terreau.

(1) *Quarterly Journ. of Agric.*, 1851, p. 101 et 109.

297 Il semble que l'ajonc (*ulex Europæus*) et les bruyères soient une indication presque certaine des terrains qui manquent de phosphates. Ces plantes y déposent, d'ailleurs, un terreau très-chargé de tannin, très-nuisible à la végétation de la plupart des récoltes. Aussi l'écobuage qui détruit le tannin, et l'application de la chaux qui le neutralise, sont-ils très-favorables à ces terrains; mais même alors toute leur fertilité ne se manifeste pas comme après qu'ils ont reçu du noir de raffinerie, dont les effets semblent tenir du miracle. Une très-petite dose de cette substance (4 hectolitres et demi par hectare) mouillée, brassée avec les graines pour les enduire de cette poudre (opération qui prend le nom de *pralinage*), fait produire de belles récoltes, là où le blé aurait eu peine à grainer, et où la chaux n'aurait donné que des récoltes beaucoup moindres. Le noir neuf, n'ayant pas servi à la raffinerie, produit des effets beaucoup moindres. Maintenant que s'est-il passé dans l'opération du raffinage du sucre? Le noir qui en résulte a été associé à des matières albuminoïdes; il est resté du sucre attaché au noir, et ce sucre en fermentation a produit de l'acide carbonique et de l'acide acétique; ces acides attaquent le phosphate des os et le rendent soluble, sans qu'il soit besoin de supposer l'existence d'un acide organique dans le sein de la terre; et comme la substance azotée ne serait pas suffisante pour produire l'effet observé, il faut bien l'attribuer en grande partie aux phosphates. Maintenant, que se passe-t-il quand on associe le noir à un marnage et à un chaulage qui paraissent en détruire les effets? Le phosphate de chaux

repasse-t-il alors à l'état insoluble en se saturant de chaux?

298. On emploie aussi, mais avec un succès moins saillant, sur les terres de bruyère les cendres lessivées à raison de 20 hectolitres par hectare; la poudre d'os à la dose de 15 à 20 hectolitres; les coprolithes à raison de 15 hectolitres. La réussite de ces substances, qui toutes contiennent du phosphate de chaux est plus assurée si on les a traitées d'avance par l'acide sulfurique [§ 282], mais il est bien entendu que les phosphates seuls, même associés à un peu de substance azotée, ne produisent tant d'effet que sur les terrains bien pourvus de terreau, et que dans ceux qui en sont dépourvus, ils n'en produisent aucun.

299. G. *Terrains qui manquent de sulfates.* Nous avons vu [§ 48] sur quelles plantes et dans quelles circonstances les sulfates paraissent agir énergiquement sur la végétation. Si, aux terrains qui en manquent, on applique une certaine dose de plâtre (correspondant à 300 kilogrammes de sulfate de chaux pur par hectare) pulvérisé, cru ou cuit, enterré dans le sol ou répandu sur les plantes en végétation, les produits de ces plantes en sont notablement accrus. Les cendres pyriteuses à la dose de 4 à 6 hectolitres sont souvent substituées au sulfate de chaux, dans les cas dont nous avons parlé.

300. On pourrait étendre bien plus encore le cadre des terres signalées par l'absence de tel ou tel élément. Certains terrains blancs paraissent manquer de fer, et, quoique l'analyse en fasse trouver quelquefois, l'application des terres ocreuses leur sera très-avantageuse, si ce

n'est pour leur fournir cet élément, au moins pour modifier leur couleur et les rendre plus susceptibles d'absorber la chaleur lumineuse; mais alors l'ocre n'est pas considérée comme servant à l'alimentation de la plante, mais comme amendement du sol, objet réservé pour la deuxième partie de cet ouvrage.

CHAPITRE XIII.

Engrais spéciaux des plantes.

301. En voyant les analyses des plantes aboutir toutes à montrer dans les végétaux les plus divers des principes identiques et ne différant que dans leurs proportions, on s'est demandé si la même alimentation ne convient pas à tous les végétaux, et cette opinion a passé, pendant quelque temps, pour un axiome en agronomie (1).

302. T. de Saussure a fait faire un pas de plus à la théorie, en montrant que le végétal n'assimile pas les substances solubles du sol en raison de leur abondance; que dans une solution composée de plusieurs substances il absorbe en plus grande partie tel ou tel principe (2); M. Chevreul nous a fait pénétrer plus avant encore dans la question, en faisant voir que certains

(1) Duhamel, *Physique des arbres*, t. II, p. 209.

(2) *Recherches sur la végétation*, 247; Trinchinetti, *du Pouvoir absorbant des plantes*, et *Cours d'Agriculture*, t. I, p. 487.

tissus ont la propriété de dédoubler les solutions, de s'approprier une plus grande proportion de l'eau et des sels qu'elles contiennent (1); enfin l'on a cru que les plantes excrétaient, soit par les racines, soit à la surface de leurs feuilles, une partie des sels qu'elles ont absorbés (2).

303. Il fallait conclure de tous ces faits que, quoique formées des mêmes éléments, il ne suffisait pas seulement que les plantes les trouvassent dans le sol pour qu'elles pussent s'en nourrir, qu'il fallait encore que leur état, leur association, leur abondance relative, leur permettent de s'emparer de ceux qui leur étaient convenables, sans que d'autres principes vinssent en détruire l'effet, en empêchant ou contrariant les nouvelles combinaisons qui se passent dans l'intérieur des végétaux, et qui deviennent des poisons pour certaines espèces, tout en étant salutaires ou indifférentes pour d'autres.

304. Il faudrait donc être parvenu à connaître le genre d'alimentation qui convient à chaque espèce de plante, pour se flatter de porter l'agriculture à sa plus haute perfection; nous sommes encore bien éloignés de ce point. Ici la chimie ne nous offre plus son secours; car l'expérience agricole seule peut nous instruire, et pour une science qui avait la prétention de se créer par elle-même et sans appui étranger, elle a assez peu travaillé pour résoudre ces problèmes. Certaines plantes

(1) *Comptes rendus*, 6 juillet 1853, p. 581 et suiv.

(2) *Cours d'Agriculture*, t. v, p. 49.

ont des besoins si impérieux, que l'on n'a pu les reconnaître. Elles ont indiqué le régime qui leur convient par des succès et des revers si tranchants, que l'on a appris à leur fournir les substances qui leur sont nécessaires. Mais quant à toutes les autres, qui ont aussi leurs prédilections et leurs conditions d'alimentation moins apparentes, nous en sommes souvent à ne pas savoir expliquer les bizarreries que présentent leurs récoltes, et dont l'abondance ou la faiblesse misérable ne semblent pas s'accorder avec les saisons qu'elles ont traversées et le traitement cultural qu'elles ont reçu. Aucune expérience n'a été faite pour nous mettre sur la voie de ces explications, et il est bien temps cependant d'entreprendre cette œuvre capitale.

505. Parmi les plantes qui manifestent un besoin spécial de certaines substances dans leur alimentation, nous devons placer au premier rang les fourrages légumineux, la luzerne, le sainfoin, le trèfle (§§ 48-50). Nous avons dit que 200 à 300 kilogrammes de sulfate de chaux pur doubleraient ou tripleraient leur produit sur les terrains qui manquent de ce sel. Or voyons ce qui se passe à leur égard.

506. Nous avons une analyse de luzerne récoltée à Orange, faite par M. Berthier, et une analyse de trèfle d'Alsace faite par M. Boussingault (1). Les terrains d'Orange contiennent du plâtre, le trèfle d'Alsace avait été plâtré.

(1) *Économie rurale*, t. II, p. 49.

	LUZERNE.	TRÈFLE.	4 hect. de luzerne produit 80,000 k. de fourrage. k.	4 hect. de trèfle produit 9,000 k. de fourrage k.
Chlore.	0.272	0.216	217.6	19.14
Acide sulfurique.	0.419	0.193	335.2	17.37
Acide phosphorique.	0.314	0.513	251.2	46.17
Potasse.	1.056	2.077	846.8	181.53
Soude..	0.183	0.057	146.4	5.13
Chaux..	3.515	1.676	2,812.0	150.84
Magnésie.	0.034	0.382	27.2	34.38
Silice..	0.140	1.151	112.0	103.59
Matières organiques.	94.067	93.795	75,253.6	8,441.55
	100.000	100.060	80,000.0	9,000.00

Dans ces deux analyses, la potasse et la chaux tiennent le premier rang. La grande quantité de la première, ainsi que celle de la silice dans le trèfle de M. Boussingault, pourraient provenir des cendres de tourbe que l'on répandait sur les trèfles à l'époque de ces analyses (1).

307. La grande quantité de chaux trouvée dans ces légumineuses explique bien la convenance de les placer sur un sol calcaire, chaulé ou marné. Il est évident, d'ailleurs, que le gypse répandu à la dose de 300 kilogrammes ne pourrait fournir les 2,812 kilogrammes de chaux qu'a absorbés la luzerne. Ainsi, c'est bien son soufre qui a agi sur l'abondance de cette récolte.

308. Voilà donc une substance qui ne se trouve qu'en petite proportion dans une plante, comparativement à ses autres composants, et qui lui est d'une nécessité presque absolue, sans laquelle on n'a que de chétives récoltes. L'expérience seule pouvait amener à cette con-

(1) *Économie rurale*, 1^{re} édition, t II, p. 219.

clusion. Mais cet exemple est un avertissement pour ne pas conclure de l'abondance d'un principe dans une analyse que c'est l'engrais spécial de la plante, et qu'un autre principe qui occupe une place beaucoup plus modeste ne lui est pas beaucoup plus nécessaire.

309. Cependant on peut remarquer que toutes les plantes sur lesquelles le plâtre produit un effet marqué contiennent une dose d'acide sulfurique qui surpasse celle que puisent les plantes qui n'en éprouvent aucun. Ces plantes sont les suivantes, que nous plaçons ici avec l'indication de la proportion d'acide sulfurique qu'elles contiennent :

Navette..	0.00194	Hérath.
Chou. .	0.00348	<i>Ibid.</i>
Colza. .	0.00271	Magnus, <i>Annuaire Millon</i> , 1850, p. 553.
Chanvre. .	0.00126	Reich, <i>Ibid.</i> , 1841, p. 484.
Lin.	0.00185	<i>Ibid.</i> , p. 483.
Sarrasin..	0.00183	Sprengel.
Maïs.	0.00110	Berthier.
Millet à épi.	0.00310	<i>Ibid.</i>
Luzerne..	0.00419	<i>Ibid.</i>
Trèfle..	0.00193	Boussingault.

L'acide sulfurique de la plupart des plantes cultivées ne va qu'à la quatrième décimale. Quelques crucifères et les alliées renferment des huiles essentielles abondantes en soufre. L'oignon, par exemple, contient 0,00370 d'acide sulfurique, d'après l'analyse de M. Berthier; nous ne savons pas qu'on ait essayé sur cette plante les effets du gypse, dans les terrains qui n'en contiennent pas.

310. Et cependant nous pouvons voir combien cette

induction tirée de la dose de l'acide sulfurique dans les plantes pourrait être fautive, si on la regardait comme indiquant la nécessité de leur fournir des sulfates. D'autres légumineuses profitent de l'application du plâtre, nous citerons entre autres le pois chiche (*cicer arietinum*); mais ici il se produit un fait très-remarquable. Les poils de cette plante sécrètent de l'acide oxalique, la surface de son péricarpe en sécrète aussi; or, quand elle est placée sur un terrain calcaire, ou qu'elle est gypsée, ses semences ne cuisent plus que difficilement. L'enduit insoluble d'oxalate de chaux qui se forme s'oppose à ce que les pois s'amollissent; on ne parvient alors à les rendre mangeables qu'en les faisant cuire avec un nouet de cendres, dont l'alcali forme un sel soluble avec l'acide oxalique qu'il sépare de la chaux; ou bien avec de l'oseille, dont le bi-oxalate de potasse décompose l'oxalate de chaux. Les pois manifestent aussi les mêmes inconvénients.

311. Mais cet effet est encore plus marqué dans le lupin blanc (*lupinus albus*). La plante pousse dans les terrains calcaires jusqu'au moment où elle arrive à la floraison, alors le pédoncule sécrète de l'acide oxalique, qui, venant à s'unir avec la chaux, forme un sel qui obstrue les canaux séveux de la plante; l'épi, ne recevant plus de sucs, se dessèche et meurt. Les oseille, les oxalis, plantes bien connues pour contenir beaucoup d'acide oxalique, disparaissent aussi sous l'influence de la marne et de la chaux. Comme le lupin donne de l'acide sulfurique à l'analyse, il serait intéressant d'examiner si l'application du sulfate de potasse au lieu de

sulfate de chaux ne serait pas d'un excellent effet sur sa végétation.

312. Le froment nous fournira aussi un exemple de la spécialité des engrais, sans égard aux indications que fournirait la masse des différentes substances qui entrent dans sa composition; M. Boussingault a trouvé par son analyse les chiffres suivants:

	Grain, 100 k.	Paille, 200.78	Plante entière, 300.78	Plante entière pour 2,200 k. de grain ou 6,017.46.
	k.	k.	k.	k.
Acide sulfurique.	0.02	0.08	0.10	2.20
Acide phosphorique.	1.14	0.44	1.58	54.76
Potasse.	0.72	1.20	2.00	44.00
Soude.	traces.	0.04	0.04	0.88
Chlore.	traces.	traces.	traces.	traces.
Chaux..	0.07	1.18	1.25	27.50
Magnésie.	0.39	0.68	1.07	23.54
Silice..	0.05	9.42	9.45	207.90
Fer et alumine.	0.00	0.14	0.14	3.08
Matières organiques.	97.65	187.52	285.15	6,273.30
	<hr/> 100.00	<hr/> 200.78	<hr/> 300.78	<hr/> 6,617.16

313. Cette analyse indique évidemment la nécessité de la silice soluble, de la potasse, de la chaux, des phosphates, de la magnésie, etc., comme engrais spéciaux du froment. La plupart des terrains qui lui sont destinés étant plus ou moins argileux, la silice et la potasse lui manquent rarement; mais, dès que la chaux n'existe pas dans le terrain, les récoltes y deviennent pauvres et le chaulage et le marnage y doublent et triplent les produits. Rien ici qui ne s'explique très-bien par les résultats de l'analyse.

314. Mais l'analyse n'explique pas les effets énergiques

des phosphates et de la magnésie. C'est que ce n'était pas seulement l'ensemble de la composition de la plante qu'il fallait consulter, mais surtout celle de la graine, et il en est ainsi de toutes les cultures, car la graine est le résumé de ce qui se passe dans les cellules vivantes et croissantes. Les autres parties de la plante ont accumulé des substances qui ne sont plus celles de la vie active, mais plutôt ce que l'on pourrait appeler des ossifications. Or, dans l'analyse de la graine du froment, on voit prédominer trois substances :

Ammoniaque (1). 2.40 Acide phosphorique. 1.14 Magnésie. 0.39

Ainsi, fournir à la plante de l'ammoniaque, de la magnésie, de l'acide phosphorique, c'est solliciter ses forces les plus vitales.

315. Si l'acide phosphorique est entièrement uni à la magnésie et à l'ammoniaque, et forme du phosphate ammoniac-magnésien, nous avons 2.74 de ce sel, empruntant seulement 0.52 d'ammoniaque; les 1.88 restants de cette substance entrent sans doute comme partie intégrante des tissus organiques. Ce point de vue montre à quel point il serait utile de fournir à la plante le phosphate ammoniac-magnésien tout formé. M. Boussingault ayant tenté cette expérience en petit, trouva que les graines produites par la plante de maïs, traitée par ce sel, étaient en nombre plus que double de celles produites par les plantes qui n'avaient pas reçu cet engrais (2). M. Isidore Pierre ayant répété l'expérience

(1) Contenant 2.29 d'azote.

(2) *Comptes rendus*, 29 septembre 1846.

plus en grand, en 1851, trouva que le phosphate ammoniac-magnésien employé en doses de 150 à 300 kilogrammes par hectare donnait plus de poids au grain de blé récolté dans le rapport de 3 à 5 pour 100, et que la quantité de grains était plus grande relativement à la paille, sans cependant que la récolte fût augmentée d'une manière sensible. Mais sur le sarrasin, cet engrais produisit une récolte de graines sextuple et une récolte de paille plus que triple, quoique sur une terre de médiocre qualité. Il serait à désirer que l'analyse de ce grain vînt expliquer un résultat aussi extraordinaire.

316. Et ce n'est pas seulement quand elles sont administrées sous forme de sel double que ces trois substances produisent ces remarquables effets; leur réunion dans le noir de raffinerie sert à expliquer ceux que l'on a signalés. Pour obtenir 2,201 kilogrammes de blé, on applique au grain semé dans un hectare, que l'on praline, la quantité de 3 hectolitres de noir, pesant 95 kilogrammes l'hectolitre, ou 285 kilogrammes de noir, contenant :

80^k.00 d'acide phosphorique.

106^k.30 d'ammoniaque.

14^k.25 de magnésie.

On fournit donc surabondamment à la plante les doses de ces substances qui entrent dans sa composition. Par le pralinage, on a seulement rapproché des racines, au moment de leur sortie du germe, l'aliment qui leur est le plus nécessaire. Et remarquons que ce n'est pas une

de ces substances isolées qui produit ces effets; le noir qui n'a pas servi à la raffinerie, qui contient très-peu d'ammoniaque, mais presque deux fois autant de phosphate et vingt-cinq fois plus de magnésie, est presque sans efficacité (1). Il en a beaucoup plus quand il a servi une fois, et que, mêlé au sang, il a acquis plus d'ammoniaque, et enfin ses effets sont au maximum quand il a doublé son ammoniaque, quoique ne contenant plus que la moitié de son phosphate et la vingt-sixième partie de sa magnésie.

317. Les navets sont encore une preuve plus forte de la nécessité de certaines substances spéciales. Leur composition est la suivante, d'après les analyses d'Hérapath (2).

	Quantité de cendres		Par hectare produit 50,000 k de racines, 75,000 k. de plante entière. k.
	{ à l'état sec.	{ à l'état frais..	
	7.413 pour 100.	0.648 pour 100.	
	ÉTAT SEC.	ÉTAT FRAIS.	
Acide sulfurique.	0.194	0.017	12.75
Acide phosphorique..	1.252	0.108	81.00
Potasse.	3.550	0.310	252.50
Soude.	traces.		
Chlorure de sodium.	1.082	0.070	52.50
Chaux.	1.058	0.068	51.00
Magnésie..	0.175	0.011	8.25
Silice.	0.091	0.006	4.50
Matières organiques..	92.618	99.410	74,557.50
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	100.000	100.000	75,000.00
Ammoniaque.	3.420	Azote..	217.00

(1) Bobierre, *Engrais*, p. 51.

(2) *Annuaire de Chimie*, 1851, p. 482.

Comparons cette récolte à celle du froment, et nous verrons qu'elle exige trois fois plus de matières azotées, plus du double de l'acide phosphorique, sept fois autant de potasse.

318. Cependant voici ce qui se passe. M. Lawes a semé trois terrains égaux, d'une acre chacun, en navets; le premier sans engrais, et au bout de trois ans il a été épuisé et n'a pu continuer à produire. On a appliqué au deuxième du phosphate de chaux soluble (poudre d'os acidifiée), il s'est maintenu pendant huit ans sans diminution sensible de la récolte. Le troisième a reçu la même dose de phosphate, et, en outre, une forte quantité de potasse avec de la soude et de la magnésie, et ce lot a manifesté quelque infériorité sur les précédents. Les variations annuelles ne peuvent être attribuées qu'aux saisons. Voici le détail de ces récoltes (1):

ANNÉES.	Sans engrais.	Phosphate.	Phosphate, alcalis et magnésie.
	k.	k.	k.
1843.	10,538	50,641	29,877
1844.	5,566	19,467	14,278
1845.	1,725	31,935	31,773
1846.		4,780	8,860
1847.		13,965	14,593
1848.		26,552	24,468
1849.		9,435	9,256
1850.		28,880	23,569
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	17,829	165,655	156,674
Moyenne..	5,943	20,707	19,584

(1) On agricultural chemistry in relation to the mineral theory of baron Liebig, by Lawes and Gilbert, *Journal of the agricultural Society of England*, t. XII, part. I.

N'est-il donc pas évident que les phosphates sont un engrais spécial pour les navets, et probablement pour d'autres crucifères, et que leur application aurait du succès, même sur des terres qui en seraient médiocrement pourvues?

319. Si l'on étudiait ainsi les différentes espèces de plantes soumises à la culture, on ne manquerait pas de signaler de nouveaux faits dignes d'intérêt, et qui feraient avancer à la fois la théorie et la pratique de la nutrition végétale.

CHAPITRE XIV.

Durée d'action des engrais.

320. La question de la durée d'action des engrais n'est pas susceptible d'une solution générale. Un engrais s'épuise d'autant plus vite que sa fermentation est plus rapide ; mais cette rapidité de fermentation ou de décomposition dépend non-seulement de sa constitution propre et de la quantité de ferment qu'il renferme, mais encore de l'état libre ou combiné de ce ferment ; puis de la facilité avec laquelle il est atteint par l'oxygène humide ; enfin de la température à laquelle il est soumis.

321. La grande proportion du ferment, relativement à la masse de l'engrais, n'est pas un signe certain de la rapidité de sa fermentation. L'extrait d'urine fermente rapidement avec un chiffre de 0.17 d'azote ; la laine fermente beaucoup plus lentement avec un indice de 0.20 d'azote. C'est que la laine est composée de matières organiques d'un tissu serré, insolubles dans l'eau et même dans une faible solution de potasse, tandis que l'extrait d'urine est pulvérulent et formé de sels

d'ammoniaque et d'urée peu stables et très-solubles dans l'eau.

322. La fermentation suivant les progrès de l'accroissement de la température, les engrais seront d'autant plus durables qu'on les emploiera dans un climat moins chaud et dans une saison plus froide.

325. La fermentation exigeant le contact de l'oxygène humide, si l'engrais est fortement tassé, ou enfoui dans un sol peu perméable à l'air, ou entouré du gaz acide carbonique, il se conserve longtemps, comme on le voit en comparant ses effets prolongés dans les terrains argileux à ce qui se passe dans les terrains sablonneux et calcaires. On sait aussi avec quelle rapidité se consomme le terreau superficiel qui provient de la chute des feuilles dans les bois, lorsqu'on vient à les défricher. Quand les forêts de la Virginie furent abattues, on trouva le sol couvert d'un terreau riche, sur lequel on obtenait des produits considérables ; on se livra à la culture du tabac, qui est épuisante, et après un assez petit nombre d'années le terrain qui est sablonneux, et qui ne possédait pas dans son intérieur de dépôt ancien de terreau, s'est trouvé épuisé, et les cultures y sont bien déchues de leur ancienne splendeur.

324. La manière de cultiver le sol contribue aussi à l'épuisement plus ou moins prompt des engrais. Quand on creuse et que l'on ameublisse fréquemment le terrain, l'engrais disparaît bien plus vite que quand le sol reste pendant longtemps tassé et inattaqué par les instruments. C'est ainsi que la culture des céréales, celle des

légumes, et un grand nombre d'autres cultures qui exigent une terre meuble, consomment rapidement les engrais; tandis que les prairies temporaires qui durent plusieurs années, telles que la luzerne et le sainfoin, et plus encore les prairies permanentes qui recouvrent la terre de gazon, conservent les engrais presque intacts.

325. En faisant abstraction de ces circonstances extérieures et spéciales, il serait intéressant de comparer les engrais entre eux, pour avoir une échelle de leur durée. Il faudrait 1° examiner la quantité et la qualité de matière soluble que renferme l'engrais dans son état normal; 2° celle qui se forme par la fermentation après un, deux, trois intervalles de temps. Les résultats de la pratique agricole, très-précieux d'ailleurs, sont moins nets, étant influencés par tant de circonstances variables, très-mal définies par le plus grand nombre des expérimentateurs, et d'ailleurs mal appréciées par la théorie.

326. Nous ne devons pas négliger cependant de recueillir les faits de pratique; malheureusement, nous n'en avons qu'un petit nombre qui aient la précision nécessaire; nous allons les rapporter ici. Il s'agira d'abord du fumier de ferme. Dans les cultures générales du sud-est de la France, qui consistent en un assolement de deux ans : 1, blé; 2, jachère, les terres privées depuis quelque temps de fumier rapportent 9 hectolitres de blé (720 kilogrammes) tous les deux ans. Si l'on fume avec 25,000 kilogrammes de fumier dosant 125 kilogrammes d'azote, on obtient pour produit moyen la pre-

mière année 1,400 kilogrammes de blé et 2,100 kilogrammes de paille, et deux ans après 937 kilogrammes de blé et 1,500 kilogrammes de paille. Si l'on ne renouvelle pas l'engrais, la troisième récolte, celle de la cinquième année, retombe au chiffre primitif. Ainsi l'effet du fumier aura duré trois ans dans ces terres. C'est à peu près la durée qu'on lui attribue aussi dans l'assolement triennal du nord. Une telle fumure est censée épuisée par deux récoltes de céréales.

327. Sur des terres calcaires pauvres ne rapportant sans engrais que 692 kilogrammes de blé et 950 de paille, enlevant à la terre 18^k.15 d'azote, M. de Bec a répandu 25,000 kilogrammes de fumier dosant 125 kilogrammes d'azote; il a obtenu en première récolte 1,120 kilogrammes de blé, et 1,450 kilogrammes de paille; l'année suivante, il a eu 1,400 kilogrammes d'avoine et 1,860 de paille. Or cette dernière récolte emprunte encore à la terre 32 kilogrammes d'azote. Elle n'avait donc pas épuisé la fertilité apportée par l'engrais, comme le fait le retard d'un an avec cultures réitérées de la jachère, dans l'assolement biennal.

328. En opérant sur les mêmes terres et avec le tourteau de colza à la dose de 750 kilogrammes contenant 50^k.92 d'azote, M. de Bec a obtenu la première année 1,448 kilogrammes de froment et 2,453 kilogrammes de paille; et la seconde année 1,024 kilogrammes d'avoine et 2,124 de paille. Cette seconde année a enlevé à la terre 23^k 74 d'azote, quantité plus grande que celle de la terre non fumée [§ 327], mais inférieure à ce qu'avait produit le fumier d'étable. La première récolte de

blé par le tourteau avait été bien plus considérable. Ainsi, quoique le tourteau ne soit pas complètement épuisé la deuxième année, on voit que son effet est plus prompt que celui du fumier, et qu'il se manifeste principalement dès la première année.

329. Poursuivant ses expériences avec le guano, à la dose de 750 kilogrammes, dosant 90^k.0 d'azote, le même expérimentateur a obtenu de la première récolte 1,988 kilogrammes de froment, et 4,892 kilogrammes de paille; et de la seconde 1,074 kilogrammes d'avoine et 1,512 kilogrammes de paille. Cette seconde récolte enlève à la terre 25 kilogrammes d'azote, plus encore que la récolte sans engrais, et plus qu'avec le tourteau. L'engrais n'était donc pas épuisé la seconde année. Nous regrettons que l'auteur n'ait pas continué ces trois expériences une année de plus, il aurait été intéressant de voir si tout l'effet de l'engrais était alors épuisé.

330. M. Kuhlmann a fait des expériences sur les effets des sels ammoniacaux appliqués aux prairies. Un hectare de pré sans engrais ayant produit en un an 3,820 kilogrammes de foin, il a appliqué à un hectare voisin 333 kilogrammes de chlorhydrate d'ammoniaque dosant 88^k.84 d'azote, et il a obtenu 6,186 kilogrammes de foin pour la même année. L'année suivante, M. Kuhlmann a récolté 4,486 kilogrammes de foin sur ce pré sans engrais et 4,290 kilogrammes seulement sur le pré qui avait reçu l'engrais l'année précédente; enfin la troisième année il a eu 3,230 kilogrammes de foin sur le pré sans engrais, et en renouvelant la fumure sur

l'hectare qui avait été primitivement fumé, il a obtenu 5,126 kilogrammes de foin. Ainsi l'engrais avait été épuisé dès la première année; le dosage de 6,186 kilogrammes de foin équivalant à 71 kilogrammes d'azote, il y avait eu une déperdition de 17 à 18 kilogrammes d'azote. Mais on voit aussi que le pré n'avait rien perdu de sa fertilité primitive, et qu'une nouvelle dose d'engrais lui rendait toute la supériorité de fertilité qu'il avait manifestée lors de sa première application.

331. Avec le sulfate d'ammoniaque, M. Kuhlmann a obtenu les résultats suivants : tandis que la prairie sans engrais donnait 3,820 kilogrammes de foin, celle qui recevait 257^k.5 de ce sel, dosant 50^k.57 d'azote, produisait 5,564 kilogrammes à la première année; et l'année suivante l'hectare sans engrais produisait 4,486 kil. de foin, tandis que celui qui avait reçu l'engrais l'année précédente donnait seulement 4,170 kilogrammes. L'engrais était donc épuisé dès la première année. Une nouvelle dose de sel donnée la troisième année produisit 5,193 kilogrammes de foin, contre 3,330 kilogrammes fournis par l'hectare sans engrais. Les effets ont donc été semblables à ceux que nous avons signalés pour le chlorhydrate. Dans l'un et dans l'autre cas, une nouvelle application d'engrais semble augmenter les effets produits par la première.

332. Ces expériences manifestent pleinement ce que l'on doit attendre des engrais riches dont l'effet énergétique se produit rapidement, mais ne se prolonge pas autant que les effets plus faibles des engrais pauvres.

333. Les résultats que nous avons cités plus haut

(§§ 525-530) sur le peu de durée des engrais, semblent ne pas s'accorder avec quelques assolements du Midi, celui de la plaine de Nîmes, par exemple, où l'on fume le terrain seulement tous les douze ans, et où l'on obtient une série de récoltes qui témoignent jusqu'à ce terme de l'action continue des engrais (*Cours d'Agriculture*, t. V, p. 81). Voyons donc ce qui s'y passe. On fournit la première année, par hectare, au terrain, un engrais contenant 885 kilogrammes d'azote. La luzerne enlève pendant cinq ans,

	Azote. kil.
64,000 kilogrammes de fourrage dosant 1.96 pour 100	1,254
37,375 kilogrammes de racines dosant 0.80 pour 100..	299
Déchets de fourrage laissés sur le champ, 21,333 kilogrammes (1)..	420
Total.	1,973

plus du double de l'engrais existant dans le sol. Ce supplément a évidemment été fourni par l'ammoniaque latente des couches profondes du sol [§§ 130 et suiv.]. Mais l'on n'a enlevé du terrain que le seul fourrage, il lui reste donc la quantité d'azote suivante : $885 + 299$
 $420 - 1,254 = 350^k$. Si cette dose d'azote était restée constamment sous forme d'engrais, elle aurait disparu en plus grande partie, mais elle s'est transformée graduellement en matières organiques vivantes, et c'est ce qui a fait sa durée. Les récoltes qui succèdent à la lu-

(1) Voyez *Cours d'agriculture*, t. IV, p. 430.

zerne, savoir : cinq récoltes de blé interrompues par deux années de sainfoin, dont les débris laissent 56 kilogrammes d'azote, en sont une preuve irréfragable, ainsi qu'on le voit par le tableau suivant :

	Azote. kil.
5 récoltes de blé donnent en moyenne 25 hecto- litres de grain, ou 125 hectolitres..	250
8,000 kilogrammes de fourrage de sainfoin.	112
	<hr/>
Perte pour le sol..	362
Mais il existait dans la terre 350 + 56, gain pour le sainfoin.	406
	<hr/>
Reste dans la terre..	44

Ainsi, l'assolement ne cesse pas parce que la surface est appauvrie, mais bien parce qu'elle est salie par une culture aussi avare de sarclages ; mais on s'aperçoit bien que, par la continuation de ce système, les luzernes sont de moins en moins durables et productives, parce que le fond permanent du terreau des couches inférieures ne peut manquer de s'épuiser par l'attaque incessante des longues racines de cette plante.

CHAPITRE XV.

Mode d'application des engrais.

334. L'ensemble des faits rapportés dans les chapitres précédents nous apprend que si l'on pouvait appliquer des engrais solubles et à portée de ses organes absorbants, à chaque phase de la végétation d'une plante, on les utiliserait de la manière la plus profitable ; que quant aux engrais qui ne deviennent solubles que successivement, par l'effet d'une fermentation qui marche d'une façon irrégulière, comme les phénomènes météorologiques, la végétation est loin d'atteindre tous leurs produits solubles ; qu'une partie reste au profit du sol qui s'en empare, et une autre partie, très-considérable, se disperse dans l'atmosphère par suite de la volatilité d'une partie des produits de la fermentation, surtout quand les plantes cultivées exigent des cultures fréquentes (bina- ges) pendant la durée de leur accroissement ; et qu'ainsi le meilleur moyen d'éviter ces pertes est de consacrer les engrais qui deviennent peu à peu solubles à l'entretien de plantes qui n'exigent pas de culture intercalaire et laissent le sol intact et gazonné.

335. Ainsi, en peu de mots, deux manières d'utiliser le mieux possible les engrais : 1° les employer sous forme soluble, à doses petites et répétées, à mesure du besoin des plantes; 2° les employer dans leur état d'intégrité et de fermentation commençante, en les destinant à des végétations continues, prolongées autant que la fermentation elle-même, et qui puissent profiter de tous les produits de cette fermentation à mesure qu'elle s'effectue.

336. Dans le cas où l'on voudrait se servir d'engrais peu solubles pour la culture de plantes à végétation courte (semi-annuelles), comme celle de céréales, des graines légumineuses, des racines, etc., on devrait ne pas les disperser sur le sol, au point qu'une forte partie de leurs principes échappe à l'action des racines ou des feuilles de plantes, mais les placer à portée de leurs organes absorbants. Tels sont les principes qui prévientront l'énorme gaspillage d'engrais qui a lieu dans notre pratique agricole.

337 De tous les engrais, ceux qui se trouvent sous la forme la plus soluble sont les engrais liquides, dont on se sert en arrosage, dans les différentes phases de la végétation [§§ 225 et suiv.]; puis les engrais pulvérulents riches que l'on répand en couverture, en accompagnant leur répandage d'une légère scarification.

338. Quand on compare les effets produits par les engrais rassemblés autour d'une plante à ceux des engrais jetés à la volée, et mêlés à la masse entière du sol, on ne peut douter que ce ne soit à cette dernière méthode, généralement pratiquée, que l'on doive les

pertes de matières fertilisantes que l'on éprouve dans l'agriculture actuelle. Les racines des végétaux ne peuvent occuper par leurs racines qu'une partie du cube du terrain, et les labours qui succèdent à la récolte exposent à l'action de l'air la partie de l'engrais qui n'a pas été atteinte, et en facilitent l'évaporation. Une moindre quantité d'engrais n'occupant que le cube qu'embrasseraient les racines, n'exposerait pas à une aussi grande perte. C'est ce qui a lieu, par exemple, dans la plantation par poquets usitée par les jardiniers. Chaque plante, chaque touffe s'y trouve entourée de près par la quantité d'engrais qui lui est nécessaire. Cette pratique, appliquée aux céréales semées en touffes, a donné des résultats fort remarquables (*Cours d'Agriculture*, t. III, p. 657). Elle a été étendue à la grande culture par M. Aug. de Gasparin, qui a montré la manière de former les poquets au moyen d'une machine, et d'y distribuer les engrais (*Cours d'Agriculture*, t. III, p. 105 et 658).

539. La culture en ligne permet aussi de disposer le fumier dans le sillon sur lequel on place les semences ou les plants. Cependant des essais comparatifs dans lesquels on a mis sur la même surface une égale quantité de graines en lignes et en touffes, a montré une grande supériorité pour cette dernière méthode. Les plantes en touffes semblent profiter de leur voisinage mutuel, quand, d'ailleurs, elles peuvent s'étendre à la ronde; elles semblent s'emparer plus complètement de l'engrais un peu rassemblé, que de celui qui est dispersé sur une ligne droite. L'une et l'autre de ces méthodes

ont d'ailleurs l'avantage de pouvoir faciliter les cultures au pied des plantes pendant la durée de la végétation.

340. La pratique de répandre les engrais solides et pulvérulents en couverture sur les plantes en végétation (*top dressing* des Anglais) est usitée pour les prairies permanentes composées principalement de graminées. Il y a ici une déperdition évidente causée par la fermentation au grand air, et surtout dans les prairies arrosées par la dissolution de l'engrais soluble dans l'eau, et par son transport hors du terrain par les égouttements. En fumant tous les trois ans avec un engrais contenant 255 kilogrammes d'azote, nous obtenons pendant ce temps une augmentation de récolte de 13,800 kilogrammes de foin, dosant 193 kilogrammes d'azote; ou seulement les 0.73 de l'azote de l'engrais. M. Raybaud-Lange (1) a trouvé qu'une prairie qui rendait 2,000 kilogrammes de foin sans engrais en produisait 7,000 kilogrammes ou 5,000 kilogrammes d'excédant, dosant 70 kilogrammes d'azote, avec une fumure de 50,000 kilogrammes de fumier, dosant 120 kilogrammes d'azote; le foin représentait donc seulement les 0.58 de la richesse du fumier. Il faut ajouter cependant qu'une partie de cet engrais se conserve sous le gazon, transformé en parties organiques de la plante et en débris de ces parties, puisque les prairies défrichées présentent une assez grande fertilité accumulée.

(1) *Recueil encyclopédique d'agriculture de Boitel*, t. 1, p. 518-520.

341. L'engrais répandu sur les blés en végétation est bien plus aventuré; si la sécheresse règne après sa distribution, si les pluies sont suivies de vents violents et secs, ou d'un soleil ardent, le froment arrive à maturité sans avoir pu profiter de l'engrais. Il y a cependant un moyen de rendre ce mode de fumure plus favorable, c'est de recouvrir l'engrais et les jeunes plants de blé d'une légère couche de terre, soit par une culture qu'on donne au sol, si le blé est semé en lignes ou en touffes, soit en ménageant entre les différentes planches du blé des espaces non semés, espaces de la largeur de la pelle, et où l'on prend la terre nécessaire pour recouvrir la planche. Cette méthode, inventée par M. Aug. de Gasparin, conserve la fraîcheur du fumier, prévient son évaporation et permet à la plante d'en profiter largement. En outre, elle assure la réussite des semis de graines fourragères faits au printemps sur les céréales, semis que la sécheresse compromet si souvent.

CHAPITRE XVI.

Du prix des engrais.

342. La valeur d'un engrais, comme celle de toute autre chose dans laquelle entre le travail humain, n'est autre que celle de ce travail, ou autrement que la somme des valeurs consommées pour obtenir le produit.

343. Celui qui veut acheter un engrais ne s'occupe pas de sa valeur, mais bien de l'utilité qu'il espère en retirer. Le prix qu'il en offre peut aller jusqu'à la limite de cette utilité; et les fabricants d'engrais cessent d'en fabriquer quand le prix offert en paiement de l'utilité n'est pas égal, au moins, à la valeur. Ainsi le prix est une moyenne qui oscille entre la valeur qui est son *minimum* et l'utilité qui est son *maximum*.

344. La valeur des engrais varie pour chaque lieu, pour chaque temps, selon les circonstances les plus diverses; nous pouvons en donner de nombreux exemples. Parlons d'abord du fumier fourni au moyen des bêtes de travail. Nous donnons (*Appendice n° 11*, p. 394) le moyen approché d'évaluer l'engrais qui se fait dans les fermes,

qui serait de 1 fr. 59 cent. dans les conditions indiquées. Dans les villes, le fumier de cheval revient à 88 cent., à quoi il faut ajouter les frais de transport. Les chevaux d'attelage (*Appendice n° 10*, p. 392) produisent un fumier dont l'azote revient à 2 fr. 41 cent.

345. Pour les vaches laitières, nous voyons qu'en Bretagne, le foin étant à 3 fr. 20 cent. les 100 kilogrammes, la paille à 2 fr. 60 cent., si le litre de lait se vend 10 c., l'azote de l'engrais coûte 1 fr. 52 cent.; que si le litre de lait se vend de 15 à 20 cent., on a le fumier gratuitement; mais si on fait du beurre et que le prix du lait s'abaisse à 7 ou 8 cent., l'azote du fumier revient à 3 fr. 20 cent.; si on emploie le lait à l'engraissement des veaux, et qu'il ne rende plus que 5 à 6 cent. le litre, l'azote de fumier coûte 3 fr. 83 cent. (*Appendice n° 8*, p. 388). A Hohenheim, le foin valant 3 fr. 20 c., la paille 2 fr., le lait se payant 10 cent., le kilogramme d'azote du fumier a coûté 2 fr. 17 cent. (*Appendice n° 7*, p. 387.)

346. Quant à l'engraissement du bétail, le compte varie aussi beaucoup selon le mode d'engraissement suivi et le prix des denrées que l'on donne aux animaux. Citons-en quelques exemples : nous avons sous les yeux un compte récent d'engraissement de moutons à l'étable avec de la luzerne à 5 fr. les 100 kilogrammes, dans lequel l'azote de fumier revient à 1 fr. 27 cent. (*Appendice n° 9*, p. 391). Un exemple déjà cité (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 679) donnait le fumier gratuitement, ainsi qu'un engraissement de cochons (*ibid.*, 680). Mais faites varier le prix du foin, celui de la chair, et vous aurez des résultats différents.

347. L'engrais vert du lupin nous est revenu à 1 fr. 63 cent. le kilogramme d'azote (*Appendice n° 4*, p. 380).

348. On doit considérer ensuite que, d'un côté, la plus grande partie du fumier produit par les bêtes de travail des fermes coûte 1 fr. 74 cent. le kilogramme d'azote et que, d'un autre côté, celui produit par des animaux vivant une grande partie de l'année sur des pâturages, donne l'engrais à 1 fr. 20 cent. environ (*Cours d'Agriculture*, t. I, p. 677-678). Nous pouvons en conclure que dans l'état actuel des choses la valeur moyenne des fumiers est en France de 1 fr. 30 cent. environ pour le kilogramme d'azote.

349. En concurrence avec les fumiers viennent les engrais commerciaux, produits chimiques, etc. Le guano, qui renchérit tous les jours, vaut aujourd'hui 50 fr. les 100 kilogrammes, dosant moyennement 8 pour 100 d'azote; ainsi il met à 3 fr. 75 cent. le kilogramme d'azote. Pour le même prix, on en trouve quelquefois qui dosent 12 et 14 pour 100, et alors le kilogramme d'azote ne coûte que 2 fr. 25 cent. environ. L'analyse pourrait seule déterminer si l'on fait ce bon ou ce mauvais marché. Le tourteau de colza dosant 5 pour 100 d'azote, vaut 14 fr. les 100 kilogrammes, ou 2 fr. 80 cent. le kilogramme d'azote; la poudrette dosant 1.45, quand elle est récente, se vend 5 fr. les 100 kilogrammes, ou 3 fr. 45 cent. le kilogramme d'azote. Pour les produits chimiques, leur valeur n'est autre que le prix de revient augmenté d'un bénéfice plus élevé, en raison de la concurrence. Quant aux produits naturels, leur valeur se compose des frais d'extraction, de transport, des droits de

douane, et, pour les uns et pour les autres, de l'avantage que donne aux vendeurs l'ignorance ou la nonchalance de l'acheteur qui ne connaît pas le titre exact de la marchandise qu'il achète, et qui, ne voulant acquérir que des bijoux poinçonnés, reçoit cependant chaque jour, sans défiance, et pour des valeurs bien plus fortes, des engrais qui ne sont pas vérifiés.

350. L'utilité n'est pas moins variable que la valeur, car elle dépend, comme nous l'avons vu (chap. XI, XII, XIII), du terrain, du climat, du genre de culture. On ne peut donc rien dire de général à son sujet, et chacun doit consulter, pour fixer le prix *maximum* auquel il peut payer l'engrais, l'utilité qu'il espère en retirer. Reprenons un exemple déjà cité [§ 282]. Voyons l'utilité que M. de Bec retirait de son engrais, et le prix qu'il avait pu donner de son azote. Il employait du fumier de ferme dosant 125 kilogrammes d'azote, et il en retirait :

	kilogrammes.	dosant azote k.
1 ^{re} récolte de froment grain.	1,120	} 2,284 44.77
2 ^e récolte, avoine, équivalent en froment.	1,261	
Paille de froment.	1,450	} 4,157 10.80
Équivalent de la paille d'avoine.	2,704	
		55.57

Deux récoltes de blé sans fumier ont produit :

Graine.	1,384	36.52
Paille.	1,900	4.94
		41.26
Le froment a donc profité du fumier par la différence de ces deux totaux de..		14.31

Le fumier dosait 125 kilogrammes; ainsi le froment n'a pris que $\frac{14.51}{125} = 0.117$ de l'azote de l'engrais.

La différence des deux récoltes avec engrais et de celles sans engrais étant de

	fr.
900 kilogrammes de grain à 27 fr.	245.00
2,254 kilogrammes de paille à 3 fr.	67.62
	310.62

L'utilité retirée du fumier ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{310.62}{125} = 2$ fr. 48 c.

551 Si nous appliquons le même calcul à l'expérience des tourteaux [§ 527], l'engrais dosant 50^k.92 d'azote, nous avons :

	kilogrammes.	dosant azote k.
1 ^{re} récolte, grain de froment.	1,448	} 48.44
2 ^e récolte, avoine, équivalent en froment.	1,024	
Paille de froment, 1 ^{re} récolte.	2,453	} 4,557 11.85
Paille d'avoine, équivalent.	2,124	
		60.29
Retranchant le dosage de la récolte sans engrais.		41.26
Les récoltes avec engrais ont profité de la différence, soit.		19.03
Les récoltes ont pris à l'engrais $\frac{19.03}{50.92} = 0.37$.		
La différence des deux récoltes avec engrais et de deux récoltes sans engrais étant de		
		fr.
1,088 kilogrammes de grain à 27 fr.		573.76
2,657 kilogrammes de paille à 3 fr.		79.71
		573.47

L'utilité tirée de l'engrais ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{573.47}{50.92} = 7$ fr. 33 c.

552. Dans l'expérience sur le guano dosant 90 kilogrammes d'azote [§ 528], on a obtenu :

	kilogrammes.		dosant azote
			k.
1 ^{re} récolte, froment, grain .	1,988	}	3,062
2 ^e récolte.	1,074		
1 ^{re} récolte, paille .	4,892	}	7,205
2 ^e , équivalent de paille d'avoine..	2,313		
			78.74
Retranchant le dosage de la récolte sans engrais. .			41.26
			37.48
La récolte avec engrais a profité de la différence.			37.48
Les récoltes ont pris à l'engrais $\frac{37.48}{90} = 0.416$.			
La différence des deux récoltes avec engrais et des deux récoltes sans engrais étant de			
			fr.
1,678 kilogrammes de grain à 27 fr.			453.06
5,505 kilogrammes de paille à 3 fr.			159.15
			612.21
L'utilité de l'engrais ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{612.21}{90} = 6$ fr. 80.			

353. Le compte de l'utilité est beaucoup plus difficile à établir pour les récoltes qui laissent un grand excédant d'engrais non employé et que l'on ne retrouve que plus tard; telles sont, par exemple, les prairies qui accumulent sous leur gazon des richesses qui ne se manifestent que lors de leur défrichement, richesses qui, d'ailleurs, atteignent des *maxima* qu'elles ne dépassent pas. Veut-on se contenter d'estimer l'utilité immédiate, voici ce que nous donnent les exemples cités plus haut [§ 340]. Dans le premier, nous avons obtenu un accroissement de récolte de 13,800 kilogrammes de foin, dosant $193^k.2$ avec un fumier dosant 255 kilogrammes d'azote; la récolte a pris à l'engrais $\frac{193.2}{255} = 0.757$.

Le foin se vendant 5 fr., nous avons pour produit 690 fr. L'utilité de l'engrais ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{690}{255} = 2$ fr. 70 cent.

Dans le second exemple, l'engrais dosant 120 kilogrammes d'azote, nous avons eu un excédant de 5,000 kilogrammes valant 250 fr.; l'utilité de l'engrais ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été $\frac{250}{120} = 2$ fr. 08. Ainsi, même avec sa faculté de s'emparer d'un plus grand aliquote de l'engrais, la prairie n'en réaliserait pas une utilité aussi grande que le froment, à cause de l'infériorité relative du prix de l'azote transformé en foin sur celui transformé en froment. L'azote du foin, dans les foins que nous venons de citer et qui dosent 1.40 pour 100 vaut $\frac{5}{1.40} = 3$ fr. 57 cent. L'azote de froment et de sa paille valent $\frac{2.62}{0.20} = 12$ fr. 60 cent. Cependant il faudrait tenir compte de l'engrais accumulé par la prairie et qui, d'après nos calculs, finit par s'élever à 6 pour 100 du poids de la récolte annuelle de foin, en poids d'azote après une durée que nous supposons de 50 ans (*Cours d'Agriculture*, t. IV, p. 414-415). Ainsi dans le cas cité de M. Raybaud Lange, dont les prairies fumées donnent une récolte totale de 7,000 kilogrammes de foin, le sol aurait mis en réserve, en 50 ans, 420 kilogrammes d'azote ou 14 kilogrammes par an. L'engrais employé est donc seulement $255 - 14 = 241$ kilogrammes d'azote, et l'utilité de l'engrais ou la valeur du kilogramme d'azote récolté est $\frac{690}{241} = 2$ fr. 86 cent. au lieu de 2 fr. 70 cent. Ce résultat ne change que peu de chose aux conclusions que nous avons cru devoir tirer.

354. Il n'en est pas de même, quand on emploie l'engrais à la culture de prairies temporaires légumineuses, dont la durée est peu prolongée et qui permettent de recueillir dans un bref délai l'azote excédant qu'elles n'ont pas pu employer. Voyons d'abord ce qui se passe dans l'assolement de Nîmes [§ 333] où l'on commence par donner un engrais dosant 885 kilogrammes d'azote; on obtient pour produit :

	fr.	
640 quintaux de luzerne.. } 720 quintaux à 5 fr.	3,600	
80 quintaux de sainfoin. }		
Puis 125 hectolitres de blé à 22 fr.	2,750	
	6,350	
Si nous retranchons de ce produit le prix de location que l'on aurait tiré de ce terrain en 12 ans, 144 hectolitres de blé.	3,168	
Il reste..	3,182	

La terre est enrichie à la fin de la rotation de 44 kilogrammes d'azote.

Ainsi l'utilité du fumier ou la valeur du kilogramme d'azote récolté a été de $\frac{5,182}{885-44} = 3$ fr. 78.

Ce serait un magnifique prix tiré de l'utilité de l'engrais, si l'on ne tenait pas compte de l'épuisement progressif des couches inférieures du sol, qui exigent que l'on suspende cet assolement pendant de longues années, si ce n'est dans les alluvions si riches, qu'elles paraissent à peine sensibles à sa prolongation; telles sont celles de la plaine de Vishe, à Nîmes.

355. Le prix du marché résulte dans chaque lieu de la combinaison, de la valeur et de l'utilité que l'on retire de l'engrais [§ 345]. Ainsi, dans le pays où l'on produirait de

l'engrais de ferme à 1 fr. 74 c. le kilogramme d'azote, et où l'on en retirerait une utilité de 2 fr. 48 cent., si l'offre était égale à la demande, le prix moyen du kilogramme d'azote serait 2 fr. 11 cent.; le bénéfice de l'opération se partageant entre le vendeur et l'acheteur, le mètre cube de fumier dosant 2^k.80 d'azote se vendrait 5 fr. 91 cent.

S'il s'agissait de tourteaux dont la valeur de fabrication est incertaine et que le prix ne fût plus réglé que par la concurrence des acheteurs, qui pourraient en retirer une utilité de 7 fr. 53 cent., on payerait l'azote à 5 fr. le kilogramme, quoique ce prix soit bien supérieur aux prix de revient, et que la fabrication de cet engrais ne connaisse d'autre limite que la quantité de graine qui peut être soumise à la presse, et celle de l'huile qui peut trouver son écoulement dans la consommation.

356. Mais les cultivateurs trouveraient de leur côté une limite à son emploi. Nous avons vu que l'emploi continu du tourteau ne pouvait avoir lieu dans les sols qui n'étaient pas pourvus d'une quantité excédante de terreau et qu'il devait être alterné, dans une certaine proportion, avec le fumier pailleux. Si, comme dans l'exemple cité [§ 169], il faut qu'une application de fumier succède à deux applications de tourteau, nous aurons :

	fr.
Pour l'utilité du tourteau.	14.66
Pour celle du fumier	2.48
	<hr/>
Total pour 3 années	17.14
Ou par année moyenne et pour 100 kilogrammes d'un des engrais.	2.85

Voilà donc l'utilité moyenne réduite; mais la possibilité de se procurer du fumier est plus étroitement limitée que celle de fabriquer du tourteau. Si celui-ci dose 4.92 pour 100 d'azote, et le fumier de ferme 0.40, la production du tourteau est limitée par ce rapport; ou autrement, il ne peut entrer dans le commerce que 1 kilogramme de tourteau, pour 12^k.3 de fumier. Or, toutes les exploitations ne se servent pas de tourteau; les exploitations pauvres se contentent du peu de fumier qu'elles peuvent faire et les exploitations riches sont les seules qui concourent à la fois pour acheter du fumier et du tourteau; il en résulte que la quantité de fumier à vendre n'est pas très-abondante, et que la quantité proportionnelle de tourteau l'est beaucoup plus. La demande de ce dernier se trouve donc inférieure à l'offre, ce qui fait qu'on peut acheter l'azote à 2 fr. 80 cent. le kilogramme environ. Dans l'état actuel des choses, il y a donc un avantage évident, pour les exploitants pourvus de capitaux, à employer largement les engrais azotés riches, dont le prix n'atteint pas le chiffre de l'utilité.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

DEUXIÈME PARTIE.

HABITATION DES PLANTES.

DEUXIÈME PARTIE.

HABITATION DES PLANTES (1).

CHAPITRE PREMIER.

Introduction.

357. Après avoir préparé la nourriture de la plante, il faut songer à lui donner une place, à la pourvoir d'une habitation. Les végétaux ne possèdent pas les facultés locomotives comme les animaux; ils ne peuvent choisir comme eux le domicile et l'abri qui conviennent à leur constitution. Avertis par leurs sens des circonstances extérieures qui les entourent, les animaux peuvent fuir les lieux où leur vie serait pénible ou dangereuse et s'arrêter à ceux qui leur offrent les meilleures conditions d'existence ; et l'homme pense et agit pour ceux

(1) Voir *Appendice*, n° 15, une addition au chapitre XIII de la première partie.

qu'il a soumis à la domestication. Quant aux plantes enchaînées là où elles ont pris naissance, elles souffrent ou prospèrent, se multiplient ou disparaissent selon la manière dont elles sont affectées par les circonstances extérieures. C'est à l'homme d'entourer la plante cultivée, comme il entoure l'animal domestique, de toutes les conditions qui peuvent rendre sa vie large et facile s'il veut rendre profitables les soins qu'il lui consacre.

358. Parmi ces circonstances extérieures qui agissent sur les plantes, les unes consistent dans la présence ou l'absence des principes nutritifs, qu'elles absorbent et transmettent à leurs organes par la circulation de la sève (*ingesta*); elles ont fait l'objet de la première partie de cet ouvrage, qui traite de la nutrition. Les autres circonstances agissent sur les organes sans en devenir partie intégrante, en les dilatant et les contractant, en les excitant et les débilitant, en les humectant et les desséchant, enfin en leur opposant des obstacles mécaniques; telles sont la chaleur, la lumière, l'humidité et la ténacité des corps au milieu desquels les plantes se trouvent placées pour suivre toutes les phases de leur existence. Ce sont ces dernières circonstances (*applicata de l'hygiène*) que nous devons examiner d'abord dans leurs effets sur la végétation; nous aurons ensuite à nous occuper de rechercher les cas où elles se présentent dans la nature, soit qu'on les considère dans la généralité de leur présence en un lieu déterminé, soit dans leur distribution géographique sur la surface de la terre. Enfin, comme l'agriculteur ne peut pas toujours choisir ses terrains, ni son

climat, mais qu'il est forcé, par des convenances d'un autre genre, d'utiliser la situation qui lui est faite, nous nous occuperons des moyens d'accroître les influences favorables qui s'y rencontrent, de combattre celles qui sont nuisibles. Nous aurons ainsi rempli le but que nous nous proposons, de fournir aux plantes l'habitation la plus convenable.

CHAPITRE II.

Du calorique.

359. La plante reçoit le calorique soit par communication avec l'air ambiant et avec le sol, soit par rayonnement du soleil et des corps célestes. Dans les effets qu'il produit sur elle, on peut indiquer ceux qui résultent des maxima et des minima de chaleur, circonstances qui, pour être passagères, n'en causent pas moins souvent des désordres considérables, et ceux qui sont produits par la continuité d'une température moyenne.

§ 1. — Effets des maxima de température.

360. Les rayons du soleil, après avoir traversé l'atmosphère et y avoir laissé une partie de son calorique proportionnée à sa transparence et à l'épaisseur de la couche traversée (*Appendice*, n^o 16), viennent frapper les corps opaques inertes ou vivants; ils s'y accumulent, en se changeant en chaleur obscure, et en perdant leur faculté

rayonnante jusqu'à une limite qui est fixée par la perte qu'ils font en communiquant avec les corps environnants et avec l'air, qui sont à une température inférieure. Pour les corps opaques vivants, comme les tiges et les feuilles, les rayons solaires agissent en outre par l'évaporation qu'ils produisent à leur surface, évaporation tellement graduée que leur température ne s'élève guère au-dessus de celle de l'air ambiant, et quelquefois descend au-dessous. Ainsi, tant que les végétaux sont pourvus de liquide et vivent dans un air suffisamment sec pour qu'ils puissent continuer à évaporer, ils ne risquent pas d'éprouver un maximum de chaleur qui puisse leur être nuisible.

361. Si la plante manque d'eau et cesse de fournir à l'évaporation, alors le calorique rayonnant s'accumule dans son tissu ; par un temps clair, elle acquiert facilement 15 et 20 degrés de température au-dessus de celle de l'air ambiant, et sa dessiccation en est la conséquence. Cette dessiccation, arrivée à un certain degré, est un accident irrémédiable. Ainsi, la plante, qui, ayant une quantité suffisante de liquide, n'en aura été que plus prospère pour avoir éprouvé jusqu'à 45 et 50 degrés de chaleur, périra si le liquide vient à lui manquer.

362. Mais l'eau continuant à abonder au pied de la plante, son évaporation peut être arrêtée par l'état d'humidité extrême de l'air. C'est ce qui arrive fréquemment dans les serres et sous les châssis et les cloches. Alors, si la chaleur rayonnante continue à affluer, elle s'accumule dans le tissu des plantes, et produit le *brouissement*,

ou brûlure de ces tissus. Cet effet est bien connu des jardiniers, qui s'en préservent en couvrant leurs vitres avec des toiles et des paillassons quand le soleil leur paraît trop ardent. De pareils soins sont aussi nécessaires lorsqu'on transplante les jeunes plantes dans une saison un peu chaude. Elles sont alors dans un état léthargique jusqu'à ce que leurs racines, ayant repris, reportent de l'humidité aux feuilles. On les préserve du soleil en les couvrant de larges feuilles, telles que celles de choux, de bardane, de figuiers, etc. Les plantes dont la pousse des cotylédons peu pourvus d'organes propres à l'évaporation précède de longtemps celle des feuilles caulinaires, ont aussi besoin d'être abritées des rayons du soleil. Ainsi, le sainfoin, le trèfle, croissent avec avantage quand ils sont abrités par les céréales dans lesquelles on les sème. Dans les régions équinoxiales, on plante des bananiers pour protéger les jeunes cacaotiers contre les ardeurs du soleil.

363. Les températures les plus chaudes que l'on puisse naturellement éprouver ne sauraient donc être nuisibles aux plantes tant que leur évaporation sera continue et suffisante. Cela suppose d'abord qu'elles sont pourvues d'eau, et ensuite que leurs organes foliaires ont la propriété d'évaporer en raison de la radiation solaire. Il est probable que certaines plantes alpines ne possèdent pas cette propriété indéfiniment; mais on peut affirmer qu'elle existe dans toutes nos plantes cultivées dont le développement marche avec rapidité, dont les organes foliaires se multiplient, dont la jeunesse se prolonge sous ce régime de chaleur et d'humidité. Cepen-

dant, dans cet état extrême, les plantes sont molles et grêles; il ne se produit ni fleurs ni fruits; et même en approchant de cet état extrême sans y atteindre, on n'a que des fruits sans saveur, comme dans la culture forcée des serres; il semble que les organes assimilateurs du carbone ne puissent accélérer leurs fonctions autant que ceux de l'évaporation, et que l'eau, évaporée avec tant de vitesse, entraîne au dehors les principes nutritifs de la terre.

364. Mais ce n'est pas seulement la chaleur de l'atmosphère et de la radiation solaire qui influe sur les plantes, il faut y joindre aussi l'action du sol en contact avec les racines. La radiation solaire frappe la surface du sol, et ce corps opaque s'empare de sa chaleur qui, changée en chaleur obscure, s'y accumule quelquefois au point de porter la température jusqu'à 70 degrés, comme Herschel l'a observé au Cap, et fréquemment jusqu'à 50 degrés, comme nous l'observons à Orange. Cette accumulation a un terme, parce que la chaleur obscure, quoique rayonnant moins rapidement que la chaleur lumineuse, communique avec l'air plus froid que le sol, qui s'empare d'une partie de sa température, et avec l'intérieur de la terre, qui soutire à la surface une autre partie de cette température, par communication. Mais comme la température ainsi communiquée à l'intérieur doit se répartir sur une masse de terre de plus en plus grande à mesure qu'elle y pénètre, les couches successives de terre s'échauffent de moins en moins à mesure que leur profondeur est plus grande. La nuit, le mouvement est inverse. La surface rayonne vers

les espaces célestes et se refroidit ; elle reprend la chaleur des couches intérieures, qui sont restées plus chaudes. Les jours d'été étant plus longs que ceux d'hiver, produisent dans l'année le même effet que le jour comparé à la nuit dans les vingt-quatre heures. Si l'on ajoute que le maximum de température se présente à 1 décimètre de profondeur, 2 à 3 heures après qu'il s'est produit à la surface, on s'expliquera comment la température, à 1 mètre de profondeur, ne donne que 19 à 20 degrés (Orange), tandis que la surface donne 45 à 50 degrés ; et comment, en hiver, les gelées ne pénètrent à 8 décimètres de profondeur qu'après 18 à 20 jours de fortes gelées. Mais on voit aussi qu'à la profondeur où s'enfoncent les racines des plantes herbacées, la température varie beaucoup moins qu'à la surface et se maintient dans un état moyen favorable à la végétation. Ainsi, on n'a pas à redouter l'effet des 70 degrés de température qui suffisent pour coaguler l'albumine ; en effet, les plantes bulbeuses qui croissent dans les terrains sablonneux du Cap, enterrées à une certaine profondeur, ne sont jamais exposées à subir une telle température.

§ 2. — Effets des basses températures sur la végétation.

365. Les effets du froid, sur les végétaux comme sur les animaux, sont de contracter leurs organes, de réduire leurs actions vitales, de prolonger le temps né-

cessaire à leur développement, si ce n'est d'arrêter ce développement tout à fait. On a cherché à expliquer ces effets en disant qu'ils diminuent, détruisent l'irritabilité des organes végétaux. Mais quand le froid est devenu très-intense, il agit sur les plantes en causant leur désorganisation et leur mort. Ce degré est très-variable selon la nature des plante et l'état où elles se trouvent quand elles sont frappées du froid.

366. Ainsi, un grand nombre de plantes tropicales ne résistent pas à une température de $+ 5$ ou $+ 4$ degrés. Dans les régions tempérées, on voit souvent les organes exposés au froid, quand ils sont pleins de sève, périr vers le point de congélation de l'eau, ou à un petit nombre de degrés au-dessous. Les jeunes pousses encore herbacées des arbres succombent facilement, tandis que les branches et les troncs ligneux résistent à des températures beaucoup plus basses. Les arbres résineux supportent jusqu'à $- 30$ et $- 40$ degrés sans en souffrir.

367. Pour nous faire une idée exacte de ce qui se passe dans une plante qui a subi les effets de la congélation, prenons pour exemple la pomme de terre. M. Payen a constaté que le changement de volume amené dans les liquides de ce tubercule par le gel et le dégel, décolle les cellules, et qu'ainsi il produit des vides interstitiels, et que la circulation résultant de l'état de continuité des cellules s'arrête. De là viennent la fermentation des sucs et la pourriture de la plante. C'est aussi ce qui se passe sous l'écorce des arbres atteints par la gelée; elle se détache du liber et le liber

à son tour se sépare de l'aubier en répandant une odeur fétide (1).

368. Dans les plantes tropicales très-succulentes, l'adhérence des cellules paraît céder à des changements de volume des liquides beaucoup moindres que ceux que cause la congélation. Quand, au contraire, une grande sécheresse cause une abondante évaporation, les canaux séveux des plantes tropicales elles-mêmes n'étant pas remplis, elles supportent des températures très-froides et jusqu'à — 7 degrés sans périr. Aux environs de La Paz (Bolivie), les plantes gèlent rarement, quoique le thermomètre descende au-dessous du point de la congélation de l'eau. Plusieurs *cactus* croissent très-abondamment autour de la ville et y supportent des températures très-froides. Mais si on mouille leur surface, et qu'on leur rende ainsi, par absorption, la sève qui leur manquait, elles ne tardent pas à périr. Le sureau et cinq ou six espèces d'arbres y conservent leurs feuilles tout l'hiver, et partout la température moyenne est un peu inférieure à celle de Paris, et le thermomètre y descend habituellement à — 4, — 5 et jusqu'à — 7 degrés. Ce phénomène tient à la grande pureté du ciel, à la sécheresse de l'air et à l'énorme évaporation qui en est la conséquence (2).

369. Dans les pays où l'été est très-chaud et où les organes des plantes deviennent très-ligneux, quand d'ailleurs les hivers sont secs, comme en Australie, ou

(1) *Mémoires de la Société centrale d'agriculture*, 1837, p. 152.

(2) Weddel, *Voyage dans la Bolivie*, p. 137 et suiv.

voit des plantes tropicales, qui dans nos serres succomberaient à — 2 ou — 3 degrés, supporter des nuits où le thermomètre descend à — 10 et — 12 degrés. C'est l'aouûtement des rameaux qui rend compte de ce phénomène. Dans nos jardins, les plantes éprouvent une beaucoup moins grande chaleur d'été, et cette chaleur n'est jamais sèche; aussi les rameaux sont-ils toujours à l'état herbacé (1).

370. Ce qui rend les gelées tardives de la fin de l'hiver si dangereuses, c'est qu'elles succèdent à des jours chauds qui ont déjà favorisé l'ascension de la sève. Ainsi s'expliquent aussi les désordres causés par la gelée accompagnée de brouillard. L'eau déposée sur les branches des arbres se change en givre, dont le poids finit par excéder de beaucoup celui de la branche elle-même. Sans parler des fractures qui sont la conséquence de ce dépôt, l'imbibition des tissus par l'eau, le long séjour de la glace, et enfin le froid causé par l'évaporation, détruisent le tissu de la plante. En 1855, on a vu les oliviers du Midi, couverts de givre, souffrir beaucoup, tandis que ceux qui étaient dans des lieux aérés, où le brouillard ne pouvait séjourner et où le givre était ébranlé et abattu par le vent, ont résisté à des froids de — 14 degrés.

371. La neige, par son peu de compacité, étant un mauvais conducteur du calorique, ne produit pas le même effet que la glace, plus compacte. Elle préserve

(1) *Journal d'agriculture pratique*, 2^e série, t. V, décembre 1848, p. 585 et suiv.

des atteintes d'un froid rigoureux les plantes qui en sont recouvertes, en les garantissant des rayonnements stellaires. Le matin, le thermomètre placé sous la neige est toujours plus élevé que celui qui est au-dessus. Le jour, le thermomètre sous la neige revient à zéro, terme de la fusion de la neige ; celui qui est au-dessus prend la température des corps opaques frappés du soleil, ou seulement entourés de l'air ambiant, si le soleil ne se montre pas. Ainsi, le thermomètre sous la neige est exposé à de beaucoup moins grandes variations et marque une température moyenne plus élevée que celui qui est au-dessus (1). C'est cette propriété de la neige qui préserve les récoltes des pays du Nord, où elle couvre constamment la terre pendant l'hiver.

372. Il faut aussi remarquer les effets divers produits par les circonstances du dégel. L'homme et les animaux éprouvent les mêmes accidents que les plantes : quand une de leurs parties est exposée à des froids très-vifs, elle se crispe, le fluide qui y circule paraît s'en retirer, et si on la soumet subitement à une température élevée, le fluide revient avec rapidité, s'extravase, se répand dans les interstices des vaisseaux, et la partie se gangrène et se sphacèle. C'est dans ces brusques mouvements qu'a lieu le décollement des cellules des plantes [367], mais si l'on ne réchauffe la partie qu'avec ménagement, en la frottant avec de la neige ou de l'eau froide, qui n'a qu'une température peu élevée, le dégel

(1) Boussingault, t II, p. 684; et *Cours d'agriculture*, t, II, p. 308.

est lent et gradué, et les fluides rentrent dans leurs canaux habituels sans causer de désordre. Nous avons remarqué sur nos oliviers qu'après un froid très-vif et très-prolongé, si le dégel a lieu avec la pluie ou un vent du nord froid, les arbres sont préservés, tandis qu'ils souffrent ordinairement avec un froid beaucoup moindre si le dégel a lieu par un soleil brillant.

373. Quoique la température de l'air soit de plusieurs degrés au-dessus de zéro, il arrive quelquefois que, par l'effet de la radiation stellaire, les corps opaques isolés descendent à la température de la glace. L'humidité atmosphérique se dépose à leur surface et produit ce que l'on appelle la *gelée blanche*. En automne, ce météore, qui annonce la fin de la saison végétative, détermine ordinairement la chute des feuilles et la mort des jeunes pousses herbacées qui y sont exposées. Quand il a lieu au printemps, les arbres étant déjà feuillés ou en fleurs et les jeunes plantes ayant poussé leurs premières mérithalles, il cause de grands dégâts, dont la fréquence entre en ligne de compte dans les probabilités des récoltes. Cet accident est d'autant plus commun que l'on habite un pays plus méridional et dont le ciel est plus serein (1).

374. Il y a ensuite des plantes organisées de manière à supporter des froids rigoureux si fatals à d'autres. Dupetit-Thouars a pu retirer de l'espace situé entre l'écorce et l'arbre, un cylindre complet de glace, et les plantes congénères qui avaient éprouvé le même

(1) *Cours d'agriculture*, t. II, p. 69 et suiv.

effet ne périssent point (1). Alf. de Decandolle a aussi observé des glaçons extraits du centre d'un gros arbre et dans l'intérieur des bourgeons des arbres à fruit, sans qu'ils en fussent endommagés (2). Ces exemples, mis en opposition avec ceux des plantes tropicales qui périssent à un degré supérieur à la congélation de l'eau, montrent que ces effets ne se produisent pas identiquement les mêmes dans toutes les espèces de végétaux. L'expérience a bientôt appris quels sont ceux qui bravent les grands froids et ceux qui y succombent. Il arrive tous les jours que l'on retire des serres et des orangeries des plantes que leur origine semble indiquer comme étant très-sensibles au froid et qui passent sans inconvénient en pleine terre. C'est l'œuvre principale de nos jardins d'acclimatation, où l'on n'acclimate pas réellement, que d'essayer les plantes qui peuvent supporter nos climats.

§ 3. — Effets des températures moyennes.

375. Le végétal est engourdi, immobile jusqu'à ce qu'il éprouve une certaine température qui ranime sa végétation. Pour le froment, par exemple, un petit nombre de degrés au-dessus de zéro suffisent pour le

(1) *Le Verger français. Effets de la gelée sur les plantes*, p. 18 et suiv.

(2) *Géographie botanique*, p. 36.

ranimer, mais ce mouvement n'est bien marqué que quand la température moyenne s'élève à $+ 5^{\circ}$ ou $+ 6^{\circ}$. Alors, dans nos climats, les nuits s'abaissent fréquemment à zéro et le maximum du jour monte à $+ 10^{\circ}$ ou $+ 12^{\circ}$. La végétation arrêtée pendant la nuit reprend pendant la journée. En automne, le retour de la température moyenne de $+ 5^{\circ}$ ou $+ 6^{\circ}$ met un terme à la pousse des froments; mais cet arrêt est moins marqué que la reprise du printemps, à cause de l'échauffement que conserve la terre à l'intérieur. Le degré moyen auquel on remarque le renouvellement de vie dans une plante est ce que nous appelons la *température initiale*.

376. Le signe extérieur de ce renouvellement, c'est la pousse d'un mérithalle qui sort de la semence ou des bourgeons de la plante. Un mérithalle est formé d'une partie de tige terminée par une feuille, à l'aisselle de laquelle se trouvent un ou plusieurs bourgeons nouveaux. La cause intérieure qui détermine l'évolution du bourgeon, c'est l'ascension de la sève qui remplit les vaisseaux de la plante et lui fournit les sucres nécessaires à son développement. L'effet de la chaleur est donc de déterminer cette ascension. Quand leur irritabilité est excitée au point requis, les organes des plantes aspirent les fluides puisés dans le sol, et alors, soit par endosmose, soit par capillarité, ceux-ci s'élèvent verticalement, plus ou moins modifiés par une action chimique, en passant à travers les canaux des plantes. C'est dans la direction verticale que leur mouvement est le plus rapide; il se ralentit quand les fluides sont

obligés de parcourir des directions inclinées; il se ralentit aussi quand ils traversent les anastomoses des vaisseaux causés par la taille et par des blessures faites à l'arbre; enfin, ce ralentissement se fait aussi remarquer à mesure que la tige s'élève, ce qui oblige la sève à une ascension plus considérable.

377. Les observations confirment pleinement ces principes. Si nous suivons le développement des mérithalles successifs sur un arbre fait (1), nous trouvons que, sur le mûrier hybride, les mérithalles se développent sur une pousse verticale après avoir reçu la somme de 58^o.5 de température moyenne; que si le rameau provient du développement latéral d'un bourgeon de la branche verticale, il faut une somme de 87^o.5; enfin, que les mérithalles qui poussent au sommet des vieux arbres taillés au printemps exigent 140 degrés.

378. Quand la sève a de la peine à arriver aux bourgeons par une des causes ci-dessus énoncées [375] ou par le dessèchement du sol qui fournit moins d'humidité, les mérithalles se raccourcissent et les feuilles se rapprochent. Elles finissent par diminuer de volume et par se changer en sépales, en pétales, en étamines, et les bourgeons deviennent des semences. C'est ce que l'on voit sur le froment quand la sécheresse de la fin du printemps détermine la formation de l'épi. C'est aussi par

(1) *Influence de la température sur la végétation. Mémoires de la Société centrale d'agriculture, 1855.*

cette raison que les rameaux inclinés, ou ceux qui résultent d'une taille, se mettent plus facilement à fruit. Sur beaucoup d'arbres, la pousse de l'année s'arrête de bonne heure, et le scion se termine par un bourgeon qui accumule des suc, pour produire une nouvelle pousse l'année suivante : tels sont les lilas, les marronniers d'Inde, l'orme, etc. Il n'est pas rare de voir sur certains arbres, sur le poirier surtout, se former, sur les rameaux inclinés, des tubercules qui ne sont que des rameaux nains, où s'accumulent les feuilles pressées les unes sur les autres en forme de bractées, et qui ne fleurissent qu'au bout de deux ans. Enfin, l'on sait que l'on met un arbre à fruit en courbant ses rameaux, en les taillant, en leur faisant subir une incision annulaire, toutes actions qui contrarient le libre mouvement de la sève. Ces faits prouvent que la floraison est un état d'affaiblissement des bourgeons, et que c'est en hâtant la vieillesse du végétal qu'on parvient à remplacer par des scions à fruit ceux qui n'auraient produit que des feuilles.

379. Et pour contre-épreuve de ces principes, on sait que, dans les pays chauds et humides, le froment ne monte pas en épi, mais fait des tiges si nombreuses, si garnies de feuilles qu'il s'y cultive pour fourrage (1); des pois bien fumés et bien arrosés s'épanouissent longuement en rameaux et en feuilles, et donnent peu de grains; enfin, les rameaux verticaux et vigoureux des

(1) Humboldt, *Essais sur la Nouvelle-Espagne*, t. III, p. 70.

arbres donnent peu ou pas de fruits et se prolongent incessamment en nouveaux mérithalles.

380. De ce que nous venons de dire il suit que la floraison a lieu sur les plantes après la production d'un nombre indéterminé de mérithalles foliaires. Ainsi, soit une plante de blé; chacun de ses mérithalles sera formé sous l'influence d'une somme de 66 degrés de chaleur, ce qui nous donne, pour Paris, la production des premiers mérithalles de l'épi vers le commencement de mai, avec neuf mérithalles foliaires; mais les talles ou pousses latérales ont besoin d'un plus grand nombre de degrés pour former leurs mérithalles, et comme elles seront saisies, ainsi que la tige principale, par le commencement de la sécheresse, elles feront leurs épis plus bas, avec un moindre nombre de mérithalles et de nœuds. Mais si nous transportons cette plante dans un autre climat où le terrain se sèche plus rapidement, l'épi se formera aussi avec un moindre nombre de mérithalles, et *vice versa* si le terrain se conserve plus frais. C'est ainsi que la maturité du blé peut arriver avec 2,500 degrés, comme dans la Bolivie et sur les bords du Don, ou avec 2,400 degrés, comme à Paris, ou avec 1,700 degrés, comme dans la vallée du Rhône.

381. Si la température et l'humidité étaient toujours distribuées de la même manière entre les mois de l'année, on pourrait prédire d'avance l'époque exacte de la maturité des plantes, puisqu'elle résulterait de la production d'un même nombre de mérithalles. Cette prévision est d'autant plus probable que les saisons diffèrent moins les unes des autres. Ainsi, à Paris, il y a quel-

quefois un mois de différence entre l'époque des moissons de deux années; à Orange, cette différence n'est jamais de plus de dix jours. Cela tient à ce que, à Paris, les pluies sont plus fréquentes en juin et juillet, et à ce qu'il y a une grande variabilité dans les températures de ces mois; à Orange, au contraire, il y a sécheresse habituelle en mai et en juin, et peu de différence entre leurs températures. A Paris, le nombre des méristhalles continue à s'accroître, et ils emploient plus de temps à se développer; à Orange, la sécheresse précoce amène la floraison de l'épi, et la température élevée hâte la maturation. L'observation ne tarde pas, d'ailleurs, à indiquer le maximum et le minimum des degrés de température qui amènent la fructification dans chaque climat, et donnent ainsi le moyen de juger de la possibilité d'y introduire la culture de telle ou telle plante.

382. Les arbres ne suivent pas les mêmes lois que les plantes herbacées. Leur sève subit, dans des canaux allongés et préservés des atteintes extérieures, une élaboration qui dépend en partie du temps où elle y séjourne. Ainsi, par exemple, dans notre climat, le cerisier, dont la végétation est arrêtée en hiver, pour ne renaître qu'avec une température initiale de 12 degrés, prépare sa sève pendant son repos hivernal, et ses fruits ont une saveur douce et sucrée. A Ceylan, sa végétation ne s'arrête pas; il est sans cesse couvert de fleurs et de fruits qui sont aqueux et sans saveur. Les raisins de l'Amérique ont une saveur aigrelette et donnent du mauvais vin; mais aussi, l'humidité de l'été fournis-

sant toujours des principes délayés au raisin, ils ne peuvent se condenser et changer leurs éléments en sucre, comme dans les parties chaudes de l'Europe. Ici, le défaut d'interruption de la végétation vient de la permanence de l'humidité du sol. L'olive, par la même raison, y est aussi chargée d'une émulsion qui n'a pu se convertir en huile. Ainsi, chaque espèce doit être étudiée à part avant qu'on essaie de la faire entrer dans le cadre des cultures d'une contrée.

§ 4. — Effets de la radiation solaire.

383. Nous avons vu la radiation solaire frapper les corps opaques [360 et suiv.], tels que le sol et les plantes, y accumuler une température supérieure à celle de l'air. Elle a donc aussi une influence calorifique sur le développement des organes élémentaires des plantes (les méristhalles), puisque ce développement résulte de la somme d'un certain nombre de degrés de chaleur. Mais nous savons que cette radiation agit sur les plantes par une autre propriété dont l'effet est bien plus énergique, et qu'elle doit à la qualité lumineuse de ses rayons; c'est seulement sous l'influence de la lumière que la chlorophylle absorbe et s'assimile le carbone en décomposant l'acide carbonique de l'air et en rejetant son oxygène (31 et 34).

384. Nous avons élevé des fèves dans trois situations

différentes : les unes recevaient directement les rayons du soleil; les autres, abritées par une claire-voie, n'en recevaient que la moitié; enfin, les troisièmes étaient entièrement couvertes et à l'abri des rayons du soleil, et ne recevaient que la lumière diffuse. Si le soleil n'avait agi que par sa chaleur, nous n'aurions dû trouver entre elles que des différences de temps entre l'époque de leur floraison et de leur maturité, et, en effet, la germination, la floraison, se sont espacées comme l'indiquait la température de l'air, augmentée de la température des rayons solaires; mais les produits récoltés ont été fort différents, comme nous l'indiquons ici :

	N° 1. grammes	N° 2. grammes	N° 3. grammes.
Tiges sèches.	581	459	245
Résidu de légumes	105	77	49
Poids des légumes	306	214	92
Poids des graines	245	181	61

Si la radiation solaire agissait seule, nous devrions avoir pour poids : n° 1, 581; n° 2, 285; n° 3, 0; mais la lumière diffuse nous donne, pour le n° 3, 245. Cette lumière est donc pourvue de propriétés très-énergiques pour provoquer l'absorption du carbone. De plus, elle n'est nullement en proportion avec les rayons calorifiques, car alors le n° 1 devrait absorber le double du n° 2, et la proportion n'est que de $\frac{46}{58}$. Les rayons chimiques qui accompagnent les rayons solaires paraissent donc être en plus forte proportion dans les faibles éclaircissements que dans les forts, et exister encore en abondance dans la lumière diffuse.

385. Ce n'est ni par les rayons calorifiques ni par les rayons lumineux contenus dans les rayons solaires, c'est par les rayons chimiques qui y sont contenus, que cette action s'exerce sur les plantes. Effectivement, la lumière artificielle la plus forte, mais n'émanant pas du soleil, n'a pas même l'effet de la lumière diffuse de cet astre. M. Biot, qui obtenait l'oxygène du *cactus opuntia* placé sous l'eau et exposé au soleil, ne put l'obtenir de la clarté de lampes placées au foyer d'un très-grand miroir réflecteur, qui était visible à la lunette à la distance de quarante-cinq lieues. On n'aurait pu placer l'œil dans cette masse de lumière sans être aveuglé. Le dégagement du gaz avait lieu aussi à la lumière diffuse du soleil (1).

386. Il serait bien intéressant de trouver un moyen de mesurer la puissance des rayons chimiques indépendamment des effets calorifiques de la lumière solaire; c'est une recherche qui mérite toute l'attention des physiiciens. En attendant, nous pouvons dire que si la température solaire ne mesure pas les progrès de la végétation, elle les indique au moins, et qu'ainsi, nous voyons une énorme différence entre les produits obtenus dans des terrains ombragés et ceux que donnent des terrains bien exposés au soleil.

387. Cet avantage de recevoir le plus de rayons solaires possible résulte, 1^o de la latitude où l'on se trouve; 2^o de la plus ou moins grande inclinaison du sol; 3^o de l'azimut du terrain, c'est-à-dire de la direction

(1) *Comptes rendus*, t. XLI, p. 177.

de son plan relativement à telle ou telle partie de l'horizon. Ces trois éléments peuvent être l'objet du calcul (1); mais il est un quatrième élément qui ne peut être donné que par l'observation : c'est l'état de clarté habituelle de l'air qui permet aux rayons solaires de le traverser, sans qu'une trop grande partie en soit absorbée.

388. En faisant abstraction de ce dernier élément, qui ne dépend pas de nous, on trouve, toutes choses égales d'ailleurs, que la meilleure exposition est celle qui regarde le midi, avec une inclinaison aussi grande que possible, sans qu'elle nuise ni à la stabilité du sol, ni aux travaux de la culture. Les expositions au levant et au couchant devraient recevoir la même quantité de rayons solaires, mais des observations réitérées ont prouvé que la radiation du matin était moins élevée que celle du soir, sans doute parce que, à ce moment de la journée, l'air est plus chargé d'humidité. Il semblerait donc que l'exposition du couchant devrait être supérieure à celle du levant. Cependant, nous voyons les cultivateurs préférer cette dernière; cela tient à ce que le terrain exposé au levant se réchauffe dès le matin, le soleil qui le frappe élève les brouillards et dessèche le sol baigné par la rosée, et il ne le quitte qu'au milieu du jour, c'est-à-dire quand l'air étant le plus échauffé, la transition est la moins brusque. Au contraire, au couchant, le terrain reste plongé le matin dans l'humidité atmosphérique, il manque de soleil pendant la partie

(1) *Cours d'agriculture*, t. I, p. 183 et suiv.

la plus froide de la journée, et, le soir, il le reçoit tout à coup, quand la température est la plus chaude. Le levant a donc un climat plus égal, le couchant un climat extrême. Mais, au printemps, l'exposition au levant fait courir des dangers aux plantes chargées de givre, qui reçoivent tout à coup l'impression d'un soleil ardent [370].

CHAPITRE III.

De l'humidité.

§ 1. — Effets de l'humidité sur les plantes.

389. Les parties herbacées des végétaux renferment de 70 à 80 pour 100 d'eau; les parties ligneuses, de 20 à 50, selon les espèces. Cette eau de composition remplit les vaisseaux et les cellules, et donne aux plantes leur forme et leur fermeté. Elles peuvent en être privées par l'effet de la sécheresse du sol, l'eau qui en est soustrée n'étant plus en équilibre avec la perte faite par l'évaporation. Alors les plantes se fanent, leurs feuilles se flétrissent, finissent par se détacher, et il y a un état de souffrance qui, poussé plus loin, peut causer la mort du végétal.

390. Quand les plantes ont à leur portée une quantité d'eau courante, même illimitée, elles n'en puisent que ce qui est nécessaire pour l'entretien de l'évaporation. Nous voyons chaque année des racines de blé et

de luzerne, placées sur les bords des rivières, s'y plonger, sans que la plante en prenne en quantité surabondante et que sa végétation paraisse en souffrir. Mais si les racines plongent dans une eau stagnante, les méristhalles s'allongent sans consistance, la chlorophylle devient pâle, et la plante prend l'apparence que l'on désigne par le nom d'*étiollement*. C'est une expérience que l'on fait journellement sur nos cheminées, où l'on fait végéter des oignons dans des vases pleins d'eau. Si l'eau est renouvelée, la plante prospère; elle souffre et finit par mourir si on ne la change pas. Si l'eau dans laquelle plonge la plante est de l'eau distillée, quelque renouvelée que soit cette eau, elle ne tarde pas aussi à fléchir, à s'étioler.

391. Mais si la plante absorbe l'eau de manière à conserver ses canaux pleins, quand elle en a une quantité indéterminée, ou seulement suffisante à sa portée, il est important que cette eau ne séjourne pas dans la plante, qu'elle soit incessamment attirée aux feuilles par l'évaporation; la plante doit toujours en puiser de nouvelles doses dans le sol; en un mot, il faut que la circulation de la sève vers l'air ne soit jamais arrêtée. Quand, d'ailleurs, l'air est suffisamment sec, cette condition est remplie; mais si l'humidité du sol étant abondante, l'humidité de l'air approche du terme de saturation ou l'atteint, alors les canaux séveux n'étant pas suffisamment remplis, la plante, ne perdant plus rien par l'évaporation, ne tire plus rien de terre, et la circulation est arrêtée. Si un tel état se prolonge, la fermentation ne tarde pas à s'établir dans les sucs de la plante,

et celle-ci tonde en poudre. Les jardiniers ont grand soin d'arrêter leur arrosement dans ces temps d'humidité de l'air.

392. Ainsi, sous le rapport de l'humidité, les plantes peuvent se trouver dans plusieurs cas : 1^o il y a défaut d'humidité, et alors elles se flétrissent et finissent par se dessécher elles-mêmes; 2^o il y a humidité du sol en rapport avec l'évaporation, et alors les plantes sont en santé parfaite; 3^o il y a humidité du sol et humidité de l'air, et alors il en résulte pour les plantes stagnation, souffrance et macération, si cet état se prolonge.

§ 2. — De l'eau atmosphérique.

393. Les plantes et le sol reçoivent l'eau de l'atmosphère sous forme de vapeur aqueuse, de pluie, de neige, de grêle [89 et suiv.]; outre les matières nutritives qu'elles contiennent, ces eaux ont des effets spéciaux sur l'état physique des plantes. La vapeur aqueuse trop abondante amène l'air à un état voisin de la saturation, diminue ou arrête l'évaporation des plantes, et, par conséquent, l'appel fait à l'ascension de la sève. Mais, après des jours brûlants, l'humidité de la nuit, la chute de la rosée sur les corps isolés, comme sont les tiges, les feuilles, le gazon, leur restituent l'eau nécessaire à leur existence [390]; et quoique ce secours, suivi d'une nouvelle insolation, ne soit que momentanément, quoique son efficacité soit beaucoup moindre qu'on ne le suppose

généralement quand on n'a pas vécu dans des contrées méridionales, il ne laisse pas de retarder les effets désastreux de la sécheresse. Dans les pays habituellement humides et nébuleux, les plantes, abreuvées constamment d'un excès d'humidité, développent des mérithalles très-longes, de larges feuilles; ces pays sont surtout des pays de pâturages; mais, dans ces conditions, les plantes sont mal nourries par une sève trop étendue, et si cet état se prolonge et parvient à son plus haut degré, elle éprouve les accidents que nous avons signalés plus haut [392].

394. La pluie humecte l'atmosphère et le sol; mais, en outre, elle lave les plantes et débarrasse leurs feuilles des incrustations de silicates alcalins, résidus de l'évaporation, qui obstruent leurs canaux et entravent leurs fonctions respiratoires. On ne peut donc comparer les effets de la pluie à ceux d'une simple irrigation qui baigne le sol et le pied des plantes; ses effets sont bien plus marqués; l'irrigation par jets et le *bassinage*, quoique ayant l'avantage de laver les plantes, ne sont pas non plus comparables à ceux que procure la pluie. Après la pluie, l'air entier est rafraîchi, et devient plus humide, l'évaporation diminue d'intensité, de sorte que la terre et les plantes conservent plus longtemps le bénéfice de l'eau qu'elles ont absorbée. Cette différence est sensible à tous les yeux par la vigueur nouvelle et durable que prend la végétation après la pluie, comparée à celle qui résulte de l'irrigation.

395. L'eau atmosphérique sous forme de neige, outre qu'elle sert d'écran à la terre et aux plantes qu'elle re-

couvre, et modère le froid en les préservant de la radiation stellaire [371], a la propriété de ne leur distribuer l'eau que graduellement et à mesure de sa fonte.

396. L'eau atmosphérique se présente aussi sous forme de grêle, accompagnant un orage électrique. Elle peut causer de grands ravages, en frappant et lacérant les feuilles, les fleurs, les fruits, les bourgeons; à l'approche des moissons, elle peut détruire des récoltes entières; souvent les meurtrissures qu'elle cause aux rameaux et aux bourgeons se font sentir l'année suivante. D'autres fois, cependant, le dommage est plus léger, par exemple, quand la grêle tombe dans une saison où les récoltes sont enlevées, ou assez tard pour que les bourgeons auxiliaires intacts puissent encore se développer et donner de nouveaux produits. Certaines contrées sont particulièrement sujettes à la grêle, surtout celles qui sont dans le voisinage de grandes montagnes, et c'est une circonstance très-désavantageuse à l'agriculture.

397. Les brouillards fréquents ont l'inconvénient d'apporter une humidité surabondante aux plantes et à la terre, et de les priver du bénéfice de la radiation solaire. Quand ils accompagnent la gelée, ils produisent le givre, dont nous avons décrit les fâcheux effets [370]. Quand ils arrivent au moment où les graines des céréales sont encore à l'état laiteux, que leur fécule n'est pas encore solidifiée, il se produit un effet d'endosmose des plus fâcheux. La solution de fécule sort du péricarpe, et est remplacée par l'eau; les grains restent vides et retraits, ne contenant plus que le gluten

dans leurs enveloppes; ce que l'on reconnaît en les tirant par les deux bouts : ils s'allongent alors sous forme de fils glutineux. Les brouillards du mois de juin enlèvent souvent des récoltes entières à certaines contrées de nos provinces méridionales.

§ 3. — Eau du sol.

398. Le sol reçoit de l'eau des pluies, de la filtration des terrains qui se trouvent à un niveau supérieur, des sources qui jaillissent près de la surface, des cours d'eau et des amas d'eau souterrains, et qui remontent à la surface par capillarité.

399. L'eau circule dans le sol quand la nature de celui-ci est filtrante et la laisse pénétrer dans les couches inférieures, quand sa composition facilite l'ascension par capillarité des eaux du fond. L'eau séjourne sans mouvement dans les sols placés sur des couches imperméables après qu'ils en sont saturés; dans ceux qui sont saturés d'eau affluente, et qui n'ont pas d'écoulement.

400. De même que l'eau qui séjourne dans la plante, sans être animée d'un mouvement, lui est nuisible, de même aussi l'eau immobile dans le sol est funeste à la végétation. Le mouvement, c'est la vie. Il faut donc toujours, pour qu'un sol soit bon, qu'il ait de l'écoulement et de la perméabilité en lui-même et dans son sous-sol; de la

capillarité, pour qu'il puisse puiser dans la profondeur l'eau qui manque à sa surface.

401. Quand l'eau séjourne sans mouvement dans le sol, elle dissout les matières solubles, elle se sature des matières nuisibles que le sol peut contenir, tels que le tannin, le sulfate de chaux, etc.; elle forme des extraits concentrés de matières organiques, des extraits de terreau qui absorbent son oxygène, fermentent et agissent sur les racines des végétaux, qu'ils altèrent. Il s'y produit aussi des cryptogames qui s'emparent de la partie nutritive des engrais, tout en s'attachant aux racines des plantes. Ce sont ces différents effets qui rendent les fumiers inefficaces et même nuisibles dans les terres habituellement humides, et causent un grand nombre de maladies des plantes.

402. Au contraire, l'eau en mouvement n'est que passagèrement surabondante, elle ne dissout que faiblement les matières qu'elle traverse, elle les répartit dans diverses couches du sol, les apporte de la profondeur à la surface, où elle les dépose à l'état sec par l'effet de l'évaporation.

§ 4. — Faculté de retenir l'eau. Hygroscopicité des terres.

403. Les terres mises en contact avec l'eau en retiennent une certaine partie, qu'elles ne laissent pas filtrer et qu'elles ne perdent que par communication avec des corps plus secs, pour se mettre en équilibre d'humidité

avec eux. Ces corps sont : soit l'air atmosphérique, ce qui produit le genre de communication que l'on appelle *évaporation*, soit d'autres couches terreuses avoisinantes. Cette propriété des terres de s'emparer et de garder une aliquote de leur poids d'eau, est ce que l'on appelle leur *hygroscopicité* (1).

404. L'hygroscopicité d'une terre dépend d'abord de sa nature; on sait, par les expériences de Schübler, que les terres élémentaires présentent les degrés d'hygroscopicité ci-après :

ALIQUOTES D'EAU		
gardées par les divers terrains.		
Sable siliceux.	25	pour 100 de son poids.
Gypse	27	»
Sable calcaire.	29	»
Argile pure.	70	»
Terre calcaire fine..	85	»
Terreau.	190	»
Magnésie	450	»

405. Mais la nature chimique de la terre n'agit pas seule sur l'hygroscopicité qui est fortement modifiée par la finesse des particules. Nous voyons dans le tableau ci-dessus le calcaire à l'état de sable ne retenir que 29 pour 100 d'eau, et, à l'état de poudre fine, en retenir 85. De même, le sable siliceux porphyrisé retient beaucoup plus d'eau que celui qui reste en gros grains. C'est que l'eau s'attache à l'extérieur des particules, et en quantités d'autant plus grandes que les particules

(1) *Cours d'agriculture*. I, P. 149 et suiv., et 177.

présentent un plus grand nombre de facettes, quand elles ne sont pas elles-mêmes pénétrables comme celles de la silice.

406. Il y a d'autres terres dont les particules s'incorporent une quantité d'eau considérable, en augmentant de volume; c'est le cas des argiles, de la magnésie, du terreau et même du calcaire en poudre très-fine.

407. Quand ces dernières terres se dessèchent, elles tendent toujours à se rapprocher, comme d'un centre, des parties qui conservent plus longtemps leur eau. Il se forme alors comme des prismes irréguliers séparés des prismes voisins par des fentes, des crevasses. Cette propriété est ce que l'on appelle leur *retrait*, propriété très-sensible, surtout dans les argiles. L'argile perd 183 parties sur mille de son volume par la dessiccation à l'air libre, la magnésie 154, le terreau 200. La rapide dessiccation du terreau fait que le point le plus humide étant la couche inférieure, au lieu de se crevasser, il s'affaisse sur lui-même.

5. — Perméabilité du sol.

408. Cette circulation de l'eau dans le sol dont nous avons fait connaître l'importance [400] s'exerce en vertu de plusieurs propriétés [499], dont l'une est la propriété qu'ont les terrains de laisser filtrer l'eau qui dépasse leur pouvoir d'absorption, leur *hygroscopicité*. Cette propriété prend le nom de *perméabilité* du sol.

409. Nos expériences (*Appendice, n° 17*) nous ont appris qu'une couche de 50 centimètres d'eau traverse une couche de 30 centimètres de terre saturée d'eau dans le laps de temps indiqué dans le tableau suivant :

N° d'ordre.	Heures.
1. Sable grossier de la Molasse, dépourvu de calcaire.	1.20
2. Le même, avec son calcaire.	1.54
3. Sable quartzeux fin, pris à la manufacture de Sèvres.	1.57
4. Sable de la forêt de Hart (Haut-Rhin).	6.25
5. Terre calcaire, contenant 11 pour 100 de terreau.	7.94
6. Magnésite de Salinelles.	12.00
7. Sable n° 2 porphyrisé.	33.33
8. Poussière de marbre blanc fine.	88.11
9. Craie blanche (blanc d'Espagne).	201.60
10. Kaolin des pays basques	603.27
11. Argile à tuiles.	252.00
12. Argile réfractaire d'Orange.	168.00
13. Argile réfractaire à creusets de Bolène.	Indéfinie, non filtrante

410. La filtration ne commence que quand la couche de terre supérieure est saturée d'eau ; ainsi, soit une terre argilo-calcaire pesant 1, 700 kilos le mètre cube ; si le sol a 33 centimètres de profondeur, il pèsera 581 kilos par mètre carré. Si l'hygroscopicité est de 48 pour 100, la terre retiendra 269 kilos d'eau avant d'en laisser filtrer. Comme dans nos climats la quantité de pluie d'un mois entier ne s'élève jamais à ce chiffre (en moyenne), jamais cette couche ne filtrera, elle ne perdra son eau que par contact ou avec l'air (évapo-

ration) ou avec les couches de terre subjacentes et plus sèches par *imbibition*; mais dans les terrains inclinés, et dominés, les eaux affluentes augmentent considérablement la quantité d'eau qu'ils reçoivent, et c'est alors que, étant sursaturés, les terrains commencent à filtrer.

411. Les chiffres de la table ci-dessus [409] montrent avec quelle lenteur cette filtration se fait dans certains terrains, et comment, si l'afflux de l'eau continue à se renouveler, elle y séjourne avec tous les inconvénients signalés plus haut [401]. Ils restent aussi humides, même quand la couche supérieure est filtrante, si, celle-ci étant peu épaisse, le sous-sol est formé d'une couche peu perméable. C'est ce qui arrive pour une foule de terrains dont la surface, d'une assez bonne nature, recouvre, à peu de profondeur, une couche fortement argileuse, s'ils reçoivent les écoulements des terrains supérieurs.

412. Voilà ce que l'on peut conclure de l'examen des terres arables. En considérant la grande constitution géologique d'un pays et la nature des roches qui forment la base de ses terres, M. Belgrand a reconnu qu'en raison de leur nature, de leur stratification, de leurs fentes, certains terrains étaient éminemment perméables et d'autres imperméables. Les terrains imperméables sont les granits, le liais, le grès vert, les terrains tertiaires; les terrains perméables sont l'oolite, la craie proprement dite, et certains terrains tertiaires. Les caractères agricoles des terrains imperméables sont que les prairies naturelles y sont cultivées sur les coteaux comme au fond des vallées; dans les terrains perméa-

bles, cette culture est toujours confinée au bord des cours d'eau dans la partie plane submersible du fond des vallées; dans les premiers, les sources sont disséminées sur toute la surface du sol, aussi bien sur les coteaux qu'au fond des vallées; dans les seconds, on ne les trouve jamais qu'au fond des vallées. Lorsqu'il n'y a pas de source dans une petite vallée perméable, elle reste toujours sèche; dans les terrains imperméables, le moindre pli de terrain renferme des flaques d'eau bordées d'herbes aquatiques. Il résulte de ces caractères que les terrains imperméables ont toujours un aspect riant et aussi une apparence de richesse même lorsqu'ils sont médiocrement fertiles; que les terrains perméables ont toujours un aspect triste même lorsqu'ils sont très-fertiles [¹]. Ces caractères qui donnent si bien la physionomie verdoyante ou sèche d'un pays, et lui assignent tel ou tel genre de culture générale, n'ont pas ensuite la même valeur pour l'agriculteur qui, possesseur du sol, doit étudier sa terre, sa nature et ses propriétés spéciales; il faut alors qu'il ait recours à un des expédients que nous décrivons ailleurs [*Appendice, n^o 17*].

§ 6. — Capillarité du sol.

413. La capillarité du sol, cette propriété par laquelle

(¹) *Annuaire météorologique de 1853*, p. 43 et suiv.

l'eau qui baigne le pied d'une couche remonte jusqu'à un niveau très-élevé, contribue de son côté à la circulation de l'humidité dans la terre, en agissant dans un sens inverse à celui de la perméabilité. Par ce moyen, toutes les couches tendent à se mettre en équilibre d'humidité, et l'eau qui a filtré dans la profondeur, ou qui y circule sur des couches imperméables, tend à gagner la surface, et avec d'autant plus de rapidité que celle-ci est plus desséchée par l'évaporation. C'est ainsi que la végétation est entretenue dans les terres dites *fraîches*, nonobstant les plus grandes chaleurs parce qu'alors celles-ci possèdent un réservoir constant d'eau à peu de profondeur.

414. La capillarité est en général plus forte dans les terres les plus perméables. Cependant, ces deux propriétés ne suivent pas exactement la même marche. Par exemple, le sable est très-perméable et très-capillaire; la poussière de marbre, la craie, sont très-capillaires et peu perméables; le terreau est très-capillaire et moins perméable; la magnésie est peu perméable et peu capillaire; les argiles sont peu perméables et peu capillaires. Le tableau suivant indique la hauteur de l'ascension de l'eau par capillarité, en trois heures, dans diverses terres soumises à l'expérience. Les numéros d'ordre sont ceux de la perméabilité [409].

N ^o d'ordre	Hauteur d'ascension de l'eau par capillarité.	
	centimètres	
5. Terre contenant 11 pour 100 d'humus.		37
4. Sable de Hart .		29.5
1. Sable de la Molasse.		24
2. Le même, avec son calcaire.		24
3. Sable quartzeux fin.		17
8. Poussière de marbre .		16
10. Kaolin.		10
9. Craie .		9
6. Magnésite de Salinelles.		8
11. Argile à tuiles.		7.5
12. Argile calcaire d'Orange (moins rouge)		11.4
13. Argile réfractaire de Bollène.		4.8

415. La progression de l'ascension est régulière dans les terres homogènes, mais elle se trouve quelquefois dérangée par des veines de terre de nature variable. Elle est rapide dans les premiers moments ; mais, à mesure que l'eau s'élève, elle achève de saturer les couches qu'elle traverse; la quantité d'eau élevée devant donc se répartir dans une masse de plus en plus grande, la vitesse de son ascension diminue. Voici, à cet égard, ce que nous apprend l'expérience faite sur deux terres, l'argile à tuiles de Bollène, n^o 11, et une terre calcaire des environs d'Orange.

ARGILE DE BOLLÈNE.

Durée des observations.	Augmentation de l'ascension entre deux observations consécutives.	
	Ascension de l'eau. centimètres.	centimètres.
4 heures.	7.5	
1 jour	14.4	5.1
2 jours	19.5	4.1
3 jours	23.6	2.9
4 jours	26.5	

TERRE ARABLE D'ORANGE.

Durée des observations. Jours	Ascension de l'eau. centimètres.	Augmentation de l'ascension entre 2 observations consécutives
		centimètres.
1	24.0	11.8
2	35.8	6.4
3	42.2	4.3
4	46.5	2.6
5	49.1	2.7
6	51.8	1.9
7	53.7	1.2
8	54.9	1.2
9	56.0	1.0
10	57.0	1.0
11	58.0	1.1
12	59.1	0.8
13	59.9	0.9
14	60.8	0.7
15	61.5	0.7
16	62.2	0.8
17	63.0	0.7
18	63.7	0.8
19	64.5	0.7
20	65.2	0.8
21	66.0	0.7
22	66.7	0.8
23	67.5	0.7
24	68.2	0.8
25	69.0	0.7
26	69.7	0.3
27	70.0	0.5
28	71.0	0.5
29	71.0	0.5
30	71.5	0.5
31	72.0	0.6
32	72.6	0.4
33	73.0	0.5
34	73.5	

416. Le tableau précédent montre qu'en quatre jours l'eau s'est élevée jusqu'à 26 cent. 5 dans l'argile, à 46 cent. 5 dans la terre argilo-calcaire; qu'en trente-quatre jours elle est montée à 73 cent. 5. dans cette dernière; et nous y voyons aussi la décroissance progressive de l'ascension, à mesure qu'elle atteint un niveau plus élevé.

417. On doit concevoir maintenant comment l'eau circule dans la terre : 1^o par communication entre les couches voisines inégalement humides; 2^o par perméabilité pour les eaux supérieures filtrant à travers le sol; 3^o par capillarité pour l'ascension des eaux profondes ramenées à la surface du sol. Quand ces deux dernières propriétés n'existent pas, ou existent d'une manière imparfaite, les terrains sont humides pendant la saison des pluies, secs dans la saison où les pluies viennent à manquer, ainsi que les sources et les filtrations souterraines.

CHAPITRE IV

Des saisons végétales.

418. Nous appelons *saison végétale* d'une plante la partie de l'année pendant laquelle la température et l'humidité permettent à la plante de végéter. Quant à la température, la saison végétale commence à l'apparition du degré de chaleur *initiale* de la plante [37 5], et finit quand la chaleur moyenne s'abaisse au-dessous de ce degré. Quant à l'humidité, la saison commence quand la plante trouve dans le sol, à 30 centimètres de profondeur, une quantité d'eau égale à 15 pour 100 du poids de la terre, et finit quand l'humidité du sol s'abaisse au-dessous de ce terme. Nous allons examiner successivement et séparément chacun de ces deux éléments qui constituent la saison végétale, et nous les réunirons ensuite pour faire sentir leur influence réciproque.

I. — Saison végétale de température

419. Chaque espèce, chaque variété de plante,

on pourrait dire aussi chaque individu, a son idiosyncrasie, qui lui donne des besoins spéciaux, et exige un degré particulier de température initiale, et aussi une somme de température pour son développement [380], l'achèvement de sa végétation, et pour sa maturité; cependant, s'il s'agit de plantes annuelles, ces différences ne sont pas telles que l'on ne puisse former des groupes auxquels on peut attribuer une température initiale, et dans ceux-ci d'autres groupes qui ont une température de développement très-rapprochée.

420. Parmi nos plantes cultivées, les unes entrent en végétation de bonne heure, dès que les minima de température sont au-dessus du terme de congélation, et que la température moyenne de la journée s'élève à 5 à 6 degrés. De ce nombre sont toutes nos céréales européennes. Nous avons donc un premier groupe de températures, commençant quand la température s'élève à + 6, et finissant quand elle redescend à ce degré, que nous appellerons la *grande saison végétale* ou la *saison majeure*. Un grand nombre de plantes ne commencent à végéter sensiblement que quand la température moyenne atteint + 12°.5. Le groupe des températures commençant à l'apparition de ce degré, et finissant quand il disparaît, composera la saison végétale *mineure*.

421. Si nous additionnons pour chaque lieu les degrés de température de chacun des groupes, nous aurons les degrés de leur saison végétale; nous nous bornons ici à en donner quelques exemples.

GROUPE.	LATITUDE	GRANDE SAISON.			SAISON MINEURE.		
		DURÉE	SOMME de température.	TEMPÉRATURE par jour.	DURÉE	SOMME de température.	TEMPÉRATURE par jour.
1. Cayenne	4°56	jours. 365	9782	26°80	jours. 355	9782	26°80
1. Nouvelle-Orléans	29°58	365	6916	19°77	365	6916	19°77
3. Alger.	36°47	365	6661	18°24	311	5740	18°94
4. Orange.	44°08	279	4311	15°45	188	3539	18°82
5. Paris .	48°50	240	3387	14°11	123	2171	17°55
6. Edinburgh.	55°57	210	2438	11°61	92	1296	11°61
7. St-Petersbourg	59°57	132	1886	14°29	82	1400	17°19
8. Nertschink	51°55	118	1634	13°85	62	924	14°90

On tire de ces exemples les conclusions suivantes :

1° La durée des deux saisons embrasse toute l'année (nos 1, 2) ; mais dans le n° 1 la somme de température s'élève à plus de 9,000 degrés. C'est la région qui nourrit les palmiers, les bananiers, le cacaotier, et où prospère surtout la culture de la canne à sucre.

2 Dans le n° 3, la somme de température ne s'élève pas à 7,000 degrés, et la température moyenne des jours à 20 degrés; on y cultive le coton et la canne à sucre, quoique avec un moindre succès.

3° Dans le n° 3, la saison végétale majeure dure encore toute l'année; la saison mineure est la plus courte, mais la somme de température s'élève encore de 5000 à 6,000 degrés. Le dattier n'y mûrit qu'incomplètement ses fruits; la canne y donne des récoltes insuffisantes

de sucre; mais c'est le pays par excellence de l'olivier, de l'oranger, du citronnier.

4^o Le rapport de durée des deux saisons augmente encore dans le n^o 4; mais la saison mineure a encore 3,539 degrés. C'est ici que s'arrête la culture de l'olivier, qui y rencontre trop fréquemment des hivers à température trop basse auxquels il succombe.

5^o Paris, avec sa saison mineure ne dépassant pas 2000 degrés, indique la limite du climat de la vigne.

6^o La température de la saison mineure s'abaisse beaucoup à Édimbourg, dont les étés manquent de chaleur.

7^o Elle se relève à Saint-Pétersbourg, qui, dans le peu de durée de cette saison, présente cependant des moyennes de températures diurnes égales à celles de Paris.

8^o La grande saison ne s'élevant pas au-dessus de 1634 degrés, avec 924 degrés de saison mineure, indique la limite de la culture des céréales.

422. Les observations météorologiques étant recueillies dans un lieu qui n'indique pas toujours la température des limites environnantes, ces limites paraîtront présenter bien des anomalies. Ainsi le palmier dattier vit encore sans fructifier dans la région n^o 3 et jusque dans celle n^o 4; ainsi l'olivier fructifie encore à des abris où se concentrent les effets de la radiation solaire, de la réverbération, tandis que le thermomètre, consulté dans les plaines, indique une température qui semblerait ne pas compenser la culture utile de ces arbres; ainsi encore nous trouvons à Genève 2000 degrés seulement

pour la saison mineure, tandis que nous indiquons l'extrême limite de la vigne, à Paris, avec 2,171; mais à Paris comme à Genève, la vigne ne croît que sur des coteaux abrités où il serait plus exact d'assigner 2,500 degrés pour la saison mineure, limite de la vigne, etc. (*Appendice, n° 17.*)

§ 2. — Saison végétale d'humidité.

423. Chaleur, plus humidité, égale végétation. Cette formule, véritable axiome, nous montre que la saison indiquée par la température ne sera complètement une saison végétale qu'autant qu'elle sera accompagnée de l'humidité nécessaire. En consultant l'expérience, on voit que les plantes annuelles souffrent dès qu'elles ne trouvent dans le sol, à 33 centimètres de profondeur, que 1 dixième de son poids d'eau, mais qu'elles prospèrent si cette quantité s'élève au 15^e ou au 20^e du poids du sol. La quantité de pluie qui constitue la terre dans cet état, n'est pas la même pour tous les climats; elle est subordonnée à l'évaporation, qui l'enlève plus ou moins rapidement; elle est subordonnée aussi à la nature des saisons antérieures, qui laissent le terrain dans un état plus ou moins complet de saturation d'eau au moment de l'arrivée des chaleurs. Ainsi, d'un côté, l'expérience nous montre que la quantité d'eau tombée dans un mois est suffisante quand la pluie exprimée en millimètres, divisée par la somme des températures du

mois, donne pour quotient, au moins, 0.14. Ainsi, à Orange, la quantité de pluie du mois de mai est de 69^{mm}.9; la température moyenne est de 15°.99, qui multipliés par 31, nombre de jours du mois, donnent 595°.69. et $\frac{69.9}{495.65} = 0.14$; ce mois est donc sur l'extrême limite de l'humidité nécessaire. D'un autre côté, je ne sais jusqu'à quel point cette règle serait applicable aux climats du nord, où une série de mois de gelées maintient beaucoup d'humidité en terre, humidité qui doit ensuite influer sur l'état de la terre pendant l'été. Cette réserve faite, si nous trouvons des mois dont le quotient soit inférieur à 0.14, nous les appellerons des mois secs, et s'il est supérieur, des mois humides. Ces mois secs succédant aux mois humides, sont nécessaires pour déterminer la production des graines et des semences. S'ils n'existaient pas, on aurait qu'une production herbacée et feuillue (379 et suiv.). Mais aussi, dans ces mois secs, les labours deviennent difficiles; aucun ensemencement ni aucune transplantation ne peuvent avoir lieu sans irrigation, et quand ces temps de sécheresse se prolongent, les plantes souffrent, meurent quelquefois, les arbres eux-mêmes perdent leurs feuilles, et il y a une seconde végétation (sève d'août) qui survient au retour de l'humidité, quand ce retour arrive avant la fin de la saison végétale de température.

424. Ainsi, dans les exemples cités plus haut, nous trouvons les résultats suivants, en désignant les mois secs par une barre transversale.

Tableau des saisons végétales (1).

MOIS,	TEMPÉRATURE myenne DU MOIS.	SOMME de TEMPÉRATURE.	PLUIE de CHAQUE MOIS.	QUOTIENT de la pluie par la somme de TEMPÉRATURE.
1. Cayenne.				
Décembre	26° 27	811° 27	331.50 millim.	0.41
Janvier	26.14	810.34	372.50	0.46
Février	26.12	731.36	419.80	0.57
Mars	26.33	816.23	526.70	0.64
Avril	26.68	800.46	535.70	0.67
Mai	26.64	825.22	589.70	0.71
Juin	26.62	798.60	415.00	0.52
Juillet	26.92	834.52	148.70	0.18
Août	27.43	850.33	45.40	0.05
Septembre *	27.65	829.50	16.00	0.02
Octobre	27.75	860.25	36.70	0.09
Novembre *	27.45	823.50	75.80	0.09
2. Nouvelle-Orléans.				
Décembre	13° 44	416° 94	116.84 millim.	0.28
Janvier	12.67	392.77	165.10	0.42
Février	12.50	350.00	111.76	0.32
Mars	16.39	508.09	68.58	0.13
Avril	19.78	593.40	104.14	0.17
Mai *	23.33	723.23	88.90	0.12
Juin	25 90	777.00	137.16	0.17
Juillet	26.89	833.59	165.10	0.19
Août	26.45	819.95	140.70	0.17
Septembre	25 06	751.80	101.60	0.13
Octobre	20.61	638.91	66.04	0.10
Novembre	24.28	428,40	88.90	0.21

(1) L'astérisque remplace la barre transversale indiquée dans le texte pour désigner les mois secs.

Tableau des saisons végétales (SUITE).

MOIS.	TEMPÉRATURE moyenne DU MOIS.	SOMME de TEMPÉRATURE.	PLUIE de CHAQUE MOIS.	QUOTIENT de la pluie par la somme de TEMPÉRATURE.
3. Alger.				
Décembre	12 ^o .86	398 ^o .66	millim. 175.47	0.44
Janvier	11.65	361.15	127.82	0.35
Février	12.68	355.04	148.33	0.42
Mars	13.33	413.23	78.98	0.19
Avril	15.02	450.60	88.45	0.20
Mai	19.07	591.77	43.94	0.07
Juin	21.95	658.50	7.35	0.01
Juillet	24.03	744.93	0.15	0.0002
Août	24.71	766.01	7.67	0.01
Septembre*	22.87	686.10	33.14	0.04
Octobre	20.27	628.37	73.19	0.11
Novembre	16.62	498.60	154,75	0.31
4. Orange.				
Décembre	+ 5.09	126 ^o .19	millim. 55.90	0.44
Janvier	3.73	86.25	41.40	0.48
Février	6.00	168.0a	38.90	0.23
Mars	8.68	269.08	46.33	0.17
Avril	11.73	351.90	65.90	0.19
Mai	15.99	495.69	69.90	0.14
Juin	20.55	616.50	45.30	0.07
Juillet*	22.74	704.94	17.90	0.02
Août*	21.98	681.38	37.50	0.05
Septembre	18.83	565.50	123.10	0.21
Octobre	13.94	395.94	113.70	0.28
Novembre	8-57	257.10	88.80	0.35

Tableau des saisons végétales (SUITE).

MOIS.	TEMPÉRATURE moyenne DU MOIS.	SOMME de TEMPÉRATURE.	PLUIE de CHAQUE MOIS.	QUOTIENT de la pluie par la somme de TEMPÉRATURE.
5. Paris.				
Décembre	+ 3.09	95 ^o .79	millim. 35.50	0.37
Janvier	2.15	66.65	39.86	0.60
Février	2.32	64.96	48.49	0.74
Mars .	6.12	189.72	35.93	0.19
Avril	9.64	289.20	42.99	0.15
Mai	13.60	421.60	48.74	0.11
Juin .	18.29	566.70	59.37	0.11
Juillet *	18.32	567.92	46.78	0.08
Août* .	18.63	577.53	44.11	0.07
Septembre	15.80	474.00	73.04	0.15
Octobre	10.59	328.29	51.21	0.16
Novembre	7.07	212.10	71.69	0.34
6. Edinburgh.				
Décembre	+ 4.28	132 ^o .08	millim. 53.40	0.40
Janvier	2.95	92.45	50.90	0.54
Février	3.44	96.32	43.30	0.45
Mars	4.72	146.32	37.00	0.25
Avril .	6.72	201.60	40.20	0.20
Mai	10.17	315.27	49.00	0.16
Juin .	13.33	399.90	42.60	0.11
Juillet	14.83	459.73	61.70	0.13
Août	13.78	427.18	65.10	0.15
Septembre	11.89	356.70	58.10	0.16
Octobre	9.34	289.54	54.50	0.18
Novembre	5.17	185.10	66.10	0.43

Tableau des saisons végétales (SUITE).

MOIS.	TEMPÉRATURE moyenne DU MOIS.	SOMME de TEMPÉRATURE.	PLUIE de CHAQUE MOIS.	QUOTIENT de la pluie par la somme de TEMPÉRATURE.
7. Saint-Petersbourg.				
Décembre	—6°.36		millim. 33.02	
Janvier	—9.19		22.35	
Février	—8.84		18.19	
Mars .	—5.34		23.11	
Avril .	+1.02	30°.60	17.22	0.56
Mai *	+8.70	269.70	30.73	0.12
Juin	+13.94	418.20	43.68	0.11
Juillet	+16.56	513.36	72.64	0.14
Août *	+16.33	506.23	58.38	0.11
Septembre	+10.94	328.20	43.94	0.14
Octobre	+3.97	122.76	52.58	0.43
Novembre	—1.41		32.51	
8. Nertschink.				
Décembre	—27°.15		millim. 3.30	
Janvier	—28.21		3.50	
Février	—23.16		1.52	
Mars .	—11.70		7.30	
Avril	—0.69		8.05	
Mai *	+9.17	284°.27	27.43	0.09
Juin	+15.36	460.80	70.95	0.15
Juillet	+17.71	549.01	124.84	0.23
Août	+15.24	472.44	102.87	0.22
Septembre	+8.39	251.70	57.66	0.23
Octobre	—2.44		18.29	
Novembre	—16.76		6.86	

425. Résumons les résultats que nous pouvons conclure des documents que nous avons réunis. Nous donnerons dans une première colonne le chiffre de la durée de la saison végétative majeure; dans une seconde colonne, celui de sa durée, diminuée de celui des jours de sécheresse; dans la troisième colonne, la somme de la température de cette saison; dans la quatrième, celui de cette température réduite par la sécheresse. Nous procéderons de même pour la saison mineure dans les colonnes cinq, six, sept et huit. Nous aurons ainsi une idée des saisons actives des différentes localités que nous venons d'énumérer.

GROUPES.	LATITUDE	SAISON MAJEURE.				SAISON MINEURE.			
		DURÉE.	DURÉE RÉDUITE par la sécheresse.	SOMME de température.	SOMME RÉDUITE par la sécheresse.	DURÉE.	DURÉE RÉDUITE par la sécheresse.	SOMME de température.	SOMME RÉDUITE par la sécheresse.
		jours.	ours.	degrés.	degrés.	jours.	jours.	degrés.	degrés.
. Cayenne .	4°.56'	365	243	9782	6418	355	243	9782	6418
Nouvelle-Orléans	29°.58'	365	242	6916	4294	365	242	6916	4294
. Alger.	36°.47'	365	151	6661	2586	311	97	5740	1665
Orange.	44°.08'	270	180	4311	2308	188	96	3539	1536
Paris .	48°.50'	240	117	3387	1153	123	0	2171	0
Edinburgh.	55°.57'	210	148	2438	1579	92	0	1296	0
St-Petersbourg	59°.56'	132	70	1886	1110	82	20	1410	634
Nertschink	51°.18'	118	87	1634	1350	62	31	924	640

426. Le tableau précédent nous conduit aux remarques suivantes :

1° Le chiffre de la température de la saison majeure


diminue graduellement, selon la latitude, jusqu'à Édimburgh, dont la saison sèche est moins longue et dont la saison végétale majeure a une plus grande somme de chaleur que Paris, et un plus grand nombre de jours. Nertschink a aussi un plus grand nombre de jours que Saint-Pétersbourg, et une plus grande somme de chaleur, par l'effet aussi d'une moindre durée de sa saison humide. Quoiqu'à une latitude moins élevée, Nertschink est cependant plus froid, à cause de sa position continentale.

2^o Il ne reste plus de saison mineure à Paris et à Édimburgh, et Saint-Pétersbourg et Nertschink conservent un petit nombre de jours. Mais ces restrictions perdent toute leur valeur quand on possède des moyens d'irrigation; alors les saisons végétales conservent toute la durée indiquée par leur température. Ainsi, Alger, qui par sa saison mineure descend presque au niveau d'Orange, situé à 8 degrés de latitude plus au nord, reprend tous ses avantages dans ses terres arrosées(421).

427. La température et la pluviosité des années sont si variables que l'on ne trouvera pas toujours l'accord indiqué par les moyennes précédentes; mais elles nous donnent cependant des indications importantes. La durée de la saison mineure nous permettra de faire des ensemencements tardifs dont on pourra encore retirer les produits dans l'année; c'est ainsi que les millets, le maïs quarantain, les haricots, les pommes de terre, peuvent encore être semés à Orange immédiatement après la moisson, qui a lieu à la fin de juin, et jouit

encore de 2,152 degrés avant le 20 octobre, fin de la saison mineure dans ce pays.

428. La répartition des saisons végétales sur la surface du globe, selon leur température totale, leur durée, la température moyenne d'un jour de ces saisons, tracé sur le planisphère des lignes qui ne sont nullement parallèles avec les lignes isothermes, et dont l'étude est intéressante pour la physique du globe; mais pour l'agriculture pratique, il suffira d'établir pour chaque lieu déterminé les dates du commencement et de la fin de chaque saison; de faire la somme des températures pendant leur durée; et enfin de comparer la quantité de pluie tombée à la somme de température des mois, ainsi que nous l'avons fait ci-dessus. Connaissant enfin la température nécessaire pour obtenir le résultat utile des différentes cultures, il sera facile de juger si elle est applicable au lieu pour lequel nous aurons rempli un pareil cadre.



CHAPITRE V

Moyens de modifier la température.

429 Placé en présence d'un climat dont la chaleur ou le froid ont une action défavorable sur la végétation, l'agronome doit rechercher et indiquer les moyens de modifier ces dangereuses influences, en accroissant ou diminuant la chaleur reçue par les plantes.

§ I. — Moyens d'augmenter la chaleur.

430. Une plante reçoit son calorique de la radiation solaire, de la réverbération de la surface du sol, de la température de la terre, de celle de l'air ambiant; si cet air est en mouvement, il est d'autant plus chaud que la direction du vent vient de contrées méridionales ou ayant peu d'altitude; il est d'autant plus froid que son origine se trouve dans des contrées septentrionales, ou plus élevées.

431. Nous avons déjà dit combien l'exposition du terrain pouvait contribuer à son échauffement [388];

mais le terrain étant une fois donné, nous ne pouvons pas changer son azimut; ce que nous pouvons faire, c'est de supprimer les ombrages qui peuvent masquer les rayons solaires, et abattre les arbres, les haies, les murs, dans la direction du midi.

432. La réverbération du sol sur les plantes sera d'autant plus grande qu'il aura plus d'inclinaison dans la direction du sud. On est rarement appelé à changer en grand la pente d'un terrain; mais il est souvent très-avantageux, pour les jeunes semis, de les placer le long d'ados inclinés et quelquefois assez élevés, où, pendant leur jeune âge, ils reçoivent la réverbération du rayonnement qui frappe la surface des ados. On forme ces ados en élevant de 0^m.16 le côté nord d'une plate-bande dirigée de l'est à l'ouest, et en baissant de 0^m.16 le côté du midi, ce qui donne une pente de 0^m.32 vers le midi. Toute les semailles printanières gagnent plusieurs jours à pousser dans cette situation. Mais, pour n'être pas aussi élevé et formé seulement dans la pente donnée par le simple passage de la houe, cet effet n'en est pas moins sensible. Un mur remplit plus complètement cet office pour les plantes qui sont placées à l'exposition du soleil; mais il fait un effet tout contraire pour celles qui sont sur sa face opposée. C'est grâce à la réverbération des murs, et à l'abri qu'ils offrent contre les vents, que l'on obtient les récoltes avantageuses des espaliers. Un mur de 7 mètres de hauteur nous donne, à Orange, le climat diurne de Tunis; mais comme il ne nous préserve pas du rayonnement nocturne et des gelées qui en sont la suite, les palmiers-dattiers

y périssent quelquefois, mais jamais jusqu'à leurs racines.

433. La température du sol dépend principalement de quatre causes : 1^o de son degré d'humidité; 2^o de son inclinaison; 3^o de son azimut; 4^o de la coloration de sa surface.

434. On sait que l'eau, en se changeant en vapeur, s'empare d'une grande quantité de calorique; qu'ainsi en supposant le liquide à 100 degrés, il exigera., pour se volatiliser, une quantité de chaleur capable de porter de zéro à 540 degrés un pareil volume d'eau. Dans les expériences de Schubler (1), la température de l'air étant à 25 degrés, les terres sèches auront 7 à 8 degrés au dessus des terres humides, et l'air superposé au sol étant à zéro, sa température s'abaisse à —5^o.82; et étant à 25 degrés, elle s'abaisse à 14^o.70, le baromètre marquant 0^m.76, d'après les expériences de Gay-Lussac. On voit donc l'énorme refroidissement qu'on éprouve par l'évaporation de l'eau contenue dans le sol, et le grand intérêt qu'il peut y avoir à en opérer le dessèchement. Nous en indiquerons plus loin les moyens. La végétation a toujours une grande avance dans les terres sèches sur celles qui sont humides et où elle reçoit une moindre somme de température.

435. Il est assez difficile et coûteux de changer l'inclinaison et l'azimut d'un terrain étendu. C'est une opération qui sera toujours bornée à se procurer un petit

1 *Cours d'agriculture*, t. I, p. 166.

jardin, et qui n'a rien de commun avec les travaux agricoles.

436. La coloration du sol a une très-grande influence sur sa température. En blanchissant la surface du sol avec une légère couche de magnésie, ou en la noircissant avec du noir de fumée, l'effet de la radiation solaire met une différence de 7 degrés environ entre l'un et l'autre, en faveur de la surface noire (1). On peut quelquefois disposer de débris de terre noirâtre, de schistes, de houille et de lignite; et l'expérience nous a appris qu'il y avait intérêt à en noircir la surface du terrain, surtout de ceux qui ont une teinte peu foncée.

437. En conseillant l'abri d'un mur pour les espaliers [432], nous devons ajouter ici que la couleur blanche reflète la chaleur solaire sur l'espalier, et la teinte blanche du mur l'absorbe, mais pour la rayonner ensuite pendant la nuit. Avec le mur blanc on a un climat extrême, et un climat moyen avec le mur noir. L'un et l'autre de ces états peuvent convenir dans certains cas. Dans les pays qui manquent d'insolation, et qui ont une température moyenne assez élevée, le mur blanc sera le plus avantageux; dans le cas contraire, il faudra préférer le mur noir.

438. La température de l'air ambiant serait plus élevée qu'on ne le constate si cet air était en repos, s'il n'avait que le mouvement d'ascension et d'abaissement causé par l'échauffement de ses couches traver-

(1) *Cours d'agriculture*, t. I, p. 165.

sées par le soleil, et recevant la réverbération de la chaleur du sol; mais il n'en est pas ainsi, et les vents tendent sans cesse à mêler à l'air du lieu celui qui vient d'autres lieux plus ou moins chauds que le premier. Ainsi, préserver l'air du mélange avec l'air pur froid transporté par les vents, c'est élever sensiblement la température de la zone qui est ainsi garantie. M. Trochu a observé qu'à Belle-Isle un bois de pins garantissait une longueur de seize fois la hauteur des arbres. Ces plantations s'y font pour se garantir du vent du sud-ouest. A Orange, les coteaux préservent une distance de dix fois leur hauteur contre le vent du nord. Si l'on ajoute à la propriété d'élever la température, celle de préserver les végétaux des secousses violentes que leur impriment les vents, des contusions que leur causent les grains de sable et les graviers poussés par un courant d'air impétueux, on concevra combien il est souvent avantageux de planter des haies et des massifs à la tête des champs. En Provence, où l'on a à se garantir de la violence de la bise, on plante des allées d'arbres verts, cyprès, lauriers, dirigées dans la direction du levant au couchant, de 80 à 100 mètres les unes des autres. Mathieu de Dombasle assure que ces abris, où l'on sent une température plus douce en se promenant, sont moins productifs (1). Cela peut être vrai pour la Lorraine, où l'humidité est plus à redouter que des vents modérés; mais les habitants

(1) *Annales de Boville*, t. VIII, p. 305.

de la Bretagne et de la Provence n'ont pas la même opinion, et trouvent les abris et les haies très-utiles à la culture.

439. Quand la durée de la saison végétale est trop courte pour que l'on puisse obtenir les produits d'une plante, on augmente cette durée en semant de bonne heure, en hiver s'il le faut, les plantes sur une couche qui n'est autre chose qu'un amas de matières organiques plus ou moins actives, qui, en fermentant, dégagent une certaine quantité de chaleur au moyen de laquelle la semence germe et la plante pousse. Si celle-ci est délicate et craint la gelée, on la recouvre la nuit de paillassons; si, quoique la plante puisse résister à la gelée, on veut hâter sa croissance, on la recouvre d'un châssis vitré où s'accumule la chaleur rayonnante du soleil [362, 363], ou seulement d'un châssis couvert d'un calicot ou d'un papier huilé, ou enfin d'une cloche de verre, comme les melons.

§ 2. — Moyens de diminuer la chaleur.

440. Les jardiniers cultivent souvent des plantes qui craignent une trop grande chaleur; on les en préserve en les garantissant de la radiation solaire par des écrans, et aussi par l'irrigation, qui abaisse la température du sol.

441. C'est aussi par l'irrigation que l'on peut ralentir la végétation des plantes dans la grande culture, quand

la sécheresse et la chaleur les font avancer trop rapidement et avant qu'elles n'aient pris la nourriture suffisante à leur complet développement. L'irrigation des prairies, celle du blé lui-même, en prolongeant leur végétation, détermine la production de nouveaux méristhalles foliaires au moment où, par la combinaison de la chaleur et de l'humidité, l'épi allait se montrer d'une manière trop hâtive.

Modification de l'humidité du sol.

§ 1. — Addition à l'humidité.

442. Nous avons vu plus haut [421 et suiv.] à quel point la sécheresse peut réduire la durée de la végétation, en causant le sommeil estival et même la mort des végétaux. Alger, à qui sa température donnerait 5,740 degrés pour sa saison mineure, n'en conserve plus que 1,665 degrés dans les lieux privés du secours de l'irrigation; Orange, qui n'a que 3,539 degrés pour sa saison mineure dans les lieux arrosés, en conserve pourtant encore 1,537 degrés dans les lieux secs, presque autant qu'à Alger.

443. Il ne faudrait pas croire, cependant, que l'irrigation n'est utile que dans les pays où les moyennes annuelles signalent des mois secs. Les moyennes sont formées de la combinaison des extrêmes : ainsi, dans tel pays elles signalent des mois humides, et, considérées

individuellement, les années les tranforment en mois secs, puis en mois trop humides, et dans les mois humides eux-mêmes, il y aura des périodes d'humidité et de sécheresse. Ici, comme dans les climats décidément secs, l'irrigation ramène un équilibre constant; par elle, la végétation profite de toutes les sommes de température, et il n'y a pas, entre les récoltes consécutives, ces différences marquées qui proviennent des retours fréquents d'arrêts de végétation causés par les retours de sécheresse. Dans un climat constamment froid, les mérithalles des arbres conservent une progression décroissante de la base au sommet; dans ceux où la sécheresse et l'humidité alternent fréquemment, on voit les mérithalles allongés succéder à de courts mérithalles, qui sont l'histoire des alternatives éprouvées par la végétation.

444. Nous avons indiqué ailleurs [191-209] les moyens à employer pour se procurer l'eau d'irrigation, et ceux de s'en servir; nous ne pouvons ici que nous référer à ce que nous avons déjà dit.

§ 2. — Diminution de l'humidité du sol.

445. Nous avons dit [423] qu'un sol était *sec* quand, à 33 centimètres de profondeur, il ne conservait pas au moins le dixième de son poids d'eau; qu'il était *frais* quand, à la même profondeur, il en contient du sixième au cinquième, et qu'au-dessus de cette quantité il était

réputé *humide*. Nous avons vu, de plus, que cette humidité provenait de trois causes : des eaux pluviales, des eaux qui filtrent lentement des terrains supérieurs entre les couches du sol, des eaux qui jaillissent à la manière des sources [398].

446. Si le sol est filtrant, les eaux des pluies seules ne pourraient le rendre humide que pour peu de temps. Ainsi, à Paris, la quantité d'eau qui tombe pendant le mois de juin (un des plus pluvieux de l'année), étant pour chaque groupe de trois jours pluvieux de 14 mm. 3 d'eau (1), l'hygroscopicité de la terre ne fût-elle que celle du sable siliceux (25 pour 100), un sol de 57 millimètres d'épaisseur l'absorberait immédiatement. Avec un sol perméable, l'eau ne saurait se maintenir à la surface de la terre dans les pays même les plus pluvieux, à moins que l'épaisseur du sol ne se réduisît à quelques millimètres sur un sous-sol imperméable.

447. Mais si le sol et le sous-sol ne sont pas filtrants ou s'ils le sont très-peu, si, par exemple, ils sont formés d'argile plastique, ou d'argile téglulaire mélangée de chaux ou de sable, tellement que l'eau n'ait pas le temps de les pénétrer entre deux groupes de jours de pluie; alors l'eau s'accumule sur la surface du sol qui est noyée si c'est le sol qui est imperméable, ou sur le sous-sol si c'est ce dernier qui est imperméable; dans ce dernier cas, elle revient du sous-sol dans le sol par capillarité et entretient celui-ci dans un état plus ou moins grand d'humidité jusqu'à ce qu'il en soit tiré par l'évapora-

(f) *Cours d'agriculture*, t. II, p. 305.

tion. S'il en est ainsi d'un terrain plat, à plus forte raison cela arrive-t-il si le terrain est concave et que les eaux des terrains environnants s'y réunissent. Cela fait bien concevoir l'état de ces terres concaves à sol perméable, et qui cependant, par le peu de perméabilité du sous-sol, sont à l'état de boue liquide une partie de l'année. Le jaillissement d'une source au milieu d'un champ, en s'épanchant sur un sous-sol imperméable produit le même effet.

448. Des remèdes doivent être appliqués aux terrains pour les débarrasser de leur humidité quand ils présentent les caractères suivants : 1^o quand l'eau séjourne dans le sillon quelques heures après la pluie; 2^o quand le sol ne peut supporter le poids des hommes et des animaux, un ou deux jours après la pluie. Cet état est causé par le défaut de perméabilité du sol et du sous-sol à peu de profondeur sur le sol perméable.

449. Ces remèdes sont de plusieurs natures : 1^o on peut détourner les filtrations par des fossés d'enceinte destinés à recevoir l'eau qui s'écoule des terrains supérieurs, et à la conduire hors du champ; 2^o si une partie du terrain est habituellement humide, même dans la saison chaude, si la croissance de joncs et d'autres plantes aquatiques y indique la présence d'une source, il faut creuser à cette place, rassembler les eaux de la source et les évacuer par un fossé couvert ou découvert.

450. Mais ces moyens ne suffisent pas toujours. L'humidité peut affluer sur le sol par la pression exercée sur elle par l'eau réunie à un niveau supérieur; elle peut remonter par capillarité, s'il existe un réservoir ou cours

d'eau au-dessous du sol ou du sous-sol. On a vu [414] que les argiles, si peu perméables, ont cependant une capillarité très-marquée, et que l'argile plastique à creusets elle-même, qui est complètement imperméable, se laisse pénétrer par ascension capillaire. Ainsi d'un côté, appel constant de l'eau de bas en haut et absence de perméabilité qui lui permette de redescendre. L'eau venant des terrains supérieurs pénètre à travers des couches profondes, échappe aux fossés d'enceinte, revient à la surface par capillarité ou par pression et entretient le terrain dans un état constant d'humidité.

451. Le plus souvent il suffit d'un labour profond pour dessécher les terres humides. Ce labour, en brisant le sous-sol et rompant la continuité de ses pores, lui enlève sa capillarité; ainsi plus d'ascension d'eau des couches inférieures. D'un autre côté, en le criblant de lacunes, le labour rend le sous-sol perméable et permet à l'eau supérieure de descendre dans les couches profondes. Ce double effet est infailible et nous avons vu les terrains les plus humides desséchés par cette opération. En outre, elle ouvre aux racines un chemin pour s'étendre et aller chercher, dans un plus grand cube de terre, à l'abri de l'évaporation superficielle, l'eau et les principes de fertilité qui y sont disséminés. Les labours profonds de 60 centimètres à 1 mètre, nécessités pour la culture de la garance, ont décuplé la valeur des terres paludéennes du département de Vaucluse (1).

(1) *Cours d'agriculture*, t. I p. 46.

452. Mais peu d'années après le défoncement, les couches inférieures soulevées reprennent leur assiette par leur propre poids et celui des animaux et des instruments qui foulent le sol; les lacunes se combleront par les limons entraînés par les eaux, et l'imperméabilité reparait. Il faut donc que les défoncements soient renouvelés de temps en temps. L'expérience nous a prouvé qu'il suffirait qu'ils eussent lieu tous les douze ans. Ils ont l'inconvénient d'enterrer les engrais, de faire pénétrer leurs sucs assez avant dans la terre, et, par conséquent, d'exiger une plus grande masse de fumier pour mettre le sol dans un état avancé de fertilité; mais d'un autre côté, et c'est ce qui arrive souvent, ils renouvellent la fécondité du sol, en ramenant à la surface des couches riches que les cultures annuelles n'ont pas épuisées. Cependant, comme ce sont des travaux coûteux, qui peuvent bien être faits une fois pour défricher un terrain, mais dont les répétitions sont onéreuses, on ne peut en faire un usage habituel que dans les lieux où ils sont payés par des récoltes-racines qui végètent profondément. Dans ceux où, par la nature des plantes cultivées, la végétation se passe dans les couches superficielles du sol, on a dû chercher les moyens de se débarrasser de l'humidité d'une manière permanente.

453. Si l'on remplit un grand flacon de verre avec de la terre sursaturée d'humidité, et que l'on ouvre une issue, à travers le verre, sur un des côtés du flacon, à moitié de sa hauteur, par exemple, voici ce qui arrive: toute l'eau surabondante, celle qui dépasse le pouvoir

hygroscopique de la terre [404] s'écoule depuis le sommet jusqu'au niveau de l'ouverture ; puis l'eau qui remonte du fond par capillarité pour venir là remplacer, finit également par s'écouler, puisque la terre ne peut absorber au delà de sa capacité hygroscopique. Ainsi, non-seulement la partie supérieure à l'ouverture se trouve réduite à cette quantité, mais la portion inférieure elle-même tend à revenir à son point de saturation. Les choses ne restent pas longtemps en cet état. La surface de la terre se dessèche par évaporation, jusqu'à une certaine profondeur ; elle se dessèche aussi intérieurement par l'effet de la circulation de l'air qui rentre par l'ouverture pour remplacer l'eau ; ainsi le flacon présente trois états distincts : 1^o la partie supérieure qui est tombée au-dessous de son degré d'humidité hygroscopique ; 2^o la partie intermédiaire, jusqu'au niveau de l'issue, qui est réduite à son humidité hygroscopique ; 3^o la partie au-dessous de l'issue qui a conservé encore une humidité surabondante, qu'elle tend à perdre par son ascension capillaire dans les couches supérieures plus sèches. Si l'issue était ouverte au fond du vase, ce troisième état n'existerait pas, et il n'y aurait plus que la partie supérieure où l'évaporation enlèverait l'eau plus vite que la capillarité ne pourrait la lui rendre, et la partie inférieure qui, par l'effet de l'écoulement, aurait été réduite à son eau hygroscopique. On conçoit que plus l'issue sera profonde et plus l'évaporation l'emportera sur la capillarité, et plus la couche relativement sèche sera épaisse [413]. Ces différents états s'observent facilement en se ser-

vant d'une terre calcaire ferrugineuse dont la couleur blanche, quand elle est sèche, noircit graduellement à mesure qu'elle devient plus humide.

454. Si, de même, on ouvre un fossé dans une terre qui vient d'être inondée, on verra l'eau couler par la tranche de ce fossé. Le sol adjacent perdra son eau surabondante jusqu'au niveau de son fond, et la partie supérieure se desséchera graduellement par l'évaporation. L'eau s'écoule de la tranche parce qu'elle trouve moins de résistance à cette filtration latérale, qu'elle n'en trouverait à filtrer verticalement à travers un terrain déjà humide. Mais, pendant son trajet, elle se trouve appelée vers le haut par l'action capillaire qu'exercent sur elle les terres déjà desséchées par l'évaporation. Cet obstacle à sa marche latérale croît en raison de la distance qu'elle a à parcourir. Il y a donc un point où l'eau ne peut plus parvenir au fossé, mais a été entièrement absorbée pour rendre de l'humidité aux couches supérieures. C'est ce point qu'il faut trouver pour connaître à quelle distance on devra ouvrir un nouveau fossé parallèle au premier, pour que l'écoulement de l'eau intérieure puisse continuer.

455. Dès les temps les plus anciens, des observations pareilles ont suggéré l'idée de faire égoutter les eaux qui imprègnent le sol au moyen de fréquents fossés parallèles ayant un écoulement. On voit partout des terrains humides traités de cette manière et préservés de l'humidité surabondante.

456. On s'aperçut cependant que ces fossés occu-
paient une partie notable de la surface des terrains;

qu'en outre ils gênaient les labours par leur rapprochement. On fut ainsi conduit à les recouvrir en ménageant dans leur fond un espace ouvert où les eaux pussent s'écouler. Ces conduits souterrains furent pratiqués soit en comblant la partie inférieure du fossé de pierrailles qui laissaient un vide entre elles; soit en la garnissant de fagots ou de fascines, qui jusqu'à leur entière pourriture soutenaient les terres et créaient un passage pour les eaux; ou en y pratiquant un canal formé de pierres plates verticales soutenant un plafond de pareilles pierres; ou enfin en le garnissant de tuiles creuses faisant voûte, etc. Tous ces procédés ont été pratiqués ou décrits par les auteurs anciens (1).

457. Ils présentaient cependant assez de difficultés et exigeaient d'assez grandes dépenses pour que leur usage ne s'étendit par beaucoup. En effet, on déplaçait un trop grand cube de terre; avec les outils ordinaires dont on disposait, les ouvriers auraient trouvé trop pénible de ne pas se mettre au large; et d'ailleurs, pour placer des constructions au fond de la tranchée, il fallait laisser la place aux accotements; enfin, ces constructions et le transport d'une grande masse de cailloux étaient très-coûteux; aussi ne pratiquait-on une telle opération que chez les propriétaires riches et soigneux.

458. L'invention anglaise, qui a pris le nom de *drainage*, consiste précisément à supprimer ces obstacles en

(1) Columelle, lib. I, cap. 4; Olivier de Serres, liv. II, chap. 4.

faisant des fossés de moindre dimension, et en formant le canal souterrain au moyen de tuyaux de poterie. On a observé qu'il suffisait d'un tuyau de 30 millimètres de diamètre intérieur pour ouvrir un passage souterrain capable de recevoir les eaux qui s'écoulent du prisme de terre compris entre deux fosses, et en les faisant aboutir à des tuyaux collecteurs de 75 millimètres de diamètre. Le plafond du fossé peut donc n'avoir que 1 décimètre de largeur, et cette largeur est insuffisante pour placer les pieds des ouvriers l'un devant l'autre, et pour y loger les tuyaux. Ainsi, en adoptant la profondeur de 1 mètre à 1^m.50 pour les tranchées (drains), en leur donnant 40 centimètres d'ouverture au sommet, on a une surface transversale de 0^m.24, et sur 1 mètre de longueur $\frac{1}{4}$ de mètre cube de terre à enlever. Quelle différence entre ces dimensions et les énormes ouvertures des anciens fossés! Mais aussi il a fallu employer de nouveaux outils pour travailler dans les tranchées si étroites. Au fond de ces tranchées sont placés bout à bout, sans s'emboîter, des tuyaux de la longueur de 33 centimètres. L'eau pénètre dans les tuyaux par les intervalles qui les séparent, quelque bien qu'ils soient juxtaposés. C'est l'issue que nous avons pratiquée au fond de notre flacon d'expérience [452], et qui en remplit parfaitement le rôle. Il n'entre pas dans notre plan de donner les détails de l'opération du drainage, que l'on trouvera décrits par des auteurs qui s'en sont occupés spécialement (1).

(1) Barral, t. II de la 2^e édition du *Traité de drainage*.

459. Quand le niveau où doivent aboutir les eaux d'écoulement est trop élevé, il n'est pas possible de creuser des tranchées de 1 mètre à 1^m.50, et il faut bien se résigner à leur donner moins de profondeur. Alors la couche de terre qui reste humide se trouve plus près de la surface et l'abreuve plus facilement par capillarité. Il faut donc faciliter l'écoulement en rapprochant les tranchées [454]. Les faits que nous possédons ne peuvent servir de base à une théorie. Nous trouvons bien qu'en général, dans les terrains argileux, il suffit de tranchées de 1^m.10 de profondeur, distantes de 8 mètres; mais on nous cite aussi des exemples de distances de 100 mètres avec une profondeur de 2^m.26 (1). La nature du terrain traversé doit avoir une grande influence sur ces résultats. Ainsi, dans les argiles plastiques, il n'y aura pas d'écoulement, ils ne se dessèchent que par l'évaporation de leur surface et de l'intérieur. Nous avons vu des drainages produire leurs effets sans aucun écoulement par les tuyaux. Mais la plupart des argiles sont loin d'être imperméables; elles sont mêlées le plus souvent de silice et de calcaire et elles sont d'ailleurs sujettes à se crevasser [407]. Les tranchées traversent dans leur marche des couches de nature très-différente; creusées ici dans l'argile pure, elles traversent plus loin des masses sablonneuses ou des tas de graviers.

460. S'appuyant sur cette grande variété des couches

(*) Barral, *drainage des terres arables*, 1^{re} édition, p. 756 et suiv.

intérieures de la terre, M. Trimmer et lord Berners veulent que l'on ouvre dans les différentes parties du champ des fosses de 0^m. 60 de largeur sur 1^m. 20 de longueur et 1^m. 20 à 1^m. 50 de profondeur. Si les unes sont remplies d'eau tandis que d'autres seront vides, on en conclura que les premières sont placées dans des espaces formés par des terres imperméables, tandis que les autres répondent à des couches perméables. Il ne s'agirait alors que de combiner les travaux en partant des parties du terrain imperméable, pour les faire aboutir aux parties perméables, où les eaux seront absorbées (1). Ce qui simplifie beaucoup le tracé du drainage et les travaux qu'il nécessite.

461. Mais il arrivera plus souvent, surtout dans les pays en plaine, que les terrains seront formés des mêmes couches et d'un sous-sol imperméable. Alors, pour déterminer la distance à donner aux tranchées, on ouvrira une tranchée qui ait un écoulement, et de la profondeur que l'on se propose de donner à celle de l'opération définitive. On creuse ensuite, à droite et à gauche et perpendiculairement à l'axe de la tranchée, écartés l'un de l'autre de 40 à 50 centimètres, une série de trous de sonde. Deux jours après la fin des grandes pluies, ou deux jours après leur percement dans les terrains habituellement humides, on mesure la profondeur où l'eau est descendue dans ces trous. L'écartement des tranchées devra être le double de la distance de

(1) *Journal d'agriculture pratique*, mars 1856, p. 277 et suiv.

la tranchée d'essai au trou où l'eau ne sera pas descendue à 50 centimètres au moins. Cette expérience doit être tentée à la fois dans diverses parties du champ.

462. Un point non moins important, c'est la direction que doivent avoir les tranchées. En général, on ouvre un fossé collecteur dans la direction de la plus grande pente, et l'on y fait aboutir obliquement les tranchées secondaires, parallèles entre elles, de sorte que chaque fossé collecteur est accompagné d'une série de tranchées parallèles, écartées comme on l'a déterminé par l'expérience d'essai (461), ce qui forme une sorte d'arête de poisson sur le plan du terrain; chacun des plans diversement inclinés et orientés du terrain auront leur fossé collecteur.

463. L'air extérieur pénètre dans le terrain par les tuyaux, en remplaçant l'eau qui s'écoule. Sous son influence et sous celle de l'augmentation de chaleur, la fermentation s'établit dans les matières organiques que contient le sol; de sorte qu'une terre qui dans son état d'humidité paraissait infertile, se montre féconde par la formation de l'ammoniaque qui imprègne le terrain et s'écoule à la surface, où il peut être absorbé par les plantes. De plus, cet ammoniaque se transforme aussi en acide azotique et produit des azotates, comme le prouvent les analyses des eaux de drainage, effectuées par M. Barral [137, 140]. Enfin, l'oxygène de l'air qui pénètre par les tuyaux filtrant à travers les terres humides, poreuses et alcalines, se transforme en acide azotique, d'après les expériences de M. Cloës [*Appen-*

dice, n° 12]. Ces azotates ainsi entraînés hors du terrain par les eaux qui s'écoulent constituent sans doute une perte, mais une perte seulement partielle de substances qui étaient inertes avant le drainage. Cette opération les crée, pour ainsi dire, à condition qu'elle entrera en partage avec le terrain. Ce fait est d'ailleurs un enseignement pour restreindre le drainage aux cas où le défoncement serait insuffisant ou trop coûteux, et pour n'en pas faire une règle applicable indifféremment à toutes les terres humides. L'engouement se mêle trop souvent à toutes les pratiques nouvelles, et nous avons vu non-seulement des terrains qu'un défoncement de 40 centimètres aurait desséchés, mais encore des terres, qui n'étaient humides qu'accidentellement, stérilisées par cette opération qui leur enlevait toute l'humidité nécessaire pour l'alimentation des herbages pendant l'été.

464. Quand, dans les terrains inondés, le niveau de l'eau approche de la superficie et que l'on n'a pas la pente nécessaire pour l'écoulement, on peut y remédier en dédoublant le terrain. Cette opération consiste à creuser de larges fossés dont on rejette la terre sur des planches intermédiaires. La largeur des fossés et leur profondeur doivent être réglées relativement à la largeur des planches, de manière à pouvoir exhausser celles-ci de la quantité nécessaire. Ainsi, les fossés ayant une largeur égale à celle des planches, si on les creuse d'un mètre, on exhaussera les planches d'un mètre au-dessus du niveau de l'eau qui effleurerait la surface. Nous avons vu pratiquer cette opération avec beaucoup de succès

dans les marais qui bordent le Rhône entre Saint-Maurice et Martigny-en-Valais.

465. Les opérations qui mettent à sec les étangs, les lacs, au moyen de canaux ou de machines, appartiennent à un ordre de travaux qui doivent être dirigés par des ingénieurs.

CHAPITRE VII.

TÉNACITÉ DU SOL.

466. La ténacité ou cohésion des terres est cette propriété qui fait adhérer leurs particules entre elles, de manière à exiger une force plus ou moins grande pour les séparer. On a appelé ténacité normale celle que les terres offrent quand elles ont été mouillées, puis pressées, corroyées et séchées; on la mesure en soumettant les corps qui en résultent à une pression ou à un choc. A cet effet, on moule ordinairement la terre à essayer sous la forme d'un prisme, que l'on fait porter sur deux points d'appui; on place ensuite un poids à égale distance de ces deux points. Le poids qui occasionne la rupture, comparé à la surface de rupture, indique la ténacité de la terre (1). Dans les expériences de Schübler, la surface de rupture serait de 225 millimètres

(1) *Cours d'agriculture*, t. 1, p. 144 et suiv.

carrés. C'est ainsi que l'on a trouvé les chiffres suivants pour la ténacité de différentes terres :

Sable siliceux.	0k.00
Sable calcaire.	0k.00
Terre calcaire fine.	1k.00
Gypse.	1k.33
Argile pure.	18k.22

467. Mais, dans la nature, cette ténacité est très-variable. Après avoir été pulvérisé, le terrain se tasse par la pression, par la chute de la pluie, par la simple humectation, qui ramène ses particules au contact et augmente leurs ténacité après la dessiccation. La ténacité diminue dans toutes les terres quand l'eau s'interpose entre leur particules. Les gelées, en augmentant le volume de l'eau interposée, sépare aussi ces particules, qui ne peuvent se rejoindre au dégel. L'humidité communique de la ténacité au sable par la cohésion de l'eau avec les grains de sable et l'union qu'elle crée entre eux.

468. Il arrive aussi que la gelée, pénétrant peu profondément, sépare le sol du sous-sol, soulève toutes les couches supérieures avec les plantes qui y sont enracinées; celles-ci, retombant au dégel avec le sol réduit en poussière, se trouvent privées de leur support et de leur communication avec le réservoir inférieur. Dans les terrains calcaires, la pulvérisation du sol est quelquefois telle, que les vents le soulèvent et l'emportent.

469. Au milieu de tant de causes de variation, ce qui importe à l'agriculteur, c'est moins de connaître la té-

nacité normale du sol que la résistance actuelle qu'il opposera aux instruments; c'est ce que l'on obtient au moyen de la *bêche dynamométrique* (1). La quantité de l'enfoncement en terre, comparée à la largeur de la bêche et à son poids, nous donne la résistance du sol à la pénétration. Soit une bêche pesant 2^k.75 et ayant 0^m.450 de largeur; admettons que la profondeur dont elle s'enfonce soit 0^m.050. Si 2^k.75 ouvrent la terre à 50 millimètres de profondeur sur une largeur de 150 millimètres, il faudra 18^k.33 pour l'ouvrir sur la largeur de 1 mètre à la même profondeur, et 366^k.6 pour l'ouvrir à la profondeur de 1 mètre. Reportons maintenant dans le sens horizontal ce que nous avons effectué dans le sens vertical, et nous aurons 733^k.2 pour séparer un mètre cube de son voisin et du sol inférieur. Ainsi, connaissant le poids P de la bêche dynamométrique, sa largeur L, la quantité C dont elle s'enfonce dans le sol, nous obtiendrons la résistance qu'offre un mètre cube de terre à sa séparation par la formule $\frac{2P}{L \times C}$. Pour les instruments qui, comme les charrues, font l'ouvrage en plusieurs fois, séparant à chaque retour la terre d'un sillon de la terre voisine, il faut multiplier $\frac{P}{L \times C}$ non plus par 2, mais par le quotient de 1 mètre par la largeur de chaque sillon augmenté d'une unité. Ainsi le sillon ayant 200 millimètres de largeur, nous aurons pour la résistance nécessaire pour séparer 1 mètre cube de terre $\frac{P}{L \times C} \times \left(\frac{1}{0.2} + 1 \right)$, ce qui, dans le cas

(1) C'est un fer de bêche que l'on fait tomber verticalement de 1 mètre de hauteur.

indiqué ci-dessus, nous donnera $\frac{2^k \cdot 75}{0.15 \times 0.05} \times 6 = 2,199^k,6$. Mais ce dernier calcul n'est pas applicable, s'il ne s'agit que d'apprécier une seule raie de charrue ; il faut alors se reporter à la première formule. Par ces deux déterminations, on a la valeur approximative de la résistance de la terre à la pénétration ; mais quand, en outre, il s'agit de la soulever, comme dans le travail de la charrue, il faut ajouter aux chiffres que donnent les formules le poids de la terre multiplié par la hauteur à laquelle on l'élève exprimée en mètres. Ainsi dans le labour d'un sol tel que nous venons de l'indiquer plus haut, creusé à la profondeur de 25 centimètres, nous soulevons le prisme de la terre par un de ses angles pour lui faire faire ce genre de conversion ; c'est-à-dire que nous élevons la moitié du poids de la terre à 25 centimètres. Sur la terre pesant 1, 400 kilogrammes le mètre cube, nous aurons $700 \times 0.25 = 175$, qu'il faudra multiplier par 5 pour avoir cette partie de travail, et le mètre cube de terre aura occasionné la dépense de force suivante : $2,199.6 + 875 = 3, 074^k,6$. Ces chiffres approchés ne peuvent avoir l'exactitude des calculs détaillés que nous avons donnés dans le *Cours d'agriculture* (1).

570. Nous ferons remarquer que les terres les plus tenaces sont celles qui conservent le plus l'humidité, parce qu'elles laissent circuler moins aisément l'air, agent de l'évaporation. Il s'ensuit d'abord que les plantes éprouvant plus de résistance à pénétrer dans ces ter-

(1) T. III. p. 172 et suiv.

rains, leurs racines s'y enfoncent moins et ont moins besoin de s'y enfoncer pour y trouver la dose d'humidité nécessaire et ne pas être privées du contact de l'air dont le renouvellement est si utile à la végétation; que d'ailleurs, à cette petite profondeur, elles trouvent tout l'appui nécessaire contre les vents. Il s'ensuit aussi que les plantes s'enracinent plus profondément dans les sols peu tenaces, où les racines trouvent moins de résistance, et où elles ne rencontrent l'humidité qu'à une plus grande profondeur, tout en conservant le contact de l'air, qui y circule plus librement, et en acquérant la stabilité qu'un appui moins ferme ne leur offrirait pas aussi près de la surface.

471. Il arrivera ensuite que les pluies tassant le sol, les plantes se trouveront serrées ou collées dans les terres trop tenaces, que leurs racines manqueront d'air, tandis que dans les terres légères la sécheresse pénétrera plus facilement à la profondeur où les racines se seront établies. Il y a des terres calcaires qui deviennent tellement pulvérulentes par la sécheresse, que l'air y circule trop facilement et qu'il faut des soins agricoles particuliers pour que la végétation y prospère.

472. Telles sont les principales propriétés des terres considérées sous le rapport de la ténacité : mais l'agriculteur doit aussi tenir grand compte de la résistance qu'elles opposent à ses instruments, résistance qui rend ses travaux plus ou moins difficiles, et qui peut accroître ou diminuer d'une manière notable les frais de ses cultures. Une terre sableuse, où la bêche s'enfonce de 60 millimètres, coûtera moitié moins de travail que celle

où elle ne s'enfonce que de 30 millimètres. Le cultivateur champenois laboure dans la craie des espaces immenses, et là où, sur des terrains argileux, il serait obligé de se restreindre à des surfaces beaucoup moindres. On conçoit combien il importe d'étudier les circonscriptions où les terrains ont la moindre ténacité, pour distribuer en conséquence les travaux de l'année, dans les saisons où ils seraient le moins pénibles.

CHAPITRE VIII.

Moyens de modifier la cohésion du sol.

473. Le terrain que l'on veut cultiver peut être trop tenace ou trop meuble. Les moyens que l'on emploie pour modifier ces qualités sont permanents ou passagers.

§ I. — **Moyens permanents.**

474. Quand il s'agit d'un amendement permanent du terrain, l'idée la plus simple, celle qui vient la première, c'est d'y transporter et d'y mêler une dose suffisante d'une nature de terre qui ait des qualités opposées. Sur la terre compacte, on transporterait des menus graviers, des sables, des marnes. On pourrait même couvrir entièrement le sol d'une couche de terre qui eût les qualités que l'on désire. On voit quelquefois exécuter de tels travaux pour un jardin de luxe, pour un champ voisin de l'habitation et qui doit contribuer à son ornement; de petits propriétaires les entreprennent sur leurs champs

à temps perdu et sans en calculer les dépenses. Ce serait se faire une fausse idée de l'opération que de prétendre l'appliquer à un domaine entier avec les moyens de transport ordinaires. Il y a d'ailleurs d'autres difficultés qui rendent l'opération aussi difficile qu'elle est coûteuse.

475. Si l'on marne une terre argileuse, sa compacité ne permettra pas à la marne, devenue pulvérulente, de s'introduire entre ses particules. Cette poussière tombe dans les cavités produites par la culture et y forme des nids, utiles sans doute à l'alimentation des végétaux, mais qui ne sauraient avoir de l'effet sur la ténacité du sol que si la dose de marne était assez abondante pour constituer le quart ou le tiers de la couche arable. Or, la terre pesant par supposition 1,400 kilogrammes le mètre cube, on a pour le poids d'une tranche de 0^m.30 d'épaisseur 420 kilogrammes, ce qui nécessiterait 105 kilogrammes de marne par mètre cube et 1,050,000 kilogrammes par hectare. Si la marne se trouve à une distance de 1 kilomètre seulement, ce sera une dépense de 5,000 francs au minimum.

476. Si l'on se sert de sable pour ameublir l'argile, à mesure que l'on ouvre des sillons, les eaux pluviales y transportent du sable qui à chaque labour tend à s'enfoncer de plus en plus en terre, sans se mêler, molécule à molécule, avec l'argile, qui ne se divise jamais qu'en gros fragments. Le transport des menus graviers fait un meilleur effet, parce qu'ils pénètrent moins facilement dans le fond du sol et restent mêlés à la couche supérieure qu'ils ameublissent; mais il ne faut de

grandes qualités pour produire un effet sensible, et les frais d'une pareille opération ne peuvent se mettre en parallèle avec les avantages qui en découleraient. De même si l'on veut rendre plus tenace un terrain léger, l'argile que l'on y transporte s'y incorpore difficilement.

477. Le brûlement des argiles de la surface produit en partie l'effet de changer une faible couche de terrain en une matière semblable au sable et aux petits cailloux; elle a aussi celui de modifier la couleur du terrain et de le rendre plus susceptible d'absorber les rayons solaires. Une pareille opération n'est praticable que dans les lieux où le combustible est abondant et à bon marché.

478. Nous ne pouvons donc beaucoup compter, dans la pratique agricole, sur des opérations aussi exceptionnelles. On les a vantées très-souvent théoriquement, mais elles n'ont jamais été exécutées qu'en petit et quand le rapprochement des terres à mélanger permettait de le faire presque sans frais. Il n'en est plus de même si l'on possède une force gratuite qui transporte la matière à déposer. Or, c'est ce que l'on obtient par le moyen de rivières et de canaux dont les eaux sont troubles, ou que l'on rend troubles artificiellement en y jetant la terre prise sur leurs bords. On appelle cette opération *colmatage* (comblement), d'un mot emprunté à l'italien.

479. Pour faire une colmate, il faut donc pouvoir disposer d'un cours d'eau qui charrie une quantité notable de matières en suspension. Les canaux d'irriga-

tion sont d'autant plus propres à cette destination qu'on emploie leurs eaux d'hiver, toujours plus troubles, et qui ne servent pas dans cette saison à l'arrosement des terres. Il faut d'abord s'assurer de la quantité de limon que l'on peut en obtenir par 1000, mètres cubes d'eau. Le Rhône n'a, en moyenne, que 1 mètre cube de limon d'eau; les eaux de la Seine, 0^{mc}.14; en novembre, après plusieurs jours de pluie, le Rhin contient à Bonn 5^{mc}.7 de limon; le Gange, 6^{mc}.6; le Nil, à Kenné, pendant l'inondation, 13 mètres cubes de limon. D'après l'énoncé de ces quantités, on s'étonne que la vallée du Nil ne s'exhausse que de 0^m.138 par siècle, et celle du Gange, dans une proportion à peu près semblable : c'est que, dans ce cas, les dépôts se font à eau courante.

480. Il en est tout autrement quand on arrête l'eau et qu'on ne lui laisse plus qu'un mouvement lent d'écoulement. La Durance paraît contenir, pendant ses troubles, 26 kilogrammes de limon par mètre cube d'eau, ou 21^{mc}.7 par 1,000 mètres cubes d'eau. On divise le terrain que l'on veut colmater par de petites chaussées de terre de 70 centimètres de hauteur; on le partage ensuite intérieurement en pièces de plus en plus petites, à mesure que l'on s'éloigne du point de l'entrée de l'eau, et par des chaussées qui diminuent successivement de 10 centimètres de hauteur. L'eau, parvenue dans la première division, la remplit et puis se déverse dans la seconde, en passant par-dessus la première chaussée; elle s'écoule au-dessus de la deuxième chaussée, après avoir rempli la deuxième division pour se déverser dans la

troisième division, et successivement d'une division à l'autre. Quand la première division a reçu 50 centimètres de limon, on en détourne l'eau, et c'est la deuxième division qui devient la tête du colmatage. C'est par un semblable procédé que M. Thomas aîné, d'Avignon, crée chaque année trois hectares de bonne terre avec un canal dérivant de la Durance, qui a un débit de 400^{mc} par seconde, et en opérant pendant quatre mois. Ces terrains, de la valeur première de 1,200 francs l'hectare, acquièrent celle de 7,000 francs (1). Nous avons parlé de cette opération d'un de nos compatriotes, parce que nous avons ses chiffres sous les yeux; mais celle qui a rendu le val de Chiana, en Toscane, à la fertilité et à la salubrité, est une étude que l'on fera avec profit dans l'ouvrage spécial de Fossoubrone.

481. On s'est servi aussi des eaux pluviales pour niveler le fond des vallées en régularisant les pentes des collines des environs de Siéne. On réunit ces eaux à mesure de leur chute dans des réservoirs, ensuite on les dirige contre la base des saillants qu'elles doivent saper; on les charge à la pelle de matières terrestres et on les conduit au lieu où elles doivent déposer leur fardeau (2).

482. Aux environs de Salerne, en Provence, on creuse une succession de fosses, dans lesquelles on fait entrer

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1850, 2^e semestre, p. 472 et suiv.
Mémoire de M. Conte.

(2) Giomel. *Agrono di Toscani*, 1828. *Annales administratives de l'agriculture*, t. I, p. 30.

les eaux troubles de la Durance, et chaque année on vide les dépôts qui s'y forment pour les transporter sur les champs (1).

§ 2. — Moyens passagers périodiques pour vaincre la cohésion.

483. Nous allons maintenant parler des moyens de vaincre la cohésion des particules du sol, qui n'agissent que passagèrement et doivent être renouvelés. Le premier de ces moyens est l'emploi de l'eau qui, versée sur le terrain, se glisse entre ses particules, rompt leur cohésion, dégage les racines et les tiges de la pression que cette cohésion exerçait, et permet aux instruments de pénétrer dans un sol que son dessèchement rendait inattaquable à leur action. Dans les pays méridionaux, on se sert fréquemment de ce moyen pour effectuer des labours d'été, soit quand on veut défricher des prairies temporaires, soit s'il s'agit d'arracher des racines comme celles de la garance, soit enfin pour préparer la terre à un ensemencement immédiat d'une récolte dérobée (récolte qui suit la moisson). Comme la couche superficielle est alors saturée d'eau, il faut attendre un jour ou deux après l'inondation pour qu'elle soit ramenée à l'humidité normale de 15 pour 100 de son poids d'eau avant de commencer les labours.

(1) Belleval, *Annales de l'agriculture*. 2^e série, t. XIV, p. 261.

484. Le feu est un autre moyen de diminuer la ténacité du sol. Quand la chaleur de l'été a desséché le terrain, c'est la couche superficielle qui est la plus durcie; or, si, après la moisson, on incendie les chaumes chargés de mauvaises herbes, cette surface se pulvérise, et l'on peut y exécuter des labours qui auparavant étaient impossibles. Quand on veut faire cette opération, il est bon de couper le chaume un peu haut.

485. Vient ensuite l'emploi des forces mécaniques. Pour ameublir le sol, c'est-à-dire pour le pulvériser jusqu'à un certain point, on peut procéder de plusieurs manières : 1^o couper le sol par tranches verticales, c'est ce que l'on fait au moyen d'un coutre (*culter*, couteau); plusieurs coutres réunis sur un même bâtis produisent les scarificateurs; 2^o couper le sol en tranches horizontales qui détachent la couche supérieure de l'inférieure; le soc, couteau dirigé horizontalement, sert à opérer cette section; plusieurs socs attachés au même bâtis prennent le nom d'extirpateurs; 3^o soulever la terre et la retourner, ce qui s'effectue par le moyen d'un plan incliné qui glisse sous les couches déjà détachées du fond, les élève par sa progression en avant, c'est ce qu'on appelle le versoir, qui, adapté seul ou par paire à une monture, donne le butoir; les trois organes, coutre, soc, versoir, réunis à la fois sur le même bâtis, constituent la charrue, soulevant et formant la terre en longs prismes qui prennent le nom de guérets; 4^o faire pénétrer verticalement dans la terre un instrument tranchant, soit par pression, soit par impulsion, puis le faire basculer en agissant comme sur un bras de levier,

et en détachant un prisme de terre d'une longueur à peu près égale à sa largeur, que l'on appelle motte ; c'est ce qui s'opère par le moyen de la bêche, qui porte la motte en avant, l'ouvrier travaillant en reculant, ou par le moyen de la pioche et de la houe; qui porte la motte en arrière, l'ouvrier travaillant en avançant sur son travail ; on a imaginé des instruments qui réunissent plusieurs bêches sur le même bâtis, ce qui a donné la défonceuse de Guibal, de Castres, et la machine à défoncer de Barrat ; 5^o enfin on peut, par la pression, écraser et pulvériser les guérets et les mottes; c'est ce que l'on fait au moyen de la masse ou des cylindres pesants (rouleaux). C'est à la mécanique agricole à faire connaître en détail ces divers instruments, et à calculer la force qu'ils exigent et la perte qu'ils font subir à cette force (1).

486. De ces différents instruments, les uns, la bêche, la pioche, la houe, sont des instruments à mains mis en mouvement par des hommes; les autres sont des instruments qui exigent une force supérieure à celle de l'homme et qui sont mus par les animaux, par la vapeur, etc. La cherté relative de la main-d'œuvre a banni les premiers des grandes exploitations, excepté pour certains travaux exceptionnels qui demandent l'application de moyens variables à chaque instant et qui veulent être conduits avec le concours constant de l'intelligence, comme la culture entre les lignes serrées.

(1) *Cours d'agriculture*, t. III.

de plantes, les transplantations, les semis, l'arrachage et le triage des racines, le creusement de fossés profonds dans lesquels les instruments ne pourraient opérer. Les petits propriétaires qui manquent des moyens de se procurer les forces animales se servent seuls de ces instruments dans le courant de leur culture, et leur tendance est de s'en affranchir et d'adopter ceux qui sont mus par les animaux et dont l'usage est général dans la grande culture.

487. Quand on veut ameublir un terrain inculte ou négligé depuis longtemps, l'opération que l'on effectue prend le nom de défrichement. Il s'agit alors d'obtenir un ameublissement profond pour préparer aux récoltes un sol où elles puissent prospérer. Cet approfondissement du sol ou défoncement peut s'obtenir par l'ameublissement successif de haut en bas des différentes couches. On y parvient de plusieurs manières et d'abord par le travail à bras, au moyen de la pioche ou de la bêche. On creuse une tranchée de la profondeur voulue ; on ouvre ensuite, côte à côte, une seconde tranchée parallèle à la première en remblayant celle-ci par le déblai de l'autre ; c'est l'opération qu'on appelle *effondrement*, et par le moyen de laquelle on change l'ordre de superposition des couches. Ce mode, très-utile dans les pays de montagnes, où des couches pierreuses de la surface recouvrent souvent des couches de terre végétale, peut être apprécié par le prix du déblai d'un mètre cube de terre. Selon la nature plus ou moins compacte du sol, il coûte d'un demi à 1 kilogramme de froment par mètre cube.

488. S'agit-il du défrichement d'un terrain rempli de racines de plantes vivaces, on peut aussi en venir à bout par l'effondrement à la main, et souvent ce travail s'opère presque gratuitement en abandonnant les racines à l'ouvrier, dans les pays où le bois est cher. Mais, si l'on veut opérer avec la charrue, il faut donner au travail une profondeur qui atteigne le niveau où plongent les racines.

489. Si l'on veut seulement approfondir la couche arable d'un terrain qui ne présente d'autre obstacle que sa seule ténacité, on peut aussi opérer par un seul trait de charrue, comme nous venons de le dire précédemment [488]. Ces cultures profondes à la charrue exigent un fort tirage. Ainsi, pour pénétrer à 50 centimètres dans un terrain qui a 36 millimètres de ténacité à la bêche dynamométrique, on devra employer 12 chevaux qui ne labourent que 20 à 25 ares par jour. La résistance indéterminée qu'opposent les racines et les pierres exige souvent 20 à 24 chevaux ou bœufs. Dans ces travaux, on est souvent arrêté par les bris des charrues, si l'on n'a pas eu soin de se pourvoir d'instruments de rechange.

490. Le même travail se fait plus aisément en employant deux charrues qui passent consécutivement dans la même raie. Si l'on ne veut pas ramener la terre du fond à la surface, la seconde charrue n'a pas de versoir. C'est dans ce système que sont construites les charrues sous-sol. Dans ce cas aussi on peut se borner à faire passer au fond des sillons ouverts par la première charrue un fer scarificateur à plusieurs socs

duellement, au lieu de la surface supérieure seule ses six faces exposées à l'air, car la face inférieure elle-même ne repose le plus souvent sur le sous-sol que par un angle ou une arête et à l'état d'équilibre instable. Voilà ce qu'il est facile d'obtenir dans un sol tenace, soit par le travail de la bêche, le plus parfait de tous, soit par celui de la pioche ou de la charrue, dont les guérets sont cependant bien moins subdivisés que les mottes de la bêche.

494. Ce premier labour doit être donné le plus tôt possible, afin de n'être pas pressé de pulvériser les mottes par la nécessité d'un nouvel ensemencement. Dans les terres bien conduites, on le fait dès que le sol est assaisonné après la moisson. Nous disons qu'une terre est *assaisonnée* quand elle est dans cet état d'humidité moyen qui permet de la bêcher et de la labourer sans que la terre s'attache aux instruments. Si le nouvel ensemencement doit avoir lieu en automne, les guérets restent entiers pendant deux mois seulement. Quelques jours avant le semis, on passe un fort rouleau (le rouleau Crosskill par exemple), puis on donne un coup de herse, et la terre se trouve ainsi pulvérisée et préparée à recevoir la semence. Cependant, quand les herbes adventives pullulent abondamment, le coup de rouleau doit précéder de quinze à vingt jours l'époque du semis, pour donner le temps de germer aux graines de ces plantes et afin de pouvoir s'en débarrasser au moyen d'un coup de scarificateur ou d'extirpateur, selon leur nature.

495. Si le nouvel ensemencement ne doit avoir lieu

qu'au printemps suivant, on laisse le guéret entier pendant tout l'hiver. Les pluies et la gelée l'ayant pénétré et ayant rompu l'adhérence de ses parties, il tombe ordinairement en poussière de lui-même et par un simple coup de herse à la fin des grands froids. On attend ensuite la pousse des herbes adventives dont les graines mises à nu par la pulvérisation du sol sont disposées à germer. On détruit plus tard les jeunes pousses par une scarification soignée avant de confier de nouvelles semences à la terre. Si l'on fait une jachère complète, on renverse ces plantes par un nouveau labour, et l'on maintient la terre nette par des scarifications répétées à l'approche de chaque génération de ces herbes importunes.

496. Quant aux sols naturellement meubles, après un premier labour qui rompt l'adhérence de la surface, il suffira de les maintenir nets de plantes sauvages par l'emploi des scarificateurs, jusqu'à l'époque où on voudra les ensemençer de nouveau.

497. Si le terrain est gazonné ou abondamment couvert d'herbes lors du premier labour, on se sert d'une charrue qui ne creuse pas profondément, mais qui renverse complètement le gazon, de manière que la surface supérieure du gazon soit couchée au fond des sillons et que ses racines soient en l'air. On attend que les herbes soient pourries, et l'on déchire alors le guéret au moyen de vigoureux scarificateurs. C'est ce genre de travail que font les charrues anglaises ; mais en même temps et pour approfondir l'ameublissement de la terre, on les fait suivre de charrues sous-sol et de forts scarificateurs, qui

creusent les sillons jusqu'à 30 et 40 centimètres de profondeur [490].

498. C'est par l'emploi judicieux de ces différents moyens que l'on défriche les terres nouvelles et qu'on les entretient dans un état convenable d'ameublissement. Est-ce à dire que la mécanique agricole soit parvenue à sa perfection et qu'il n'y ait pas à lui demander d'autres services? Quand on voit nos meilleurs instruments exiger de 4 à 5 mille kilogrammètres de travail (1) pour trancher et élever à une petite hauteur (10 à 20 centimètres) un mètre cube de terre pesant de 1,200 à 1,400 kilogrammes et d'une ténuité exigeant 1,400 kilogrammes de force par mètre, on peut légitimement en douter. Il faut probablement tenter de nouvelles voies et ne pas rester indéfiniment dans la routine de la charrue.

§ 3. — Des forces mécaniques.

499. Pour accomplir les travaux que nous venons de décrire dans les paragraphes précédents, l'agriculteur peut disposer des mêmes forces que les autres industries mécaniques : les chutes d'eau, le vent, la vapeur la force musculaire de l'homme et des animaux.

(1) *Rapport sur l'Exposition universelle de 1855, instruments aratoires* (M. Barral, rapporteur).

500. On ne se donne pas à volonté une chute d'eau ; mais quand on la possède, elle peut être utilisée de plusieurs manières. On s'en sert, comme force motrice, pour élever les eaux d'irrigation, les engrais liquides, pour dépiquer les grains, hacher le paille, couper les racines, concasser les matières minérales, le plâtre, les phosphates, ainsi que les tourteaux. Mais cette force ne pouvant changer de place, elle ne saurait être employée à mouvoir les instruments de culture qui parcourent successivement toute l'étendue de la ferme.

501. Le vent peut servir aux mêmes usages que les chutes d'eau. Il pourrait même être appliqué à des machines mobiles que l'on disséminerait sur différents points ; mais son irrégularité ne permet pas de compter sur un travail continu, et son secours vient souvent à manquer au moment où il serait le plus nécessaire, comme, par exemple, quand on voudrait s'en servir pour élever des eaux d'irrigation dans le temps de sécheresse accompagné du calme de l'air. On ne pourrait l'employer avec sécurité à un tel usage qu'en emmagasinant l'eau dans des réservoirs spacieux qui alimenteraient au besoin des canaux d'irrigation, ou qui s'emploieraient comme force au moyen d'une chute ; mais ces réservoirs sont coûteux, si la nature n'a pas fait une partie des frais de leur enceinte (1).

502. La vapeur peut servir, comme les chutes d'eau, à faire mouvoir des machines fixes ; mais en outre, en

(1) *Cours d'agriculture*, t. III p. 13 et suiv., et t. I, p. 455.

plaçant les chaudières sur un véhicule porté par des roues, on a la machine locomobile qui peut se transporter partout où l'on en a besoin. On peut aller chercher les gerbes sur une place pour les dépiquer, les engrais pour les pulvériser, les pailles et les racines pour les hacher. C'est un grand avantage qui permet de consacrer la locomobile à l'usage de plusieurs exploitations, d'en faire une entreprise spéciale au service de tous. Les frères Barrat ont construit une piocheuse mécanique douée de beaucoup d'énergie. On a aussi essayé d'adapter la vapeur à la traction de la charrue. Au moyen d'un cabestan central, attirant à lui deux charrues des deux extrémités d'un champ, on a pu labourer, à la profondeur de 60 à 70 centimètres, 15 à 16 ares par jour, avec une force de quatre chevaux, force qui serait facilement remplacée par la vapeur [appareil de Garcin, de Lisle (Vaucluse)]. Quant aux locomobiles qui marcheraient à la tête de la charrue, elles n'auraient pas un appui suffisant sur le sol pour vaincre la résistance, à moins qu'on ne leur donnât un poids considérable qui consumerait une partie de sa force. Au reste, l'emploi de la vapeur à de pareils usages sera toujours borné. Si les quatre millions de bêtes de travail qu'il y a en France étaient représentés par trois millions de chevaux-vapeur, la consommation de la houille élèverait tellement son prix, que cette force deviendrait beaucoup trop dispendieuse. Le prix d'achat des machines diminue progressivement à mesure que le nombre de charrues qu'elles représentent devient plus considérable. Une machine à un cheval coûtera, par exemple,

le double d'un cheval vivant; dans celle à six chevaux, chaque cheval ne coûtera pas beaucoup plus que le cheval vivant. La consommation de la houille est, dans l'un des cas, d'autant plus forte relativement que la machine est plus faible.

503. Les forces vivantes diffèrent des forces animées en ce qu'il faut les entretenir même quand elles ne travaillent pas; ce n'est donc pas, comme pour la machine à vapeur, le combustible consumé pendant le travail, mais la nourriture et l'entretien de 365 jours de l'année, divisé par le nombre de jours de travail, qui constitue leur dépense : c'est ce qui fait l'avantage des forces inanimées dans les travaux souvent interrompus.

504. La force de l'homme sera la première que nous examinerons parmi les forces animées. Le travail qu'elle produit offre de grandes variations, selon les muscles qui y sont appliqués ensemble ou séparément, et surtout selon la continuité ou la discontinuité du travail. Ainsi, faites tirer l'homme par-dessus son épaule, il ne peut ni cesser son effort, car le fardeau l'entraînerait en arrière, ni le réduire, car il faut qu'il avance; alors il produit un travail mécanique de $10^k. 9$ par seconde, et en montant une hauteur, un homme du poids de 65 kilogrammes s'élève d'autant plus vite que l'effort est moins prolongé. Coulomb a observé que, montant une rampe de 30 mètres de haut, il s'élevait de $0^m.23$ par seconde; si elle avait 40 mètres, de $0^m.16$; et enfin, si la rampe avait 150 mètres, de $0^m.125$ seulement. Selon de Saussure, on s'élèverait avec une vitesse verticale de $0^m.11$ par seconde dans des ascensions de montagnes, ce qui

donne, pour l'effort expérimental continué pendant toute la journée, $7^k.48$ par seconde. S'agit-il maintenant d'élever un fardeau, l'homme chargé d'un poids plus fort que son propre poids ne s'élève plus que de $0^m.05$ dans une longue ascension. Comme l'homme emploie les six dixièmes du temps à monter et que pendant les quatre dixièmes restants il n'y a pas d'effet utile, nous avons donc $7.48 \times 0.6 = 4^k.69$, dont il faut retrancher le poids du corps multiplié par la vitesse d'ascension, et dans le cas cité $65 \times 0.05 = 3^k.25$, il reste donc $4^k.69 - 3.25 = 1^k.44$ d'effort réellement utile. Quand il s'agit de fardeaux portés à de petites hauteurs, travail sans cesse interrompu par la descente, Coulomb croit qu'on obtiendra la somme du travail produit, en multipliant 3.058 par les 0.72 du nombre de secondes employées à ce travail. Les observations faites dans les travaux publics conduisent à admettre que l'homme déblaye $15^{mc}.6$ de terre par journée de huit heures de travail. Cette quantité varie selon la hauteur du jet de la pelle; mais elle ne donne jamais plus de $48,515$ kilogrammètres par jour ou $1^{km}.69$ par seconde. Ici il y a intermittence entre chaque jet de pelle, intermittence d'autant plus prolongée que l'homme est moins surveillé et moins intéressé, car les forts ouvriers, travaillant à la tâche, déblayent jusqu'à 20 mètres cubes par jour. Au lieu du travail de déblai à la pelle, faites travailler l'homme à bêcher un terrain, comme chaque temps de travail produit un plus grand effet et que les intermittences ne sont pas plus fréquentes, la somme de travail de la journée s'élève à $88,000$ mètres cubes ou à $3^{km}.06$ par se-

conde. M. Coignet, officier du génie, a eu l'idée d'employer le poids de l'homme en faisant passer sur une poulie une corde armée de deux plateaux, dont l'un porte l'homme et l'autre le poids à soulever; arrivé en bas, l'homme remonte sur le plateau supérieur au moyen d'une échelle. On est parvenu ainsi à élever journellement le poids de leur corps (70 kilogrammes) 310 fois à la hauteur de 13 mètres, ce qui fait un travail effectif de 282,150 kilogrammètres par jour, $9^{\text{km.}}79$ par seconde (1). Nous n'entrerons pas dans des détails plus circonstanciés sur ce que peut produire la force de l'homme. On tendra de plus en plus à l'affranchir de ces travaux pénibles où l'on ne met en jeu que ses muscles. Avec l'aide des animaux, des forces inanimées et de bons instruments, son intelligence et son adresse nous seront d'une bien plus grande utilité. Il deviendra alors le complément nécessaire de ces forces qu'il est appelé à diriger.

505. Les quadrupèdes exercent leur action par un tirage horizontal; elle est généralement proportionnée à leur poids. Dans une expérience, un cheval travaillant d'une manière continue huit heures par jour, déployait une force de 55 kilogrammes avec une vitesse de $0^{\text{m.}}90$ par seconde, ce qui donnait un travail mécanique de $49^{\text{km.}}5$. Attelé à une noria, il élevait 921 mètres cubes d'eau par jour; il aurait dû en élever 1,584 mètres; il y avait donc 0.40 de force perdue. Le cheval

(1) *Cours d'agriculture*, t. III, p. 38 et suiv., et 47 et suiv.

pesant 400 kilogrammes, on voit que son travail mécanique était à son poids dans le rapport de 1 : 8, 08, ou de 12 : 100.

506. Les machines font toujours perdre une partie de la force des moteurs ou par les frottements ou par la disposition vicieuse de leurs parties qui agissent dans des directions où elles ne font aucun travail utile. Ainsi on peut donner à la force qui fait mouvoir les instruments des points où elle se perd, comme, par exemple, quand un cheval tire de trop haut et tend à soulever la voiture à laquelle il est attelé. Il ne faut donc jamais compter sur le résultat utile indiqué par l'effort sans connaître le coefficient de la perte, tel qu'il est indiqué par l'expérience. Ainsi, un cheval de 450 kilogrammes poides devrait produire un travail mécanique de 54 kilogrammètres par seconde ou 1, 556, 200 kilogrammètres par journée de 8 heures; supposons-le attelé à une charrue travaillant dans un terrain qui demanderait 112k. 5 pour pénétrer à 59 millimètres sur une largeur de 1 mètre [469]. Nous trouvons, d'après les expériences de Trappes, qu'avec certaines charrues on remuera un mètre cube de terre avec 3, 409 kilogrammes d'effort; avec d'autres charrues avec 15, 451 seulement. Si on labourait à 20 centimètres de profondeur, ou aurait à renverser 2,000 mètres cubes par hectare, ce qui exigerait avec les premières charrues 6, 818, 000 kilogrammes, et avec les secondes 30,902,000. Supposons l'hectare formant un carré de 100 mètres de longueur sur 100 mètres de largeur, les sillons ayant 20 centimètres de largeur, il y aura 500 sillons de 100 mètres

de longueur parcourus chacun en 100 secondes. Le labour entier de l'hectare pourrait donc être fait en 50,000 secondes ou 14 heures. Mais il y a un temps d'arrêt au bout de chaque sillon pour retourner la charrue qui nous donne en moyenne 72 secondes par sillon ou 46,000 secondes pour l'hectare : total 86,000 secondes ou près de 24 heures, ou trois journées de huit heures, en marchant à 1 mètre par seconde et employant utilement 35^k. 94 ou les 0. 67 de la force. Pour faire le travail avec les premières charrues, nous n'aurions besoin que de 4.39 journées d'un seul cheval ($\frac{6,818,000}{1,355,200}$) ou de 2.04 journées de deux chevaux; et avec les secondes charrues, il nous faudrait près de 20 journées d'un seul cheval ou 5 jours à quatre chevaux. Ces deux exemples montrent combien sont diverses les applications que l'on peut faire de la force d'un cheval, selon la machine que l'on emploie, la résistance que l'on a à vaincre et l'allure que pourront prendre les attelages.

507. Le cheval est capable d'un grand effort, qui surpasse de beaucoup sa force normale, quand il est arrêté par un obstacle; il le renouvelle même plusieurs fois avant d'y renoncer. Mais si ces efforts sont souvent réitérés, ils finissent par l'épuiser d'une manière très-prolongée et quelquefois très-absolue. Le mulet est moins courageux contre les obstacles imprévus, mais il est capable d'un travail plus long et plus continu; la construction convexe de son dos le rend aussi d'un excellent usage pour porter des charges. Le cheval porte sur son dos le tiers de son poids à la distance de 46 kilomètres, et la moitié à celle de 28 kilomètres. Le mu-

let et l'âne portent un quart en sus de cette quantité. Ces animaux résistent mieux à la chaleur et aux coups de soleil, qui peuvent causer de graves accidents aux chevaux; ils digèrent des aliments plus grossiers. Si le foin n'est pas riche en principes azotés, s'il ne possède pas 1.30 à 40 par 170 de ces principes, le cheval ne donne un bon service qu'autant que la nourriture est rendue plus riche par l'addition de grains tels que l'orge ou l'avoine, tandis que le mulet et l'âne utilisent parfaitement les fourrages de très-médiocre qualité.

508. L'allure du bœuf est plus lente que celle du cheval, mais la force qu'il déploie est en rapport inverse de ses allures. Le bœuf travaille d'une manière égale, continue, avec un maximum de résistance que l'on peut évaluer aux 0.12 de son poids avec la vitesse supposée de 1 mètre par seconde, et par conséquent aux 0.18 de son poids à sa vitesse ordinaire de 0.^m.66 à 0^m.67 par seconde. Mais, de même que le chameau ne se relève pas quand on ajoute le moindre poids à la charge qu'il se sent capable de porter, de même, si le bœuf rencontre un obstacle qui ajoute quelque chose à son travail maximum, une racine, une pierre, il s'arrête sans vouloir tenter aucun effort. La question de préférence entre ces animaux est une question de calcul. En employant plus de temps, avec les bœufs, on emploie plus de journées de conducteur; mais il faut faire entrer aussi en ligne de compte la nature de nourriture que l'on peut fournir; et, pour le bœuf en particulier, on doit observer que son capital d'achat est rarement perdu, et qu'a-

après avoir travaillé un certain temps, on peut l'engraisser et le vendre, lorsque ses allures se ralentissent et que ses forces diminuent; et qu'enfin ses frais d'entretien, de ferrure et d'harnachement se réduisent presque à rien (1).

(1) Voir, pour les effets et les produits de toute espèce, le *Cours d'agriculture*, t. III.

CHAPITRE XI.

Conclusions de la deuxième partie.

509. Nous avons fait connaître, dans les chapitres précédents, les effets produits sur la végétation par les diverses circonstances extérieures. En prenant possession du terrain pour le soumettre à la culture, l'agriculteur doit apprendre à le connaître, à l'apprécier, pour développer ses bonnes qualités et corriger ses défauts. Nous supposons qu'ils s'est préparé à accomplir les prescriptions indiquées dans la première partie de cet ouvrage, et qui sont relatives à la nutrition des plantes, qu'il est prêt à fournir au sol toutes les matières alimentaires qui lui sont nécessaires; il lui reste maintenant à le considérer sous le rapport de ses propriétés physiques.

510. Mais, avant de se livrer à cette étude, nous lui rappellerons qu'il ne doit pas perdre de vue d'autres conditions qui ne sont pas directement du ressort de l'agronomie, mais que l'économie agricole devra lui enseigner. Il devra d'abord rechercher si la position géographique et statistique de ses terres lui permet d'échanger facilement les produits qu'il en retirera et

qui excéderont sa propre consommation, si elles sont situées dans le voisinage d'une population qui possède des moyens d'échange, s'il peut parvenir aux lieux des marchés par des communications faciles. A défaut de ces conditions, il devrait faire entrer en compte les frais de transport qu'il faudrait faire pour atteindre les points où ces avantages se rencontreraient, et les efforts dispendieux et pénibles, quelquefois les luttes et les dangers qui résultent de l'établissement d'une nouvelle population et de la constitution d'une société.

511. Quelque importantes que soient ces conditions économiques, elles le cèdent encore à celles qui se rattachent à l'hygiène. L'air est-il pur? N'est-il pas infecté habituellement, et dans certaines saisons, de miasmes funestes à la santé? Est-on au moins délivré de tout danger pendant la saison des cultures et des récoltes? Puis encore, la température des mois de travail est-elle de nature à être supportée par les travailleurs que l'on veut employer? On sait qu'entre les tropiques, les Européens ne peuvent se livrer à des travaux extérieurs et continus, et alors il faut leur substituer d'autres races qui peuvent braver ces influences. Cette substitution pourra-t-elle se faire par de libres contrats qui ne blessent en rien la morale et sans le concours de mesures de violence et d'injustice?

512. Ces questions résolues, le rôle de l'agronome commence; mais, avant de rechercher ce qui constitue une terre parfaite, rappelons, en peu de mots, les différents caractères qui doivent faire l'objet de notre examen. Ces caractères sont : 1^o les saisons végétatives

auxquelles le sol est soumis, 2^o sa profondeur, 3^o sa ténacité. Nous croyons qu'au moyen de ces trois caractères nous pourrions distinguer et définir toutes les espèces de terres, sous le rapport de l'habitation des plantes, car on ne doit pas perdre de vue que leur composition minérale et organique a fait l'objet de nos études dans la première partie de cet ouvrage.

513. Quant à la répartition des saisons végétales, nous devons considérer la somme des températures de la grande saison et de la saison mineure, puis la réduction que ces saisons subissent par l'effet de la sécheresse. Les saisons ainsi réduites sont les plus essentielles à la culture pour tous les terrains qui ne jouissent pas du privilège de l'irrigation, et ce sont les plus nombreuses. Les deux limites de la culture se trouvent entre ces deux extrêmes ;

	Grande saison.	Grande saison. réduite.	Saison mineure.	Saison mineure réduite.
Cayenne.	9,782°	6,418°	9,782°	6,418°
Nertschink .	1,634°	1,634°	924°	924°

514. Dans ces saisons, il faut tenir compte non-seulement du temps où les plantes peuvent végéter, mais encore de celui où peuvent se faire les grands travaux de l'ouverture des terres, les premiers labours. Ainsi, dans le midi de la France, nous n'avons que quatre mois pour opérer ces travaux : mars, avril, octobre et novembre ; soit 122 jours. A Paris, ce travail est possible pendant cinq mois : moitié de mars, avril, mai, septembre, octobre et la moitié de novembre, ou 152 jours.

La faculté des grands travaux est donc, dans les deux localités, comme 122 à 152. On peut donc cultiver une plus grande étendue de terre, avec le même moyen, dans le nord de la France que dans le midi; mais, dans le nord de l'Europe, la récolte touche de si près au retour des gelées, que le temps des grandes cultures se resserre de nouveau, et que l'étendue de terre qu'il est possible de cultiver diminue.

515. La profondeur du sol assure une bonne répartition de l'humidité et de la chaleur. L'humidité, n'étant pas arrêtée par un sous-sol imperméable ou durci, peut s'y répandre entre un plus grand nombre de particules, se loger dans un plus grand nombre d'interstices; elle y persiste plus longtemps, n'étant pas enlevée immédiatement par l'évaporation de la surface. La chaleur solaire pénètre aussi entre les molécules de la terre meuble, échauffe l'air interposé, et entretient dans le sol une température moyenne élevée, parce qu'elle y a perdu avec sa qualité de chaleur rayonnante la rapidité qu'elle avait à son entrée, et qu'elle n'y agit plus que par la lente progression de la conductibilité. Dans un sol profond, les racines peuvent se développer dans tous les sens; elles s'étendent dans un plus grand cube de terre, au lieu de ramper à la surface, sujettes à tous les contrastes d'humidité, de sécheresse, de chaleur et de froid, et elles peuvent y atteindre la plus grande quantité de substances alimentaires. Aussi Thaër (1) esti-

(1) *Principes d'agriculture*, § 747.

mait-il qu'en Allemagne la valeur d'un terrain augmentait de 3 p. 100 par chaque centimètre de profondeur au-dessus de 16 centimètres, et cela jusqu'à 27 centimètres, et qu'elle décroissait dans la même proportion par chaque centimètre moindre que 16 centimètres. L'expérience nous a appris que la valeur du terrain croissait encore de 2 p. 100 par chaque centimètre de 27 à 50 centimètres dans nos climats du midi.

516. La ténacité agit sur les plantes en prolongeant la saison d'humidité, en raison de la diminution de perméabilité qu'elle communique au terrain. Les terres tenaces exigent moins d'eau d'irrigation, pour être tenues dans un état de fraîcheur convenable, que celles qui sont plus meubles. C'est ainsi que dans le midi de la France il suffit d'un arrosage complet tous les quinze jours pour les terres qui n'ont que 0.20 de sable; qu'il faut le réitérer tous les onze jours pour celles qui en ont 0.40; tous les six jours dans celles qui en ont 0.60, et enfin tous les trois jours dans les terres qui ont 0.80 d'élément sablonneux (1).

517. Mais c'est surtout la nécessité d'employer plus de force pour les travaux qui donne de l'importance à la ténacité de la terre. Cette force est en rapport direct avec cette ténacité au moment où les travaux peuvent se commencer, c'est-à-dire quand la terre est ce que les agriculteurs appelle *assaisonnée* [494]. Nous avons vu que c'est par le moyen de la bêche dynamométrique qu'on la constate [469].

(1) *Cours d'agriculture*, t. 1, p. 380, 3^e édition.

518. Ces points rappelés, examinons quel est le type d'une terre parfaite. D'abord ce type de perfection existe-t-il? Il suffit de poser la question pour la résoudre négativement. Chaque plante a ses besoins particuliers, sa manière d'être et de se développer. Nous ne pouvons donc donner aucune règle absolue ; ici tout est relatif, et il y aurait autant de types que d'espèces de végétaux si, sans nous attacher à des différences trop légères, nous ne parvenions à grouper ces besoins en quelques subdivisions qui résumeraient ceux qui sont essentiels à un grand nombre de plantes. Dans nos cultures européennes, nous apercevons distinctement quatre groupes principaux auxquels viendront s'ajouter ceux que fournissent les cultures étrangères. Ces groupes sont : 1^o celui des terres qui conviennent aux plantes céréales et aux plantes destinées à porter des graines; 2^o celui des terres qui conviennent aux fourrages temporaires pris dans la famille des légumineuses et aux racines pivotantes; 3^o celui des terres propres aux prairies permanentes; 4^o celui des sols particulièrement convenables pour les arbres et les arbustes.

§ 1. — Terres convenant aux céréales aux et plantes portant graines.

519. Un grand nombre de nos céréales commencent à végéter avec la grande saison végétale, quand la température moyenne de l'air atteint 6^o; c'est ce qui a lieu

pour le froment, le seigle, l'orge, etc.; d'autres, telles que le maïs, le millet, le riz, le sorgho, ne poussent qu'au commencement de la saison végétale mineure, quand la température moyenne est de plus de 12° [420]. La somme des températures qui amènent la maturité est très-différente, selon l'état hygrométrique de l'atmosphère, et aussi, selon les espèces et les variétés des plantes : c'est ainsi que le grand maïs exige 2,500° et même plus pour certaines variétés, et que le maïs quarantain se contente de 1,500°; le froment mûrit avec 1,800° dans les pays secs et exige 2,500° dans d'autres contrées. Ainsi l'on ne peut tirer un caractère général, pour ces terrains, de la durée des saisons végétales de température.

520. Mais un caractère général de toutes les plantes qui doivent porter des graines, c'est la nécessité d'une humidité suffisante, variable selon les espèces, dans les premières périodes de leur végétation, puis d'une diminution progressive de cette humidité, se terminant à la limite de la sécheresse au moment de la maturité. Tout terrain qui n'offre pas cette progression plus ou moins marquée s'éloigne du type assigné à ces plantes. Ainsi, des printemps secs finissant par des temps humides sont contraires à la réussite de nos céréales. Mais, en désirant de l'humidité au début de la saison végétale, nous entendons toujours que cette humidité sera renfermée dans les bornes que nous avons définies comme constituant une terre fraîche [445], sans quoi nous tomberions dans tous les inconvénients que font éprouver les terres humides.

521. Il n'est pas moins essentiel que le temps sec dure après la maturité, pour faciliter l'enlèvement et la préparation des réclotes.

522. Quand les saisons sont favorables, les plantes réussissent dans les terrains de ténacité très-différente. Ainsi, dans les climats favorisés par une bonne répartition des pluies, on doit préférer les terres légères, sous le rapport de l'économie des travaux; mais, en général, et si l'on peut se mettre à l'abri de l'humidité excessive, soit par des labours profonds, soit par le drainage ou par d'autres moyens, les terres d'une ténacité moyenne où l'humidité ne diminue que graduellement sont beaucoup préférables. Les terres légères sont trop sujettes à des alternatives de sécheresse quand le commencement du printemps est sec, et alors les plantes manquent de nourriture au moment du plus grand besoin. Ce serait donc, selon nous, des terres d'une ténacité normale de 1 à 2 kilogrammes qui fourniraient le type le plus avantageux pour ces plantes.

523. Les plantes à graines sont communément des plantes annuelles; c'est dire assez que leurs racines s'allongent moins que celles des plantes vivaces. En effet, nous voyons d'excellentes terres à blé dans les environs de Paris, dont le sol n'a pas plus de 30 centimètres de profondeur; mais plus on avance vers le Midi, plus cette profondeur devient insuffisante. On a observé des racines de blé pénétrant jusqu'à 1 mètre et plus de profondeur, si elles pouvaient y atteindre de l'eau courante. En fixant donc le type des terres que nous examinons à une profondeur de 30 à 50 centi-

mètres, selon les latitudes, nous croyons déterminer la ténacité la plus convenable.

524. Ainsi, saison végétale variable selon l'espèce cultivée, mais ayant une humidité suffisante au début et décroissante jusqu'à la maturité, profondeur du sol d'au moins 30 centimètres : tel est le type que nous établirons pour les plantes à graines.

§ 2. — **Terres convenant aux légumineuses et aux plantes à racines pivotantes.**

525. Ce groupe de plantes comprend les plantes fourragères de la famille des légumineuses : la luzerne, le trèfle, le sainfoin, etc.; les betteraves, les carottes, les panais, etc. Le produit de ces plantes étant proportionné à la durée de leur végétation, et cette végétation n'ayant une activité remarquable qu'à partir du commencement de la saison végétale mineure, on peut dire que c'est la durée de cette saison, soit sous le rapport de la température, soit sous celui de l'humidité, qui constitue la valeur des terres dans ce genre de culture.

526. Pour nous en faire une juste idée, comparons ce qui se passe à Alger, à Orange et à Paris, relativement à la culture de la luzerne. Cette plante commence à végéter à une température moyenne de 10° (1); sa

(1) Et non pas de 8 degrés comme nous l'avions dit dans le *Cours d'agriculture*, t. IV, p. 425.

saison végétale donne les sommes suivantes de température : à Alger, 6,300° ; à Orange, 3,789° ; à Paris, 3,132°. Si, dans ces trois localités, la terre se maintient fraîche pendant toute la durée de la saison végétale de température, comme la pousse de la luzerne exige 700° d'une coupe à l'autre, qui se fait généralement à l'apparition des fleurs, ou quand il commence à y avoir temps d'arrêt dans la croissance, nous aurons à Alger neuf coupes, ou plutôt huit coupes et le regain ; à Orange, cinq coupes et le regain ; à Paris, quatre coupes et un faible regain. Si nous supposons les produits de ces coupes égaux, la valeur de ces terres serait comme 8 : 5 : 4. Mais, si le sol subit l'influence de la sécheresse, la pousse de la luzerne, sans être complètement arrêtée, la longueur de la racine lui faisant puiser profondément l'humidité, sera considérablement diminuée : nous n'avons plus à Alger, que 2,226° ou 3 coupes plus 1 faible regain ; à Orange, que 1,786° ou 2 coupes plus 1 très-faible regain ; à Paris, que 969° ou 1 coupe et 1 regain.

527. Les choses ne se passent pas tout à fait comme nous l'avons dit dans le paragraphe précédent. La luzerne puisant l'humidité profondément par ses longues racines, l'irrigation rend aux terrains tous leurs avantages ; mais les coupes faites pendant la sécheresse sont faibles, si elles ne rencontrent pas un sous-sol humide. On voit, par cet exemple, combien l'état continu de fraîcheur est important pour les terres à fourrages temporaires.

528. Voyons ce qui se présente pour les racines. Dans

là betterave, par exemple, l'apparition d'un mérithalle est amenée par une somme de 400° de température moyenne environ; et la formation d'un cercle concentrique de la racine correspond à quatre mérithalles seulement au moment de la naissance de la racine, puis à cinq et enfin à sept, à mesure que la racine grossit; mais le rayon de ces cercles, s'élargissant toujours, leur donnera une beaucoup plus grande masse, à mesure que la végétation s'avancera. Dans les terrains du Midi, sujets à la sécheresse, la végétation n'est jamais complètement suspendue; elle se nourrit de l'humidité rassemblée dans les racines; mais les cercles concentriques sont alors peu épais et augmentent peu la masse de la racine. Deux champs voisins, l'un sujet aux effets de la sécheresse, l'autre irrigué par infiltration furent plantés en betterave, semés en février, selon la méthode Kœcklin : le poids moyen des betteraves fut de $4^{\text{k}}.05$ le 25 octobre pour le terrain sec; dans celui qui était maintenu frais, elles pesaient $3^{\text{k}}.50$. Dans les deux terrains, elles avaient le même nombre de cercles concentriques. Dans le terrain sec, les racines ne pesaient que $0^{\text{k}}.75$ le 20 septembre; alors les pluies arrivaient, et le 25 octobre leur poids était de $4^{\text{k}}.05$. Le produit de cinq mois de printemps et d'été avait été de $0^{\text{k}}.05$ par mois; celui d'un mois d'automne avec la terre fraîche avait donné le double, $0^{\text{k}}.30$ (1). Nous placerons donc la fraîcheur du terrain parmi les qualités

(1) *Cours d'agriculture*, t. m. p. 83.

exigées par les racines, comme nous l'avons fait pour les fourrages légumineux.

529. La nature même des plantes de ce groupe semblerait devoir placer la profondeur des terrains au premier rang des propriétés qui lui sont nécessaires, et cela est vrai pour celles de ces plantes qui ont une durée prolongée. Ainsi, la luzerne, qui occupe plusieurs années le terrain, en allongeant toujours ses racines dans le sol, ne peut se passer d'un terrain profond; il en est de même du sainfoin, quand on veut prolonger sa durée. Le trèfle, que l'on défriche au bout d'un an ou de deux ans, n'exige pas un sol aussi épais; mais la betterave, qui n'est qu'une *pseudo-racine*, une tige souterraine ayant la forme renflée d'une racine, la betterave sait très-bien pousser cette tige radicellaire hors de terre quand elle trouve des obstacles à s'y enfoncer. Nous avons des variétés de betteraves entièrement aériennes; cette plante est donc bien moins exigeante sous le rapport de la profondeur. Il n'en est pas de même de la carotte et du panais, qui veulent un sol profond pour prospérer; la garance est dans le même cas. Quant à la pomme de terre et à la patate, nous ne pouvons les classer parmi les plantes à racines pivotantes. Outre que les racines de la pomme de terre ne sont aussi que des tiges souterraines, nous avons souvent éprouvé qu'un labour profond n'avait pour effet que de multiplier et d'allonger ses pousses dans le sol, et de produire des filaments au lieu de tubercules. Les Irlandais cultivent la pomme terre sur un gazon non défoncé et la recouvrent d'une couche de terre, et ce sont les premiers cul-

tivateurs de pommes de terre du monde; il est vrai que leur climat humide maintient la plante dans un état de fraîcheur constant, malgré la faible couche de terre qui recouvre. La patate présente les mêmes phénomènes et veut être cultivée dans les fosses à bord durci; M. Escudier (du Var) aurait désiré que le fond de sa terre fût pavé, tellement il craignait la divgation des racines qui s'opposaient au grossissement des tubercules (1). Cette méthode, transportée aux Antilles, vient d'y avoir un succès remarquable. En résumé, la profondeur est une qualité nécessaire à certaines de ces plantes, mais ne peut pas être donnée comme inhérente au groupe artificiel que nous avons formé.

530. Quant à la ténacité, la nature des plantes dont il est ici question, la facilité que doivent avoir leurs racines de se développer librement, les difficultés que présente une terre tenace à la récolte des racines profondes, indiquent assez que le terrain doit être naturellement meuble. Ainsi, sous le rapport des obstacles que présente l'arrachage de racines, nous voyons que, dans un travail fait à bras, la récolte de la garance exige, selon les degrés différents de ténacité des terrains, de 180 à 320 journées par hectare. Une ténacité normale qui ne dépasse pas 1 kilogramme nous semble donc être une propriété essentielle des terrains rattachés à ce groupe.

531. Ainsi, une longue durée de la saison mineure

(1) *Cours d'agriculture*, t. III, p. 64.

de température et d'humidité, une faible ténacité, mais une profondeur variable, selon la nature des plantes que l'on cultive, tels nous paraissent être les caractères généraux de ce groupe.

§ 3. — **Terres propres aux prairies permanentes.**

532. Les plantes qui composent les gazons des prairies sont en général des plantes graminées et des plantes légumineuses dont la tendance est de former un gazon dont les racines entrelacées s'enfoncent peu profondément. Ce qu'elles exigent surtout pour se développer d'abord, et pour s'élancer de nouveau quand elles ont été coupées ou mangées de près, c'est une humidité constante de la terre, maintenue au degré que nous avons qualifié du nom de fraîcheur car, si l'eau excède dans le terrain ou atteint même la quantité que son hygroscopicité lui permet d'absorber, la nature des plantes qui composent la prairie change complètement, et au lieu d'avoir des graminées et des légumineuses, on n'a plus que des cariciées qui donnent un foin aigre et peu nourrissant.

533. La végétation des plantes des prairies commence avec la grande saison végétale; c'est donc celle-ci qu'il faut prendre pour base des calculs. Plus cette saison de température et d'humidité dure, et plus l'herbe se reproduit et fournit des repousses nombreuses. Quand l'eau ne manque pas, on obtient une coupe avec

une somme de 1,000° environ de température moyenne, pourvu que l'on fauche le pré en fleur et avant la formation des graines. Ainsi nous pourrions avoir à Orange quatre coupes et un regain; à Alger, six coupes et un regain; à Paris, trois coupes et un regain. Le retard que l'on apporte aux fauchages réduit ces produits d'une coupe; mais en Lombardie, où l'on apprécie la qualité du foin jeune pour la nourriture des vaches, on fauche quatre fois avec une saison majeure de la même longueur qu'à Orange, où l'on ne fauche que trois fois.

534. Les prairies sèches s'arrêtent dès que le terrain est descendu au-dessous de l'état de fraîcheur. Si la longueur de la saison le permet, on a ensuite un regain en automne, quand la sécheresse du sol a cessé.

535. La profondeur du sol importe peu aux prairies constamment fraîches qui prospèrent sur un sol très-mince. Un sol profond est même un inconvénient en ce qu'il favorise la croissance des plantes à racines pivotantes, qui occupent une grande place : tels sont les grands ombellifères, les chardons, la bardane, et, dans les montagnes, les gentianes, les aconits, etc. D'ailleurs, dans les prés arrosés, le sol profond absorbe une beaucoup plus grande quantité d'eau, ce qui est bien à considérer quand on n'en a pas à discrétion.

536. Cette dernière raison et la considération de la facilité avec laquelle l'évaporation dessèche les terres légères font naturellement préférer les terres fortes. Les prairies y viennent très-bien, et en les consacrant à ce genre de produits, on les soustrait d'ailleurs à la culture toujours très-coûteuse des sols tenaces.

537. Ainsi, une longue saison végétale de température et d'humidité et une ténacité suffisante, tel est le caractère du groupe de terres consacré aux prairies.

§ 4. — Sols particulièrement convenables pour les arbres et les arbustes.

538. Les arbres vivant de longues années doivent pouvoir plonger leurs racines dans un milieu où elles trouvent les conditions constantes de leur existence, où elles soient à l'abri des froids qu'elles ne pourraient supporter, où elles rencontrent l'humidité nécessaire à l'alimentation de leur sève, et un espace où elles acquièrent un développement analogue à la masse de leurs rameaux. Aussi, leur réussite est surtout remarquable sur les terrains profonds. L'arbre n'y enfonce pas indéfiniment ses racines, leur empiètement s'établit à la moindre profondeur où il peut rencontrer à la fois ces conditions, sans s'éloigner trop de la surface où il est plus facilement en contact avec l'oxygène de l'air. Nous avons observé cette tendance dans les plantations de mûriers. Dans le midi de la France, plantés dans un terrain indéfiniment profond, on ne trouve plus leurs racines au-dessous de 60 centimètres, et c'est cependant sur de tels terrains qu'ils prospèrent. Les profondeurs excédantes maintiennent fraîches les couches supérieures par le moyen de la capillarité.

539. On peut donc affirmer d'une manière générale

qu'un sol profond est un caractère essentiel du groupe des plantes frutescentes perennes. Ce n'est pas que l'on ne voie des forêts venues sur un sol peu épais; alors l'ombre projetée par un épais feuillage y maintient la fraîcheur; un arbre isolé n'y réussirait pas. On voit des bois sur un fond de roche; mais si ces bois sont bien venus, on peut être assuré que ces roches sont fendillées et que les racines s'insinuent dans les fentes pourvues de terre végétale et savent y trouver les qualités qui manquent à la surface. On remarque enfin des plantations, des vignes surtout, occupant des terrains pierreux et arides; mais si elles sont prospères, on remarque que le sous-sol est d'une toute autre nature et compense les défauts des couches supérieures.

540. La durée de la saison végétale majeure pour les arbres qui ne doivent produire que du bois; celle de la saison végétale mineure pour ceux qui produisent des fruits est une qualité indispensable de ces terrains. En prolongeant la saison végétale par l'irrigation, M. Chevandier a prouvé qu'on obtenait plus de bois; et nous savons que la production de raisins s'arrête dans les lieux et les situations où la saison mineure ne donne pas au moins 2,500°. Pour la production des fruits comme pour celle des grains, il importe que le terrain se dessèche graduellement à mesure que le fruit se développe. Les racines profondes des arbres continuent à fournir suffisamment de sève pour entretenir la vitalité.

541. Enfin la ténacité du terrain est contraire à la végétation des arbres. L'air y pénétrant difficilement

et l'humidité s'y tenant à la surface, les arbres y étendant leurs racines horizontalement et à une petite profondeur; ils ne peuvent profiter des éléments de fertilité du fond, ils sont sujets à des variations de température fâcheuses, et enfin doivent occuper de vastes surfaces.

542. Concluons donc que les végétaux de ce groupe exigent une longue durée des saisons végétales, un terrain profond et un sol léger; et pour ceux qui doivent porter des fruits, une saison de température prolongée et une saison d'humidité plus courte.

§ 5. — Remarque sur la destination à donner aux terres d'une exploitation.

543. Nous sommes loin de penser que toutes les plantes puissent se ranger dans un des quatre groupes principaux que nous venons de signaler. L'étude de chacune d'elles en particulier fera reconnaître pour presque toutes des modifications importantes. Mais nous avons cru utile de présenter ces caractères généraux comme un cadre pour l'examen que l'on doit faire de la position à assigner aux végétaux dans le sol que l'on veut cultiver. En suivant cette marche, on reconnaît quelles sont les dispositions particulières du terrain, et on se trompe rarement, si on le destine à des produits analogues à ces dispositions. Combien de fermes produisant avec peine et à grands frais des récoltes onéreuses deviendraient lucratives par une plus

sage destination donnée à leurs terres ! Nous avons ainsi successivement, et avec profit, planté en arbres et arbustes des terrains où les céréales donnaient de faibles produits ; nous avons aussi substitué des prairies à des céréales ; nous avons défriché des prairies naturelles pour les consacrer aux prairies temporaires et aux céréales ; d'autres ont trouvé grand profit à convertir en bois des terres labourables. Prolonger la durée des saisons végétales et des temps de culture par le drainage, les labours et l'irrigation ; porter les travaux de culture sur les terrains meubles ; produire de l'herbe sur les terres qui sont trop tenaces ; planter en végétaux fructifères les sols profonds dont la couche supérieure est peu fertile ; tous ces soins récompensent fort largement le cultivateur de la peine qu'il a prise pour étudier son terrain.

FIN DE LA DEUXIÈME PARTIE.

TABLE DES MATIÈRES

DE LA DEUXIÈME PARTIE.

CHAPITRE PREMIER — Introduction.	235
CHAPITRE II. Du calorique.	238
§ 1. — Effets des maxima de température.	238
§ 2. — Effets des basses températures sur la végétation.	242
§ 3. — Effets des températures moyennes.	248
§ 4. — Effets de la radiation solaire.	254
CHAPITRE III. — De l'humidité.	259
§ 1. — Effets de l'humidité sur les plantes.	259
§ 2. — De l'eau atmosphérique.	261
§ 3. — Eau du sol.	264
§ 4. — Faculté de retenir l'eau. Hygroscopicité des terres.	265
§ 5. — Perméabilité du sol.	267
§ 6. — Capillarité du sol.	270
CHAPITRE IV. — Des saisons végétales.	275
§ 1. — Saison végétale de température.	275
§ 2. — Saison végétale d'humidité.	279
CHAPITRE V. — Moyens de modifier la température.	288
§ 1. — Moyens d'augmenter la chaleur.	288
§ 2. — Moyens de diminuer la chaleur.	293
CHAPITRE VI. — Modifications de l'humidité du sol.	295
§ 1. — Addition à l'humidité.	295
§ 2. — Diminution de l'humidité du sol.	296

CHAPITRE VII. — Ténacité du sol.	310
CHAPITRE VIII. — Moyens de modifier la cohésion du sol.	316
§ 1. — Moyens permanents.	316
§ 2. — Moyens passagers périodiques pour vaincre la cohésion.	321
§ 3. — Des forces mécaniques.	330
CHAPITRE IX. — Conclusions de la deuxième partie.	340
§ 1. — Terres convenant aux céréales et aux plantes portant graines.	345
§ 2. — Terres convenant aux légumineuses et aux plantes à racines pivotantes.	348
§ 3. — Terres propres aux prairies permanentes.	353
§ 4. — Sols particulièrement convenables pour les arbres et les arbustes	355
§ 5. — Remarques sur la destination à donner aux terres d'une exploitation.	357

TROISIÈME PARTIE

APPENDICES

TROISIÈME PARTIE

APPENDICES

N° 1.

Analyse qualitative des terrains.

Il ne s'agit pas ici de déterminer la quantité de chacune des substances que renferme le terrain, mais seulement de chercher si elles s'y trouvent en quantités sensibles. Ce n'est donc pas une analyse complète telle que celle qui se trouve décrite dans le *Cours d'Agriculture*, t. I, p. 45-60, que l'on devra entreprendre, mais des analyses partielles qui permettent de reconnaître quelles sont, parmi les substances contenues dans le sol, les plus essentielles à la nutrition des plantes. On les y cherche successivement.

1. *Chaux*. On met dans un verre à pied quelques grammes de la terre; on y verse de l'acide chlorhydrique affaibli par de l'eau pure. S'il se manifeste de l'effervescence, on juge que la terre contient des carbonates. On filtre, après avoir allongé le liquide avec de l'eau *distillée*; on sature l'acide par de l'ammoniaque en excès, et on ajoute de l'oxalate d'ammoniaque; la chaux se précipite au fond du verre à l'état d'oxalate de chaux. En séchant, calcinant au rouge dans un creuset et pesant le précipité, on peut même s'assurer dans quelle proportion la chaux existait dans la terre, pourvu que l'on ait eu soin d'opérer sur un lot de terre desséché et pesé.

2. *Magnésie.* On filtre l'eau de l'expérience précédente, après la précipitation par l'oxalate d'ammoniaque; on y verse une solution de phosphate de soude, qui précipite la magnésie, s'il y en a, sous forme de phosphate ammoniacomagnésien.

3. *Sulfates.* En lessivant la terre avec de l'eau distillée, on dissout une petite quantité de sulfates, s'il y en a dans la terre. Pour le reconnaître, on filtre l'eau, ou tout simplement on la décante, après l'avoir laissée reposer, jusqu'à ce que les matières insolubles soient rassemblées au fond du verre. Dans l'eau filtrée ou décantée, on verse une solution de nitrate ou d'acétate de baryte, et il se produit alors un nuage blanc qui trouble l'eau et indique la présence des sulfates.

4. *Phosphates.* (Procédé de M. Malaguti.) On traite par l'acide nitrique 15 à 20 grammes de terre préalablement desséchée et pulvérisée. On fait bouillir un quart d'heure; on ajoute de l'eau, on filtre et on lave la matière restée sur le filtre. On évapore le liquide filtré, et sur le résidu obtenu par l'évaporation, on verse 12 à 15 grammes d'alcool, aiguisé de 2 à 3 gouttes d'acide nitrique. On sépare cet alcool au moyen d'un filtre et on ajoute au liquide alcoolique quelques gouttes d'une dissolution d'acétate de plomb. Si la terre examinée renferme du phosphate, il se formera un précipité de phosphate de plomb.

5. *Silicates.* On fait bouillir la terre avec une solution de potasse caustique qui dissout les silicates. On précipite l'alumine par l'ammoniaque, puis on acidifie de nouveau la liqueur, on l'évapore on calcine au rouge le résidu qu'on obtient, on traite ce résidu par l'eau qui dissout les sels de potasse et laisse le silice à l'état pulvérulent.

Dans toutes ces expériences très-déliées, il est important de se servir d'eau distillée et non de l'eau de pluie ou de source qui renferme des substances qu'on pourrait attribuer au terrain analysé.

N° 2.

*Des matières contenues dans les terres végétales.*I. — Des substances solubles ¹.

Les savants ne sont pas tous d'accord sur les moyens qu'il faut employer pour arriver à connaître par l'analyse combien un sol renferme de principes pouvant être absorbés par les racines des plantes, et qu'elle est en même temps la nature de ces principes contenus dans la terre.

C'est là en effet le but de toute analyse rationnelle de terre, faite en vue d'une application agricole ; car il ne suffit pas de connaître la composition minéralogique d'un terrain, il faut encore savoir si les principes minéraux qu'il renferme sont dans un état propre à servir à la végétation, c'est-à-dire, s'ils peuvent être absorbés utilement, assimilés par les plantes.

On admet généralement : 1° que les plantes ne peuvent prendre à la terre que des principes à l'état de dissolution dans l'eau ; 2° que les racines des plantes n'ont pas la propriété de rendre solubles, par une action vitale particulière, les parties inorganiques avec lesquelles elles sont en contact. En conséquence, on doit chercher dans les moyens naturels physiques et chimiques les causes de la transformation des parties terreuses solides en un état liquide.

L'observation a démontré que c'est l'eau seule qui intervient dans ce phénomène.

Le transport des substances que contient la terre depuis le sol jusque dans l'intérieur des divers organes des plantes ne peut avoir lieu que par l'action de l'eau des sources, de l'eau des pluies, ou de l'eau des irrigations.

¹ Ce paragraphe m'a été communiqué par M. Verdoil.

Une lessive, ou une infusion de terre par l'eau, représentera donc exactement la richesse du sol, en principes pouvant être assimilés par les plantes puisque ce liquide renfermera tous les principes solubles qui se trouvaient dans la terre.

L'analyse la plus rationnelle d'un sol, au point de vue agricole, consistera donc à étudier en gros la nature minérale du sol : terre calcaire, argileuse, siliceuse, etc. Nous disons à dessein, étudier en gros, car il est presque impossible d'établir d'une manière absolue, par une analyse, les rapports de quantité exacts qui existent entre les différents principes minéraux qui constituent un terrain. Pour y arriver, il faudrait agir sur de grandes masses de terre, ce que ne permettent pas les moyens d'analyse ; tandis que, par une analyse minéralogique, en se bornant à étudier les minéraux qui constituent le terrain, on parvient à avoir une idée très-juste de sa composition.

L'opération principale de l'analyse consistera donc à rechercher rigoureusement les diverses parties du sol que l'action de l'eau dissout.

Avant d'entrer dans les détails de cette analyse, il est nécessaire d'étudier, d'une manière générale, ces substances qui se dissolvent et que l'eau enlève à la terre ; substances qui, quoique variant en quantité et en nature pour les différents terrains, présentent cependant une certaine uniformité de composition.

Lorsqu'on traite par de l'eau distillée une certaine quantité de terre provenant de différentes parties d'un champ, terre qu'on a eu soin de dessécher, soit au soleil, soit dans une étuve à basse température, l'eau légèrement jaunâtre, qui s'écoule par la filtration, laisse après l'évaporation du liquide un résidu assez considérable.

Ce résidu n'est pas uniquement composé de matières minérales ; une grande partie de sa masse est formée par une matière organique particulière.

Les proportions dans lesquelles les principes minéraux et la matière organique se trouvent mélangés varient suivant la nature des terrains d'où ils ont été extraits. Ainsi certaines terres cèdent à l'eau une quantité de matière organique presque aussi considérable en poids que celle des substances minérales; d'autres terres en cèdent beaucoup moins.

Nous examinerons d'abord la partie du résidu qui est décomposable par la chaleur; elle est formée : 1° par des sels ammoniacaux; 2° par une matière organique non azotée.

Cette substance organique, d'après les analyses qui en ont été faites, est formée uniquement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, dans des proportions qui la rapprochent de la composition du sucre, de la cellulose, de l'amidon; c'est en quelque sorte de la cellulose soluble. C'est une substance neutre, *sans goût particulier*; elle ne forme aucune combinaison avec les principes minéraux.

Cette substance prend naissance dans la terre; elle est le produit d'une catalyse que subissent les matières végétales qui ont été enfouies dans le sol comme engrais.

Cette transformation des matières végétales solides en une substance soluble s'explique aisément; il est reconnu, en effet, en chimie, que les conditions de mélange dans lesquelles certaines substances se trouvent influent sur leur modification et leur décomposition. Ainsi la même matière peut éprouver la fermentation, soit lactique, soit alcoolique, soit acétique, suivant les conditions du milieu dans lequel elle se trouve placée.

Il en est de même pour les débris de végétaux. Abandonnés à eux-mêmes, dans un lieu humide, ils fermentent et donnent des produits acides. S'ils sont mélangés à d'autres matières, ou bien placés dans d'autres conditions, cette fermentation acide peut être entravée ou modifiée.

C'est en vertu de ce principe que les matières végétales,

en contact avec de la terre dans des conditions convenables, subissent une catalyse particulière; au lieu de donner des produits acides et de l'acide carbonique, elles se transforment peu à peu en une matière neutre soluble qu'on retrouve dans toutes les terres fertiles.

S'il fallait, pour appuyer cette opinion, une autre preuve que la présence même de la substance soluble, nous ferions observer que toutes les lessives de terres fertiles sont alcalines; or chacun sait que la fermentation acide ordinaire ne se produit pas dans un milieu alcalin.

Toutes les terres fertiles cèdent donc à l'eau une matière organique particulière, mais cette matière organique n'existe pas seule dans l'extrait; elle est mélangée avec des substances minérales qui présentent des différences de composition suivant les terrains d'où les extraits proviennent. Ces principes minéraux doivent être analysés avec soin lorsqu'on les a séparés de la matière organique par la calcination au rouge en présence de l'air, c'est-à-dire par l'incinération.

Les substances minérales que l'on rencontre le plus fréquemment dans les cendres des extraits de terre, sont : la *silice*; le *carbonate*, le *sulfate*, le *phosphate de chaux*; l'*alumine*, la *magnésie*, le *fer*, les *silicates*; les *phosphates de potasse* et de *soude*; les *chlorures de sodium* et de *potassium*.

La plupart de ces substances minérales sont insolubles dans l'eau, et quelques-unes mêmes sont insolubles dans les acides concentrés.

Comment alors l'eau peut-elle primitivement avoir dissous ces substances et les avoir enlevées à la terre d'où elles proviennent? Quel changement, quelle transformation ont-elles donc subie? Le seul changement qu'elles aient éprouvé, c'est d'être séparées de la matière organique qui a été détruite par l'incinération.

Ces substances minérales étaient donc solubles dans l'eau, grâce à la présence de la matière organique soluble que contenait la terre.

Ce phénomène peut sembler étrange, puisque cette matière organique est une substance neutre, qui ne forme aucune combinaison nettement définie avec les corps inorganiques ; mais il y a, en chimie, des exemples analogues de l'action de matières organiques neutres, comme du sucre, par exemple, sur la solubilité de substances naturellement insolubles dans l'eau pure. Ainsi, il est reconnu que, lorsqu'il existe en dissolution dans un liquide, du sucre, par exemple, et un sel de chaux ou de fer, etc., et que, par l'addition d'un réactif, on détermine la formation d'un précipité, soit de carbonate de chaux, soit d'oxyde de fer, une partie seulement du nouveau sel insoluble se précipite, et il en reste toujours une certaine quantité qui est retenue en dissolution dans l'eau par l'action de la matière organique. De l'eau renfermant du sucre ou toute autre substance organique du même groupe, peut toujours retenir de même en dissolution une petite quantité de silice, d'alumine, de phosphate de chaux, etc.; on dit, dans le langage chimique, que la présence des matières organiques dans un liquide *masque les réactions*, parce que les précipités ordinaires qui ont lieu dans des dissolutions faites avec de l'eau pure ne se forment alors qu'incomplètement. Le quartz ne se dissout pas directement d'une manière sensible dans l'eau sucrée, si on ne lui fait pas subir des actions de désagrégation particulière comme la calcination et l'immersion brusque dans l'eau, ou bien encore le broiement prolongé du minéral en contact avec le liquide sucré ; ou bien encore, si on ne l'a pas combiné préalablement avec de la potasse ou de la soude pour décomposer ensuite la combinaison de potasse et de quartz à l'aide d'un acide, qui s'empare de l'alcali et laisse le quartz libre.

Toutes ces causes de désagrégation se retrouvent sinon semblables, du moins analogues, et cela, avec une grande intensité, à la surface du sol. Il existe, en effet, entre les divers principes minéraux qui constituent, par leur mélange,

la terre arable, un travail continu de désagrégation, occasionné par l'action de l'air, agissant par son oxygène et par son acide carbonique, auquel s'ajoutent l'action de l'eau, les changements de température ainsi que l'extrême division des corps qui permet un contact intime entre eux. Toutes ces conditions réunies concourent à la désagrégation des minéraux qui constituent le sol ; lorsque les parties les plus ténues se forment dans des conditions toutes semblables à celles de la formation d'un précipité de carbonate de chaux ou d'oxyde de fer, par l'action d'un réactif, dans un liquide renfermant du sucre, le produit de la désagrégation, silice, carbonate de chaux, oxyde de fer, alumine, etc., reste à l'état de dissolution dans l'eau saturée de la matière organique que contient toujours une terre fertile.

Comment serait-il possible d'expliquer autrement qu'il y a de la silice et du fer, à l'état de dissolution, dans la quantité si peu considérable d'eau qui se trouve dans la terre, quantité si petite que la terre semble seulement humide ? Et cependant tous ces sels minéraux sont à l'état soluble, dans cette petite quantité d'eau, car, par les lavages de la terre par l'eau tiède, on ne fait qu'enlever les parties solubles, sans déterminer alors leur dissolution, puisque les plantes pouvaient déjà absorber par leurs racines ces substances minérales dans la terre quoiqu'elle parût presque sèche.

Quant à l'action de l'acide carbonique sur la solubilité des sels, elle ne peut guère s'appliquer qu'au carbonate de chaux qu'un excès d'acide carbonique dissout en formant du bicarbonate de chaux soluble ; or l'expérience montre qu'il n'en est rien, puisqu'un extrait de terre dans l'eau ne se trouble pas quand on chasse l'acide carbonique par l'ébullition, ce qui devrait nécessairement avoir lieu si le carbonate de chaux était uniquement retenu en dissolution par l'action de l'acide carbonique.

Les explications qui précèdent étaient nécessaires pour

faire comprendre les détails qui vont suivre sur l'analyse proprement dite, en indiquant d'une manière générale la composition des extraits obtenus d'une terre fertile quelconque.

II. — Procédés à suivre dans l'analyse d'un extrait de terre obtenu par l'eau ¹

Il est indispensable d'opérer sur une masse de terre d'un poids de 10 à 15 kilogrammes au moins. Cette terre, provenant de diverses parties d'un champ, est desséchée soit au soleil, soit dans une étuve dont la température est peu élevée ; puis elle est mélangée, dans un vase, avec de l'eau distillée tiède, jusqu'à ce que la terre soit complètement pénétrée et recouverte par le liquide. La dessiccation préalable est nécessaire pour permettre à l'eau d'entrer en contact avec toutes les parties de la terre ; une terre humide ne se laissera jamais pénétrer complètement, et il faudra employer une grande quantité d'eau pour obtenir un extrait ; tandis que la terre sèche abandonne facilement à l'eau les principes solubles qu'elle renferme.

Au bout de quelques heures, le liquide qui surnage sur la terre est filtré ; puis la masse entière est placée sur un linge, pour qu'elle puisse égoutter ; lorsqu'il ne s'écoule plus aucun liquide de cette masse, on l'arrose de nouveau avec un peu d'eau tiède.

Le liquide qui s'écoule à travers un linge est légèrement jaunâtre ; lorsqu'il a été filtré à travers du papier, il est parfaitement clair.

On l'évapore alors dans une capsule au bain-marie jusqu'à siccité.

Le résidu sec que l'on obtient ainsi est plus ou moins considérable ; il est pesé pour établir la proportion de ma-

¹ Je dois aussi ce paragraphe à une communication de M. Verdeil.

tières solubles dans l'eau contenue dans le terrain qui a été analysé.

La quantité de résidu extrait d'une terre fertile est toujours assez considérable si l'on a soin de dessécher la terre et si l'on répète deux ou trois fois le lavage de la terre avec un peu d'eau distillée tiède, de manière à obtenir, pour 10 à 15 kilogrammes de terre, 3 ou 4 litres de lessive. Ces précautions sont indispensables, car il est reconnu que les matières poreuses, comme la terre, le charbon, l'alumine hydratée, etc., retiennent dans leur masse les substances qui sont en dissolution dans l'eau, et qu'il faut réitérer les lavages pour les en extraire. C'est grâce aussi à cette propriété des corps poreux que les premières pluies n'ont pas la possibilité de délayer outre mesure les terres arables.

Pour déterminer dans quelle proportion la matière organique se trouve mélangée avec les substances minérales dans l'extrait, on pèse une certaine quantité du résidu et on le brûle dans une capsule de platine; toute la matière organique est décomposée par l'action de la chaleur et s'échappe sous forme de gaz; il reste, dans la capsule, les sels inorganiques. On pèse de nouveau, et, si l'on a bien conduit l'incinération, si on n'a pas trop élevé la température, la différence de poids indique exactement la proportion de la matière organique renfermée dans le résidu.

Les sels fixes sont ensuite analysés comme il est dit dans l'*Appendice n° 3*.

Pour obtenir tout l'azote de l'extrait de terre, dans le résidu sec, il faut évaporer une petite quantité de l'extrait à part, en y ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique faible, pour transformer le carbonate d'ammoniaque en sulfate.

Le résidu sera brûlé dans un tube avec de la chaux sodée en procédant comme pour tous les dosages d'azote.

III. — Sur les propriétés de l'extrait de terre végétale¹.

Lorsqu'on met un kilogramme de terre séchée à 100° sur un filtre, le premier litre d'eau distillée froide que l'on verse dessus, sans remuer aucunement, passe en partie à travers le filtre et entraîne avec lui une quantité de substances dissoutes qui varie de 0^{gr}.5 à 1 gramme, selon la nature des terres.

Il faut remarquer que beaucoup d'eau est retenue hygroscopiquement et avec elle une certaine quantité de matières solubles.

Le deuxième litre en entraîne un peu moins, et ainsi de suite.

Plus l'exposition de la matière à l'air, entre le premier et le deuxième lavage, dure de temps, moins la diminution des substances dissoutes est grande.

Si l'on fait digérer, pendant quelques heures, un kilogramme de riche terre de jardin avec de l'eau chaude, on peut en extraire de 0.55 jusqu'à 1 pour 100 de substances solubles.

L'extrait contient des proportions très-variables de substances organiques de 20 à 70 pour 100.

La composition de ces substances organiques varie beaucoup; cependant j'y ai trouvé constamment une plus forte proportion de carbone que dans la cellulose.

J'ai constaté la propriété qu'ont ces substances de favoriser la dissolution du sulfate de chaux.

Pour comparer les extraits obtenus par le lavage à l'aide d'une même quantité d'eau, j'ai opéré :

1° sur 500 grammes de terreau de chêne ;

2° sur 500 grammes de terreau de chêne, auquel j'ai ajouté 250 grammes de plâtre;

¹ M. Risler, ancien préparateur de chimie à l'Institut agronomique de Versailles, qui avait pris part aux travaux de M. Verdeil sur le terreau, a bien voulu ajouter la note suivante aux communications que m'a faites ce chimiste.

3° sur 250 grammes de plâtre.

J'avais mélangé ces substances avec du sable quartzeux très-blanc, afin de diviser le plâtre.

Dans le second mélange, il s'est non-seulement dissous plus de plâtre que dans le troisième, mais plus de substance organique que dans le premier mélange, ce qui ferait croire que l'action catalytique de la substance organique sur le plâtre est réciproque.

Lorsque l'on laisse un extrait de terre exposé pendant quelques semaines à l'air, il se forme à sa surface des pellicules insolubles.

Ces pellicules contiennent une plus grande proportion de matières minérales que l'extrait, elles contiennent aussi une beaucoup plus grande proportion de silice et surtout de sulfate de chaux.

La substance organique dissoute s'est, en partie, transformée en acide carbonique par l'action de l'oxygène de l'air.

J'ai comparé les extraits obtenus, en lavant un certain poids de terre, d'une part, avec de l'eau distillée pure, d'autre part, avec de l'eau distillée chargée d'acide carbonique. La quantité des matières dissoutes dans le second cas a été double de celles dissoutes dans le premier, mais elle ne contenait en plus que des carbonates terreux et alcalins et des phosphates.

N° 3.

*Analyse des cendres de végétaux*¹.

Les cendres qui proviennent de la combustion des végétaux renferment, en général, des alcalis (potasse et soude),

¹ Mon savant confrère de l'Académie des sciences, M. Berthier, si compé-

de la chaux et de la magnésie, des oxydes de fer et de manganèse, de la silice, des acides phosphorique, sulfurique et carbonique, et du chlore. On ignore dans quels états de combinaison ces différentes substances se trouvent dans les plantes; la solution de ce problème serait un important sujet d'étude (qui, dans l'état des choses, présenterait de grandes difficultés); mais on sait que les plantes renferment principalement des sels à acides organiques, que la combustion transforme en carbonates, et l'ensemble des expériences qui ont été faites jusqu'à présent montre que, dans les cas les plus compliqués, il y a dans les cendres : 1° des sels alcalins (sulfates, phosphates, carbonates, silicates et chlorures); 2° des oxydes de fer et de manganèse, soit libres, soit en combinaison avec de l'acide phosphorique; 3° des sels à base de chaux et de magnésie (phosphates et carbonates); 4° une proportion plus ou moins considérable de sable (en général quartzeux) et d'argile calcinée provenant de matières terreuses, qui, quoi qu'on fasse, adhèrent toujours aux tiges et aux feuilles des plantes.

Les matières végétales que l'on veut brûler doivent être desséchées préalablement, soit à l'air libre, soit dans une étuve, selon le but qu'on se propose.

L'incinération de ces matières est, en général, une opération assez embarrassante, et souvent même elle devient très-longue et très-difficile; cela arrive lorsque les cendres contiennent une forte proportion de matières alcalines, qui les ramollissent et les font fritter, et qui, en empâtant le charbon, le soustraient à l'action de l'air, ou encore lorsque le charbon est de sa nature très-peu combustible. Dans le premier cas, on enlève les sels alcalins par un lavage à l'eau

tent pour tout ce qui concerne les procédés analytiques, et à qui la science doit un si grand nombre d'analyses de cendre de végétaux, a bien voulu rédiger cet appendice. Je dois faire remarquer que l'analyse des cendres des végétaux ne peut pas être réduite à des termes assez simples pour pouvoir être exécutée par quelqu'un qui n'aurait pas une pratique assez avancée des manipulations chimiques. Il faut toujours la confier à un chimiste.

distillée, et on brûle de nouveau le résidu. Dans le second cas, on porphyrise, et, si cela ne suffit pas, on traite par l'acide muriatique, qui dissout la plus grande partie des substances minérales, et on grille une seconde fois le résidu jusqu'à décoloration complète.

Quand on a à opérer sur de grands volumes, on commence la combustion dans de larges tests en terre que l'on chauffe sur un foyer, puis on l'achève dans une capsule de platine sous une moufle, en ayant soin d'ailleurs de porphyriser autant de fois que cela paraît nécessaire.

Pour qu'il soit facile de comparer entre eux les différents végétaux, sous le rapport des quantités de cendres qu'ils peuvent produire, et par suite sous le rapport de la quantité de substances minérales qu'ils renferment, il faut que les éléments salins de ces cendres y soient dans toutes au même degré de saturation, ou du moins à un degré de saturation connu. Or, comme elles contiennent le plus souvent du carbonate de chaux et du carbonate de magnésie, et que ces deux carbonates, surtout le dernier, se trouvent toujours décomposés en partie par l'action de la chaleur qu'ils subissent il résulte qu'il manque toujours aux cendres une certaine portion de l'acide carbonique qui est nécessaire pour la saturation de ces deux terres. Quand l'analyse est terminée, il convient donc d'ajouter au poids des cendres, qu'on peut appeler *cendres brutes*, le poids de l'acide carbonique que la chaleur de la combustion leur a fait perdre. D'un autre côté, il faut en retrancher le poids du sable et de l'argile que l'analyse y a fait trouver, et on a alors la proportion de ce que l'on peut appeler les *cendres pures*.

Les phosphates alcalins paraissent manquer dans toutes les parties ligneuses des plantes (racines, tiges, feuilles, etc.), mais, au contraire, il en existe en abondance dans les graines (surtout dans celles qui proviennent des céréales, des plantes oléagineuses et des légumineuses), dans l'amande des noyaux que contiennent les fruits, dans les tubercules, et aussi dans

les champignons. La présence de ces phosphates complique un peu les analyses, et à cause de cela, il convient de faire une distinction entre les cendres qui renferment des phosphates alcalins et les cendres qui n'en renferment pas.

Cendres qui contiennent des phosphates alcalins. — Ces cendres contiennent toujours, en même temps que des phosphates alcalins, des phosphates de chaux et de magnésie, souvent une petite quantité de phosphates et d'oxydes de fer et de manganèse, et quelquefois encore un peu de carbonate ou de silicate alcalin. Enfin, on y trouve, en outre, des chlorures et des sulfates alcalins, mais seulement en très-faible proportion. En général, on ne peut séparer d'une manière nette et facile les phosphates alcalins des phosphates terreux. Ceux-ci restent le plus souvent à l'état de quasi combinaison avec les phosphates alcalins, rendent les liqueurs louches et ne permettent pas la filtration. En faisant bouillir ou mieux en évaporant à sec et reprenant par l'eau, on parvient souvent à filtrer, mais l'opération est toujours longue et incertaine; néanmoins, on remarque que les *chlorures, sulfates et carbonates* se dissolvent très-facilement et en totalité dans les premières portions d'eau. On met à profit cette observation pour séparer et doser ces sels. Pour cela, on traite la cendre par de petites quantités successives d'eau chaude, on filtre, ou même on se contente de décanter, on évapore à sec, on filtre de nouveau et on analyse la liqueur. A cet effet, on la sature d'acide acétique, on en précipite l'acide sulfurique par le nitrate de baryte, et ensuite le chlore et l'acide phosphorique par le nitrate d'argent; on pèse ce dernier précipité, convenablement desséché, puis en le traitant par l'acide nitrique pur, on en sépare le phosphate d'argent, et il reste le chlorure pur que l'on pèse. Si du poids total du précipité on retranche le poids du chlorure, on a le poids du phosphate d'argent, d'où l'on déduit, par le calcul, le poids du phosphate de potasse; enfin, si du poids total du résidu soluble dans l'eau on re-

tranche la somme des poids du chlorure et du sulfate, la différence obtenue est le poids du carbonate alcalin ; si l'on veut avoir ce dernier poids directement, il faut employer l'acide hydrochlorique au lieu de l'acide acétique pour saturer les sels, et il faut ensuite évaporer pour chasser l'excès d'acide, reprendre par l'eau, doser le chlore de nouveau, en retrancher le poids déjà obtenu de la première expérience, et déduire de là, par le calcul, la quantité de carbonate alcalin équivalente.

Quand ces opérations sont faites, on prend une nouvelle dose de la cendre, on la traite par l'acide hydrochlorique bouillant, on évapore à sec, puis on reprend le résidu par le même acide, après quoi on étend d'eau la dissolution. Il reste presque toujours un peu de sable qui est souvent mélangé d'une petite quantité de silice gélatineuse. On sépare celle-ci du dépôt au moyen d'une dissolution concentrée et bouillante de potasse caustique, qui la dissout, et on en a le poids en retranchant le poids du sable du poids du dépôt sec.

On sursature la dissolution d'ammoniaque, et il s'en précipite des phosphates de chaux, de magnésie, de fer et de manganèse. En pesant ce précipité après calcination, et en retranchant du poids primitif le poids obtenu auquel on ajoute le poids du sable et de la silice gélatineuse, on obtient le poids des sels alcalins ; on peut d'ailleurs obtenir une vérification directe en évaporant à sec les liqueurs filtrées et calcinant le résidu pour en chasser tous les sels ammoniacaux.

On porphyrise le précipité terreux, et on le redissout à chaud dans l'acide hydro-chlorique, employé en quantité aussi petite que possible ; il en faut très-peu, parce que les phosphates se dissolvent aussitôt qu'ils sont transformés en sels acides. En ajoutant alors à la dissolution étendue d'eau de l'oxalate d'ammoniaque, on en précipite toute la chaux et l'oxyde de manganèse, et il reste des phosphates de magné-

sic et de fer que l'on en précipite à leur tour par l'ammoniaque. Le fer et le manganèse ne se trouvant, en général, qu'en proportion extrêmement faible dans les cendres, on se contente le plus souvent d'en signaler la présence, que l'on reconnaît à la teinte ocreuse que donne le fer, et à la teinte noire que donne le manganèse ; mais il est d'ailleurs facile de les doser. Pour cela, il faut que la chaux provenant de la calcination de l'oxalate, soit traitée par l'acide nitrique faible ou par l'acide acétique, qui laissent l'oxyde de manganèse ; ou bien qu'on la dissolve dans l'acide hydrochlorique et qu'on précipite le fer par l'ammoniaque. Quant aux phosphates de magnésie et de fer, on les redissout dans l'acide hydrochlorique, on fait bouillir la liqueur avec un excès de potasse, qui enlève tout l'acide phosphorique, et il reste les deux bases que, dans cet état, on peut séparer l'une de l'autre au moyen d'un acide faible, comme on sépare de la chaux le peroxyde de fer et l'oxyde de manganèse.

Il importe de faire remarquer qu'il y a des cendres qui renferment des phosphates alcalins, et qui, pourtant, quand on les traite par l'eau pure, donnent des liqueurs limpides, contenant toutes les substances alcalines ; telles sont, par exemple, les cendres provenant de la combustion des tubercules et des champignons. L'analyse de ces sortes de cendres est par là très-simplifiée, et on la fait comme l'analyse des cendres qui ne renferment pas de phosphates alcalins.

Cendres qui ne contiennent pas de phosphates alcalins. — Il y a dans ces cendres, en général, des carbonates, des sulfates, des chlorures et des silicates alcalins, du phosphate de chaux, du phosphate ou de l'oxyde de fer, de l'oxyde de manganèse, des carbonates de chaux et de magnésie, de la silice, et enfin du sable et de l'argile mélangés. En les traitant par l'eau bouillante, on dissout le plus souvent la totalité des sels alcalins ; cependant, quelquefois, les silicates alcalins ne sont décomposés ou dissous qu'en partie, et alors dans le résidu inso-

luble il reste des sursilicates alcalins. Les pailles des céréales sont presque toujours dans ce cas. Quoi qu'il en soit, on analyse séparément la partie qui se dissout dans l'eau et la partie qui ne s'y dissout pas.

On évapore la dissolution aqueuse, on chauffe le résidu jusqu'à fusion, et on le pèse pendant qu'il est encore chaud, parce qu'il est presque toujours très-déliquescent. On le traite par de l'acide acétique dont on chasse l'excès par évaporation; on filtre pour séparer la silice; on précipite successivement de la liqueur l'acide sulfurique par le nitrate de baryte et le chlore par le nitrate d'argent: du poids de ces précipités on déduit par le calcul le poids du sulfate de potasse et du chlorure de potassium, et on a le poids des carbonates alcalins par différence.

Quant à la partie des cendres qui est insoluble dans l'eau, on en prend un certain poids que l'on calcine fortement, de manière à en chasser la totalité de l'acide carbonique, et l'on pèse le résidu. Il ne se trouve plus dans ce résidu que des substances terreuses avec des oxydes de fer et de manganèse, parce que le peu de charbon que pourrait retenir la cendre brute est dissous et enlevé par l'acide carbonique qui se dégage. On prend une autre portion de la cendre brute lavée, on la traite par l'acide hydrochlorique, on évapore à sec; on traite le résidu par le même acide et on ajoute de l'eau à la dissolution; il reste de la silice gélatineuse, mêlée de terre et d'argile, dont on la sépare par le moyen de la potasse caustique, comme il a été dit ci-dessus. En ajoutant de l'ammoniaque à la dissolution dans l'acide hydrochlorique, on en précipite du phosphate de chaux, du phosphate de fer, de la magnésie et de l'oxyde de manganèse, parce que la chaux se trouve presque toujours en très-grand excès par rapport à ces deux dernières substances. On pèse le précipité calciné, puis on le reprend par l'acide hydrochlorique, comme il a été dit plus haut, et l'on précipite de la dissolution, d'abord la chaux et l'oxyde de manganèse par

l'oxalate d'ammoniaque, puis la magnésie et l'oxyde de fer par le phosphate d'ammoniaque. Du poids de la chaux, provenant de la calcination de l'oxalate, on déduit le poids du phosphate de chaux (qui a la composition du phosphate des os), et enfin on décompose par la potasse caustique bouillante le phosphate de magnésie ferrugineux, après l'avoir fait dissoudre dans l'acide hydrochlorique, et on sépare l'oxyde de fer de la magnésie comme il a été dit plus haut. Il reste encore dans la liqueur, d'où l'on a précipité les phosphates terreux, de la chaux et de la magnésie; on les précipite successivement, la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, et la magnésie par le phosphate, à moins qu'il reste en même temps dans la liqueur une quantité notable d'alcali, ce que l'on a dû rechercher par des essais préliminaires. Dans ce cas, après avoir précipité la chaux, on évapore la dissolution, on calcine le résidu, et il reste un mélange de chlorure alcalin, de chlorure de magnésium et de magnésie caustique que l'on pèse. On traite ce mélange par de l'eau bouillante, qui laisse la magnésie et dissout les chlorures; en retranchant le poids du résidu du poids primitif, on a par différence le poids des chlorures tant alcalins que magnésiens. Enfin en précipitant la magnésie par le phosphate d'ammoniaque additionné d'ammoniaque, on calcule aisément la proportion de chlorure de magnésium, et par une soustraction de son poids du poids total de chlorures on a la proportion de chlorures alcalins.

Quand toutes ces opérations ont été effectuées, il est facile de calculer la composition de la cendre en donnant à la chaux et à la magnésie toute la quantité d'acide carbonique qui leur est nécessaire pour leur saturation, et par suite on a aussi la proportion de cendre pure qui équivaut à la cendre brute que l'on a eu à analyser.

Il convient, pour l'usage des agronomes et surtout des physiologistes, d'exprimer la composition des cendres de deux manières : premièrement, en fractions décimales du

poids des cendres pures, et secondement, en fractions décimales du poids des plantes ou matières végétales, soit sèches, soit dans leur état naturel, qui ont été brûlées.

N° 4.

Note sur le lupin.

Le lupin est l'engrais vert le mieux adapté aux terrains argilo-siliceux. Dans les terrains calcaires, il pousse, très-ras du sol, un épi dont les fleurs se dessèchent du haut en bas, sans pouvoir fructifier.

Dans les environs de Nîmes, de Vienne et de Lyon, on cultive le lupin sur les alluvions argilo-siliceuses qui composent les plaines caillouteuses des bords du Rhône, et s'étendent parallèlement à la mer en Languedoc.

Dans cette partie du Midi, on sème le lupin en février sur un bon trait de charrue ; ensuite on enterre les grains à la herse. Ils ne doivent pas être enfouis profondément. Quand on veut obtenir du grain, on sème à raison de 120 litres par hectare ; on met 150 litres de semence lorsqu'on veut se procurer la fane pour l'enterrer. Cependant de bons cultivateurs prétendent qu'il ne faut pas dépasser la quantité de 120 à 140 litres, même pour se procurer la fane ; ils ajoutent que, quand le lupin est trop épais, les plantes montent sur une seule tige et ne deviennent pas touffues. A Nîmes, le prix moyen de l'hectolitre de graine de lupin est de 15 fr. ; à Lyon, nous l'avons obtenu souvent pour 13 à 14 fr. En mai, quand le plant a fleuri et pris tout son développement, on l'enterre avec une charrue à versoir, en ayant soin de placer sous l'age une planche qui courbe les tiges avant l'arrivée du soc. Il est essentiel de pratiquer l'enfouissement quand le sol est assez frais pour que le labour puisse être régulier et

exempt de mottes. Dans le cas contraire, beaucoup de plantes sont perdues puisqu'elles sont mal enfouies dans le sillon.

Les produits en grain varient nécessairement selon la richesse déjà acquise par le terrain. Ici, on n'obtient que six hectolitres de grain ; ailleurs, on a douze hectolitres. Quant à la quantité du fourrage, elle varie aussi selon le terrain et les circonstances météorologiques.

Après avoir enterré le lupin, on sème du blé sur le sol ainsi engraisé ; on regarde la récolte de ce blé comme moins chanceuse que celle qui vient sur du fumier d'étable. La paille en est moins abondante, mais les grains sont plus pesants et plus nets ; les champs sont moins souillés de plantes adventices.

D'après une note de MM. J. Roland et Fabre, de Nîmes, les frais de culture sont les suivants :

Labour pour semer et pour enfouir les plantes.	48 fr.
12 décalitres de semence à 2 fr. 50 c.	30
Loyer de la terre, demi-année.	30

108

On obtient 4,000 kilogrammes de fanes de lupin séchées au soleil, dosant 1.65 pour 100 d'azote ; ainsi, en totalité, on a 66 kilogrammes d'azote, valant :

$$\frac{108}{66} = 1 \text{ fr. } 63 \text{ c. le kilogramme.}$$

N° 5.

Note sur l'invention d'un nouveau moyen de transport d'engrais imaginé en Angleterre.

La distribution des engrais au moyen de tuyaux souterrains dirigés sur les différents champs de la ferme, et dans lesquels l'engrais liquide est poussé au moyen d'une pres-

sion, a été d'abord annoncée par M. Moll, dans le *Journal d'Agriculture pratique*, 3^e série, t. V, p. 45, 177; ce savant agriculteur a fait honneur de la découverte du système à M. Kennedy; plus tard M. de Lavergne, page 218 de son *Essai sur l'Économie rurale de l'Angleterre*, a cité M. Huxtable comme inventeur. Dans l'incertitude où me laissaient ces deux assertions, je me suis adressé à M. Chadwick, secrétaire du bureau de la santé à Londres, pour savoir la vérité. Voici la traduction d'un extrait de la lettre qu'il m'a écrite, en date du 16 décembre 1853 :

« Quant à la question qui concerne l'invention du nouveau système de traitement agricole pour la distribution d'eau simple ou d'engrais liquide, à travers des tuyaux d'irrigation, sous forme de pluie ou de jet d'eau, c'est moi qui en suis l'inventeur. Je mets plus de persistance à réclamer pour les autres que pour moi-même, et telle est sans doute la raison qui a pu laisser mon nom dans l'ombre. Mes études sur la question agricole ont été liées à l'amélioration des conditions hygiéniques des populations des villes. Depuis 1850, j'ai suivi avec une sérieuse attention toutes les questions qui avaient rapport à ce sujet. J'ai réuni tous les documents, étrangers et nationaux, qui ont été publiés, et j'ai publié mes propres travaux, sans mettre en avant mes prétentions personnelles.

« Il arrive souvent que les ingénieurs proposent, comme leur appartenant, des moyens dont ils n'indiquent pas l'origine. J'ai été peut-être négligent en passant sous silence le fruit de mes propres observations; je puis cependant affirmer que l'ensemble des conclusions du n^o 1^{er} au n^o 6, page 50, des publications du bureau de santé de Londres, sur l'application des boues de villes aux produits agricoles, est mon œuvre, ainsi que les conclusions n^{os} 6, 10, pages 60 et 61. Je ne crois pas qu'aucun autre exposé ait été préalablement fait sur ce sujet, et qu'aucun fait matériel ait été produit antérieurement, ayant quelque analogie avec le nouveau système

d'engrais dont il a été parlé, et qui a été développé dans la publication *sur l'application des fumiers des villes aux produits agricoles*.

« Appelé à penser sérieusement et constamment aux moyens d'améliorer l'hygiène de nos villes, et trouvant qu'elles ne pouvaient être parfaitement et économiquement nettoyées que par l'enlèvement perpétuel de toute matière animale en dissolution dans l'eau, et que cette eau infecte ne pouvait, sans préjudice, être jetée dans les cours d'eau naturels; prévoyant, de plus, l'importance d'utiliser ces eaux grasses; m'étant aperçu que la distribution de ces eaux servait à l'irrigation des prairies à Édimbourg et à Milan, et pouvait occasionner des émanations préjudiciables, j'ai pensé qu'il était nécessaire de trouver un autre moyen d'employer cet engrais liquide des égouts.

« J'avais d'abord songé à transporter le fumier des villes par la méthode que j'appellerai *irrigation souterraine*. Elle consiste à faire circuler ces eaux à travers des tuyaux de poterie, de manière à engraisser la couche inférieure du sol, où les plantes puisent leur nourriture. Je crois encore que cette méthode peut être appliquée avec succès, mais je n'ai pas eu le bonheur de la voir mise assez souvent à l'essai, pour être à même de présenter au public des applications pratiques suffisantes.

« J'avais imaginé en même temps la méthode de distribution de ces eaux par jets fonctionnant au moyen de la pression exercée par la vapeur ou tout autre moyen dans un long tube, terminé par une partie flexible. On obtient ainsi, au prix de 10 à 15 centimes, une quantité d'eau qui eût coûté plusieurs francs si l'on eût dû la charrier à bras. L'extrême modicité de la dépense, même dans les lieux élevés, m'a suggéré l'idée d'appliquer la même méthode à l'enlèvement des eaux vannes et à leur distribution, comme fumier, sur les champs et sur les prairies. J'avais déjà observé que l'eau qui approvisionne nos villes contient autant de limon que

l'eau chargée de fumier liquide, destinée à une seule fumure. Pendant l'été de 1842 (page 12 de mon *Rapport*), je persuadai au fils d'un éminent manufacturier, M. Henry Thimpson, de Cliterhoe, d'en faire le premier essai. Vous trouverez le compte rendu de cet essai dans l'*Appendice* du *Rapport*, page 149. M. le docteur Lyon Playfair était alors en visite chez M. Thimpson, et fut témoin de ces premiers essais du tuyau et du jet. J'ai moi-même provoqué d'autres essais, cités page 12 des *Minutes*, et page 147 de l'*Appendice*, et j'affirme comme constatée par l'expérience l'immense puissance absorbante du terrain, indiquée à la page 15. Ces détails ont été plus amplement développés par M. le professeur Way, et des expériences chimiques qu'il a faites à l'appui ont été publiées dans le *Journal de la Société royale d'Agriculture d'Angleterre*.

« M. Smith, de Deanston, avait proposé précédemment l'application des eaux des égouts des villes aux prairies; je la recommandai à M. Thimpson; M. Smith adopta alors mon principe et en fit l'application dans une ferme de Glasgow, appartenant à M. Hervey. Cette expérience, rapportée à la page 113 du *Rapport*, me semble tout à fait décisive.

« J'ai moi-même attiré l'attention de M. Huxtable sur cet objet, et je l'ai invité à en faire l'essai; il avait eu l'intention d'en parler dans un comice agricole réuni chez sir Robert Peel. Un des fils de sir Robert, le capitaine Peel, m'a consulté sur l'application de ce principe chez lui, où l'on avait déjà fait un essai. A la formation de la commission chargée d'examiner la question des égouts de Londres, j'insistai pour qu'on exécutât quelques essais, et j'en fis l'objet d'un rapport qui fut imprimé. J'ai distribué grand nombre d'exemplaires de ce rapport, et j'en ai envoyé un à l'honorable M. J. Kennedy, qui l'a communiqué à une personne de sa connaissance, M. Kennedy d'Ayr. M. Kennedy dit qu'après l'avoir étudié il a dirigé ses pensées de ce côté, et que, voyant surtout ce qui

avait été fait à Glasgow, il a invité un habile ingénieur à venir établir chez lui un système complet de travaux. C'est ainsi qu'a été faite la première grande et complète expérience. Son exemple a été suivi par M. Telfair et dans plusieurs fermes de l'Ecosse.

« L'honorable M. Dudley de Forstcuc et moi-même nous avons examiné en détail ces exemples, et, après les avoir consignés dans les minutes de l'information, nous avons pu les rédiger de manière à les mettre à la portée des différentes localités dont l'hygiène réclamait une distribution intelligente des fumiers des villes.

« J'ai remis ces minutes d'information à M. Mechi. Il a été convaincu et s'est décidé à en adopter tous les principes.

« D'après mon conseil, il a consulté sur l'exécution de ses travaux M. See, un de nos ingénieurs inspecteurs. L'exemple de M. Mechi a été des plus décisifs et des mieux appliqués dans le sud de l'Angleterre.

« Un de nos plus savants et de nos plus habiles horticulteurs, M. J. Paxton, se servait assez habituellement d'engrais liquides; je lui ai donné des conseils sur l'application des canaux souterrains à leur distribution, et il me répond qu'il a adopté le système des tuyaux irrigateurs, sur une étendue de 80 hectares de jardin, au palais de cristal de Sydenham. Il compte aussi couvrir la surface de ce jardin d'un double système de tuyaux, l'un contenant de l'eau pure, et l'autre de l'engrais liquide. Ces nouveaux moyens, placés sous la direction d'horticulteurs expérimentés, sachant déjà se servir des engrais liquides, donneront de brillants résultats agricoles; ils seront tels qu'on n'en a pas vu de pareils jusqu'à présent. »

Cette lettre renferme l'histoire complète de l'invention du système des tuyaux souterrains chargés de distribuer l'engrais sous la forme liquide; cette invention ne peut plus, selon nous, être contestée à M. Chadwick.

N° 6.

Frais d'une irrigation avec de l'engrais liquide.

Nous donnons ici l'état des dépenses faites pour l'établissement d'une irrigation avec de l'engrais liquide, dans une ferme de la Grande-Bretagne.

M. HUXTABLE : ÉTENDUE DE LA FERME, 105 HECTARES.

1,001 mètres de tuyaux de fonte de 0 ^m .10 de diamètre.	fr. 3,726.90	} fr. 18,223.65
3,904 mètres de tuyaux de 0 ^m .08 de diamètre.	9,252.07	
Ajustage.	4,614.43	
25 robinets et leur ajustage.	650.25	
182 mètres de tuyaux de jets en toile préparée.		352.94
		<hr/> 18,576.59

Dépenses capitales. 176 fr. 92 c. par hectare.

CHARGES ANNUELLES.

Intérêts de 18,223 fr. 65 c. à 7 1/2 pour 100.	1,366.77
Intérêts de 552 fr. à 25 pour 100.	88.00
Nettoyage des conduits.	1,461.00
Ouvriers pour manœuvrer les tuyaux.	853.60
	<hr/> 3,769.37

ou par hectare.. 35 fr. 89 c.

Au lieu d'être faits de toile, les tuyaux de jets sont généralement en gutta-percha ; ils coûtent davantage, mais durent plus longtemps.

Au lieu de tuyaux en fonte, on peut se servir de tuyaux faits en béton, d'après le procédé de M. A. de Gasparin, que je vais décrire ; ces derniers tuyaux ne coûtent que de 1 fr. à 1 fr. 50 le mètre, au lieu de 3 fr. 75 à 4 fr., et quel que soit leur diamètre intérieur, pourvu qu'il ne dépasse pas 0^m.12 à 0^m.15 ; on peut obtenir ainsi, sur le capital primitif, une diminution de 5,620 fr. dont l'intérêt, à 7 1/2 pour 100, est de 420 fr. Les

charges annuelles ne seraient donc plus que de 3,348 fr. 31 fr. 88 cent. par hectare, au lieu de 35 fr. 89 cent.

Le moyen employé par mon frère, M. Augustin Gasparin, pour établir des conduites d'eau, consiste à creuser une rigole, de la profondeur que l'on veut donner à la conduite. On tapisse le fond de la rigole d'une bonne couche de béton; on place sur cette couche un tuyau en toile semblable à celui des pompes à incendie, et rempli d'eau. On en soulève l'extrémité à l'air, pour que la pression maintienne le tuyau bien rempli et gonflé; puis on recouvre le tout d'une épaisse couche de béton. Alors on retire le tuyau, qui se vide, et on l'emploie de nouveau à recommencer la même opération, et ainsi de proche en proche. Plusieurs de ces conduits, qui existent depuis plus de douze ans, n'ont éprouvé aucune dégradation.

N° 7.

Prix du kilogramme d'azote du fumier.

D'après des expériences faites au célèbre Institut d'Hohenheim (Wurtemberg), le compte du fumier produit par des vaches ayant 760 kilogrammes de poids vif, peut s'établir de la manière suivante :

DÉPENSES :		
Valeur de la vache, 210 fr.; intérêts.	12.00	} 85.20
Renouvellement $\frac{1}{30}$.	8.00	
Intérêts de la valeur des ustensiles.	10.00	
Entretien desdits..	0.57	
Balais.	0.65	
Médicaments.	0.58	
Éclairage.	0.72	
Soins à 13 cent. par jour.	47.15	
Intérêt des bâtiments.	2.50	
Taureau.	3.00	
Nourriture : foin, 6,925 kilogrammes à 3 fr. 20 c.	221.60	} 29.082
Litière, 1,400 kilogrammes à 2 fr.	29.22	
		<hr/> 356.20

PRODUITS :

	fr.
Les 0.77 d'un veau à 34 fr.	26.56
Lait, 1,992 litres à 10 cent.	199.36
Fumier dosant 41 ^l .41 d'azote (<i>Voyez</i> ci-après).	90.10
	<hr/> 336.02

Le kilogramme d'azote de l'engrais vaut

$$\frac{90.10}{41.41} = 2 \text{ fr. } 17 \text{ c.}$$

PRODUCTION DU FUMIER.

	kil.
5,135 kilogrammes de foin dosant 1.15 pour 100 donnent en azote.	59.00
Dont les 0.83 font.	<hr/> 48.97
A déduire, pour 1,992 litres de lait dosant 0.57 d'azote pour 100 litres.	11.35
	<hr/> 37.62
A ajouter, pour 1,460 kilogrammes de paille.	3.79
	<hr/> 41.41
Total de l'azote de l'engrais.	

On voit que chaque vache a donné dans son engrais 5 kilogrammes d'azote par chaque 100 kilogrammes de poids vif.

N° 8.

Produit d'une étable composée de vaches bretonnes.

D'après un compte qu'a donné M. Heuzé, on peut établir de la manière suivante les frais de nourriture et les produits d'une étable formée de vaches bretonnes.

Supposons 13 vaches de 400 kilogrammes, poids vivant moyen.

Leur nourriture consiste dans les aliments suivants :

5,850 ^k	navets	dosant 0.13 d'azote pour 100.	7.60
9,360	rutabagas	— 0.17 —	15.91
6,240	pommes de terre	— 0.36 —	22.46
7,360	betteraves	— 0.21 —	16.46
35,640	choux	— 0.28 —	99.79
55,770	trèfle	— 1.54 —	358.86
7,020	maïs	— 0.18 ^d —	12.63
			552.71

Cette quantité est l'équivalent de 46,323 kilogrammes de foin, et non de 56,160 kilogrammes, comme le dit M. Heuzé. Au reste, c'est une ration suffisante pour les vaches de cette taille.

DÉPENSES :

Prix de la vache : 150 fr., intérêts.	fr.	97.50	fr.
Renouvellement ou amortissement de va-			
leur, $\frac{4}{50}$.		65.00	
Entretien du mobilier.		20.00	
Éclairage.		10.00	
Médicaments.		30.00	887.50
Loyer des bâtiments.		50.00	
Soins. { Une domestique. 120		612.00	
{ Une vachère. 60			
{ Nourriture et blanchiss. 432			
Taureau.		3.00	
Nourriture, 46,323 kilogrammes de foin à			
3 fr. 20.		1,482.53	2,045.53
Litière, 28,000 kilogrammes de paille à 2 fr.		560.00	
			2,929.85

PRODUITS.

11 veaux.	fr.	110.00
1,920 litres de lait par vache, ou pour les 15 vaches,		
23,040 litres de lait à 10 c.		2,304.00
Fumier dosant 387 ^k .63 d'azote.		515.83
		2,929.83

Le kilogramme d'azote coûte $\frac{515.83}{387.62} = 1 \text{ fr. } 85 \text{ c.}$

On vend les veaux beaucoup plus jeunes qu'à Hohenheim, aussi la quantité de lait est proportionnellement plus considérable. (Voir Appendice; n° 7.) Cette différence augmente la valeur du fumier et en diminue la quantité.

PRODUCTION DU FUMIER.	
La nourriture donne en azote.	kil. 532.71
Dont les 0.83.	442.14
Production de 23,040 litres de lait à 0.57 pour 100 d'azote; à retrancher.	431.82
Reste.	310.32
Pour la paille, à ajouter.	86.80
Total de l'azote du fumier.	387.62

Chaque 100 kilogrammes d'animal vivant a donné, sans compter la litière, 5^k.97 d'azote dans son engrais. A Hohenheim, chaque 100 kilogrammes de chair vivante recevait dans sa ration annuelle 10^k.48 d'azote ou dans sa ration journalière 28^g.7.

M. Heuzé indique 10^k.24 d'azote par an, par 100 kilogrammes de poids vif, ou 28^g.6 par jour.

Si nous augmentons le prix du fourrage, nous augmenterons dans la même proportion le prix de revient de l'engrais.

Si nous baissions le prix obtenu du lait, nous augmenterions aussi la valeur de l'engrais. Ainsi, portons dans le compte des vaches bretonnes, le fourrage à 4 fr. au lieu de 3 fr. 20, le prix du lait restant le même, et nous trouverons que le fumier reviendrait alors à 2^f.09 le kilogramme d'azote; le fourrage étant compté à 5 fr., le kilogramme d'azote du fumier coûterait 3^f.50; et, si le fourrage était porté à 6 fr., le prix du kilogr. d'azote du fumier deviendrait 4^f.68.

M. Heuzé a fait un travail fort intéressant sur la valeur du lait dans ses différents emplois, suivons-le dans ses déductions pour voir l'influence que ce prix aura sur la valeur du fumier.

Si le lait était vendu à la ville au prix de 0^f.20 le litre, le fumier ne coûterait rien au cultivateur; il en serait encore de même si le prix du lait descendait à 0^f.15. Quand on fait du fromage, le lait n'est payé que 0^f.10 et le mètre cube de fumier revient à 1^f.52; si on fait du beurre, le lait n'est payé que 0^f.078, et le fumier coûte 3^f.20; enfin si le lait est employé à élever des veaux, cet usage ne permet de le payer que 0^f.058 et le fumier revient à 5^f.83.

On doit donc faire une grande attention à l'emploi des produits. Les gens négligents se croient quittes de soins quand ils ont obtenu d'une vache une grande quantité de lait; les hommes soigneux savent qu'avec la moitié de cette quantité ils peuvent réaliser la même somme de bénéfices, s'ils parviennent à faire du lait un meilleur emploi.

N° 9.

Compte d'un engraissement de moutons.

Nous reproduisons ici le compte d'un engraissement de 100 moutons fait en 1850 chaque tête pesant en moyenne 40 kil. de poids vif.

DÉPENSES.		
	fr.	fr.
100 quintaux métriques de luzerne à 5 fr.	500.00	} 554.00
Paille.	54.00	
Prix d'achat à 50 centimes le kilogramme vif.	2,000.00	} 2,352.50
Intérêts pour 3 mois à 6 pour 100.	40.00	
Assurance 2,5 pour 100 pour 3 mois.	50.00	
Loyer d'un bâtiment de 1,250 fr. à 6 pour 100.	62.50	
Frais de garde pendant 3 mois.	180.00	
		2,886.50

PRODUITS	
	fr.
100 moutons pesant 52 kilogrammes à 50 cent.	2,600.00
Fumier dosant 183.6 d'azote	286.50
	2,886.50

La cherté des bêtes à engrais et la connivence des bouchers n'ont pas permis de retirer de leur chair après l'engraissement un prix plus élevé qu'avant.

1 kilogramme d'azote du fumier coûte :

$$\frac{286.50}{183.60} = 1 \text{ fr. } 56 \text{ c.}$$

DÉTAIL DE LA PRODUCTION DE L'ENGRAIS.

	kil.
100 quintaux métriques de luzerne contiennent en azote.	194.00
Dont le mouton reproduit les 0.91.	176.50
La paille contient.	7.10
Total.	183.60

N° 10.

Compte de l'entretien des chevaux.

Voici quelles ont été les dépenses faites pour l'entretien d'un cheval du poids de 450 kilogrammes :

	fr.	fr.
Achat du cheval, 700 fr. Intérêts à 6 pour 100.	42.00	} 181.62
Assurances, 10 pour 100	70.00	
Harnais, 65 fr. à 25 pour 100.	17.00	
Instruments aratoires et chariots 215 fr. pour 2 chevaux, ou 107 fr. 50 c. pour chacun, à 20 pour 100.	21.40	
Ferrure.	12.00	
Vétérinaire.	3.00	
Éclairage.	0.72	
Soins.	10.50	
Logement.	5.00	
6,570 kilogrammes de foin ou l'équivalent à 3 fr. 20 cent. .	210.25	
879 kilogrammes de paille de literie à 2 fr.	17.60	
		409.47

Le produit est composé de deux inconnues : le prix du travail (le cheval fait 210 journées) et le prix de l'engrais.

Nous prenons pour type du travail de labour fait dans une terre moyennement forte, où la bêche dynamométrique (*Cours d'Agric.*, t. I, p. 147) enfonce de 50 millimètres et laboure à la profondeur de 0^m.16. Le travail d'une journée produit le labour de 47 ares 60 centiares; ce qui est l'équivalent d'une force qui élèverait 552 mètres cubes d'eau à la hauteur d'un mètre. Un cheval appliqué à une noria élève de 600 à 900 mètres cubes d'eau par jour, c'est un travail beaucoup plus fort que le travail moyen de nos bêtes de labour.

L'eau distribuée par les canaux coûte environ 0^f.0042 le mètre cube; c'est le prix que les agriculteurs trouvent suffisamment modéré. A ce taux, la journée des chevaux d'agriculture vaudrait 1 fr. 39 cent.

Quant au fumier, son prix s'établit ainsi qu'il suit :

6,570 kilogrammes de foin dosant azote. . .	kil. 75.55
A réduire à 0.81 à cause des pertes.	<u>61.19</u>
A déduire pour 10 heures de travail pendant lesquelles le cheval est absent de l'écurie, et pendant 210 jours. Reste. . .	46.52
Paille.	<u>2.28</u>
	<u>48.80</u>

La recette se compose donc ainsi qu'il suit :

210 journées à 1 fr. 39 c.	fr. 291.90
48 ^k .80 d'azote pour solde.	117.57
	<u>409.47</u>

Le kilogramme d'azote vaut $\frac{117.57}{48.80} = 2 \text{ fr. } 41 \text{ c.}$

Ce chiffre varie comme le prix du fourrage; par exemple, souvent le foin coûte 5 fr., le kilogramme d'azote coûte alors 4 fr. 83 cent. Mais aussi on peut tirer un prix plus élevé du

travail du cheval : 1° si on parvient à lui faire faire un plus grand nombre de journées de travail ; 2° si ses journées de travail sont occupées d'une manière plus lucrative. Nous n'avons eu en vue ici que le travail ordinaire de la ferme, et nous concevons qu'il peut être organisé d'une manière plus avantageuse. Il y a des améliorations à réaliser, sous ce rapport ; nous l'avons démontré dans cet ouvrage.

N° 11.

Valeur du fumier de ferme.

La valeur du fumier de ferme dépend du nombre et de la qualité des animaux que l'on rassemble sur une exploitation rurale, et aussi des modifications que peuvent subir les résultats énoncés dans les notes précédentes, selon le prix du fourrage, selon que les animaux sont rationnés plus ou moins abondamment, et enfin, selon le prix que l'on retirera de leurs produits.

Nous ne pouvons ici que donner un exemple de la manière de procéder pour trouver cette valeur, après que l'on aura fait à la valeur des différentes espèces d'animaux les corrections que nous venons d'indiquer.

Soit une ferme qui contienne les animaux suivants :

	Nombres de kilog. d'azote produits.	Valeur du kilog. d'azote.	Valeur totale de l'azote du fumier.
	kilog.	fr.	fr.
4 chevaux produisant ensemble.	195.20	2.41	470.43
13 vaches bretonnes.	387.63	1.32	512.83
100 moutons d'engrais.	183.60	1.56	286.50
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	766.43		1269.76

Le prix du kilogramme d'azote est $\frac{1269.76}{766.43} = 1 \text{ fr. } 657.$

N° 12.

*Sur la nitrification et sur la source de l'azote absorbé
par les plantes.*

M. Cloez a cherché par des expériences rigoureuses si l'acide nitrique (azotique) peut se former par la combinaison directe de l'azote et de l'oxygène de l'air, sous l'influence d'une matière poreuse, alcaline ou calcaire, et en l'absence de toute substance organique azotée ou ammoniacale.

Dans ce but, il a fait passer un courant d'air, débarrassé de toutes vapeurs acides ou ammoniacales, à travers une série de flacons placés à la suite les uns des autres et remplis de fragments d'une substance poreuse, imprégnés d'un carbonate alcalin ou terreux.

L'expérience, commencée le 15 octobre 1854, a cessé à la fin du mois d'avril suivant, au moment où l'on a vu des efflorescences salines apparaître dans quelques-uns des flacons. Ces efflorescences étaient formées de nitrates en quantité notable dans les flacons contenant de la craie, de la ponce calcinée et de la ponce ordinaire.

On a trouvé aussi des nitrates dans la craie de Bougival et dans d'autres calcaires purs ou mélangés de carbonates alcalins, et dans du kaolin mélangé de carbonate de chaux ; on n'en a point trouvé dans les os calcinés, ni dans la terre argileuse. Il paraît donc que dans certaines circonstances l'azote et l'oxygène de l'air pourraient se combiner et se fixer dans le sol à l'état de nitrate de potasse, de nitrate de soude ou de nitrate de chaux. On sait que ces nitrates sont d'excellents engrais. De semblables recherches méritent donc d'être continuées, parce qu'elles ont un très-grand intérêt agronomique.

N^o 13.*Modification du sol par les agents mécaniques.*

Lettre à M. Léonce de Lavergne, ancien Professeur d'Économie rurale
à l'Institut agronomique de Versailles.

Monsieur,

En lisant les articles que vous avez publiés sur des sujets agricoles, dans la *Revue des Deux Mondes*, depuis notre séparation à Versailles, je me félicite chaque jour de l'heureuse circonstance qui vous a appelé à étendre vos études économiques à des sujets qui touchent à l'agriculture ; ces articles remarquables me font déplorer de plus en plus les suites de l'orage qui a dispersé ce groupe de jeunes professeurs et de jeunes élèves dont l'émulation promettait de si beaux résultats à une science si intimement liée au progrès de la prospérité publique. Nous sommes cependant à une époque où il importe que l'agriculture française ne se laisse pas devancer, surtout si l'on considère les perfectionnements qui se réalisent chaque jour dans la Grande-Bretagne et aux États-Unis.

Votre article sur l'exposition de Gloucester ¹ touche à trois points principaux dont il importe de développer les conséquences, et sur lesquels je vous demande la permission de vous entretenir quelques instants. Ainsi, laissant de côté tous les perfectionnements de détail qui s'appliquent à des machines déjà connues, et dont les effets ne sont pas toujours en rapport avec leur prix d'achat, je ne vous parlerai ici que de la moissonneuse, de l'application de la vapeur aux machines agricoles et de ce que vous avez dit dans le *Jour-*

¹ *Revue des Deux Mondes*, 1^{er} août 1853.

nal d'Agriculture pratique, sur ce livre excentrique qui compare la culture perfectionnée de la terre au travail de la taupe.

Dans la pratique de l'agriculture, on distingue deux ordres de travaux : le travail annuel, qui peut se faire à ses heures, sans nécessité absolue de commencer et d'achever dans un intervalle de temps trop servilement limité ; puis les travaux qui ont une échéance fatale, et qui ne peuvent être retardés sans risque de tout perdre. Les premiers, tels que les labou-rages, les binages, les semis, les plantations, etc., sont exécutés au moyen des valets de la ferme, loués à l'année, et que l'on peut nommer les troupes régulières de l'armée agricole ; les seconds sont principalement ceux qui se rapportent aux récoltes, et surtout à certaines récoltes. Faute de procéder à temps à ces dernier travaux, les céréales, le colza, etc., s'égrènent ; le raisin pourrit ; les pluies détrempe le terrain, et ne permettent plus la récolte des racines ; le ver à soie meurt faute d'aliments. Les valets attachés à la ferme ne peuvent suffire à ces travaux ; on leur adjoint des ouvriers à la journée, qui sont à proprement parler les troupes irrégulières de l'armée agricole.

On parvient facilement à se procurer le nombre de bras nécessaire pour la première espèce de travaux, parce que, répartis sur un espace de temps considérable, ils n'emploient à la fois qu'une partie de la population ouvrière ; mais, comme les travaux de la seconde espèce se présentent simultanément sur tous les points du territoire, et qu'ils exigent le concours de tous les bras disponibles, le recrutement, l'organisation immédiate de bandes d'ouvriers, il en résulte souvent les plus grandes contrariétés.

On a d'abord à lutter contre la concurrence de tous les ateliers agricoles qui se disputent les bras, font renchérir la main-d'œuvre, et débauchent les ouvriers déjà engagés ailleurs ; de là des récoltes compromises par les retards qu'éprouvent les cultivateurs qui n'ont pas su en temps utile se pourvoir

d'ouvriers ; de là aussi l'insubordination des ouvriers, qui se sentent indispensables. On a vu encore (1853) des ouvriers refuser absolument leur concours, trouvant plus avantageux de glaner, à cause de la cherté des grains et du mauvais état du blé versé dans des champs, où les moissonneurs, peu nombreux et mal secondés, laissaient beaucoup d'épis sur les champs après le sciage. En un mot, dans les années où la maturité est hâtée par de grandes chaleurs, on éprouve toutes sortes d'embarras et des pertes de toute espèce, si ce n'est dans les pays voisins des montagnes, où la maturité étant retardée, les habitants peuvent prendre part à la moisson de leurs voisins avant de songer à leur propre moisson.

Toutes ces difficultés poussent les entrepreneurs de culture à chercher tous les moyens qui peuvent leur permettre de licencier les forces irrégulières pour ne conserver que les forces mieux disciplinées, dont la solde connue permet d'apprécier d'avance le résultat économique des opérations ; on ne veut plus que des travaux qui ne laissent aucun doute sur la possibilité d'employer en temps utile des ouvriers dont l'action sera suffisante.

Pour y parvenir, on a d'abord appliqué la mécanique à une opération qui exigeait un grand nombre de journées d'ouvriers, et que l'on ne pratique qu'après les récoltes : je veux parler du battage des grains. On a remplacé l'action musculaire de l'homme par celle des machines, comme plus anciennement on avait remplacé la houe à la main par la houe à cheval. Mais la suppression du travail d'hiver de la grange a pu avoir pour résultat une économie, sans influencer en quoi que ce soit sur l'emploi des bras étrangers. D'ailleurs le battage en grange pouvait commencer, être suspendu, repris ou prolongé sans graves inconvénients : l'ouvrier ne peut nullement ici dicter la loi au fermier. Là n'était donc pas la solution du problème qui préoccupait l'industrie agricole.

On s'est rapproché du but par l'invention des machines à faner le foin ; mais, le temps propice pour la fauchaison des prairies étant moins rigoureusement circonscrit que celui de la moisson des céréales, et la fenaison ne figurant que pour un quart dans les frais de la récolte du foin, on a moins besoin de remplacer les bras pour cette opération par les machines à faner qui, quoique très-bonnes, sont cependant peu usitées en Angleterre, pays qui adopte si facilement l'application des machines à l'agriculture.

Il en est tout autrement d'une moissonneuse dont on annonce les essais avantageux. Si l'on parvenait à résoudre le problème d'effectuer en temps utile la récolte des blés sans augmenter le nombre des ouvriers habituels de la ferme, on toucherait à un moment qui pourrait être très-critique pour nos cultures continentales. En effet, la production des céréales est maintenant partagée entre la culture extensive des steppes et des terres vagues, et la culture intensive des terrains fertilisés par une longue suite de travaux. Dans la culture extensive on défriche à volonté et sans limites, et aussi souvent qu'on le juge nécessaire l'on transporte la culture d'un terrain épuisé à un terrain neuf. Un produit relativement médiocre suffit pour dédommager amplement le cultivateur qui ne donne que des façons légères à ses terrains. Dans la culture intensive, on a à payer une rente élevée, et il faut réparer, par des engrais, la fertilité enlevée au terrain par les récoltes.

La question entre les deux cultures serait bientôt décidée si, pour une population agricole donnée, les pays neufs pouvaient produire du blé en quantité plus considérable que les pays anciens ; mais le manque de population s'y oppose. Le contingent apporté sur les marchés par les plaines défrichées de l'Amérique et celles de la Russie est un secours pour l'Europe en temps de disette, mais il ne peut abaisser que dans une faible proportion le prix des grains quand ce prix n'est pas élevé en Europe.

Or, chez nous, la culture du blé exige cinq à six journées d'ouvriers par hectare, jusques et inclus l'ensemencement. Les journées sont réparties sur plusieurs mois. La moisson, comprenant le fauchage et le liage des gerbes, exige par hectare cinq journées d'ouvriers, mais doit être faite dans un intervalle de douze à quinze jours. Ainsi l'on aura beau avoir les forces nécessaires pour cultiver et semer une vaste étendue de terrain, on sera fatalement renfermé dans un nombre d'hectares égal au cinquième du nombre des bras dont on pourra disposer pour la moisson, multiplié par le nombre de jours qu'elle doit durer. Avez-vous seulement dix ouvriers disponibles? s'il faut opérer en quinze jours, l'extension de votre culture devra se borner à trente hectares, tandis que ces mêmes ouvriers avec quatre charrettes, auraient pu en cultiver et en semer quatre-vingts. Sans s'attacher à discuter ce détail, qui peut varier selon les lieux, il suffit de montrer qu'il y a une limite assez étroite posée à la culture des céréales dans l'état actuel de nos procédés agricoles, si l'on ne peut pas appeler à son secours des populations étrangères à la localité.

On concevra maintenant quelles espérances font naître chez les Américains du Nord, qui ont une étendue illimitée de terres et une population encore très-dispersée, l'annonce d'une machine qui faciliterait et accélérerait les récoltes.

Une moissonneuse a été imaginée en Écosse, dans les premières années de ce siècle; aussi ce pays réclame la priorité de l'invention, mais les essais de la machine d'Amérique sont les seuls qui nous soient encore connus comme ayant une certaine valeur pratique. Vous avez vu marcher cette machine, et vous nous dites qu'elle accomplit, d'une manière fort imparfaite, la tâche de moissonner cinq hectares par jour avec l'aide de deux ouvriers. On arrivera certainement à faire mieux et à faucher fort nettement le champ, à ranger la paille en ondains et à gagner quelque

chose sur le temps de la moisson ; mais le fameux problème ne sera pas résolu si la machine à moissonner se borne à économiser pour le fauchage du blé le tiers du nombre de bras employés jusqu'à ce jour.

Par le procédé ordinaire, il faut pour moissonner en un jour soixante ares de blé, il faut un faucheur et deux autres ouvriers employés aux opérations accessoires, ou cinq ouvriers pour un hectare. La moissonneuse exige deux ouvriers pour diriger la machine qui coupe cinq hectares, et dix ouvriers pour ranger les javelles et lier les gerbes, ou 2.4 ouvriers par hectare ; elle procurerait donc l'économie de la moitié des bras. C'est déjà beaucoup, mais ce n'est pas encore assez ; on est déchargé d'une partie du fardeau, mais on n'en est pas délivré.

Il en serait tout autrement si l'on pouvait se dispenser de lier les gerbes ; mais il faudrait recourir à une autre construction de la machine à battre, et occasionner d'assez grands embarras dans le battage, à moins que la moissonneuse ne sépare immédiatement les épis de la tige, sans s'embarasser de fouler aux pieds la paille dont les habitants de ces pays déserts ne font pas grand usage, et qu'ils consentiraient sans scrupule à laisser pourrir sur le sol si cela pouvait faciliter leurs opérations.

Or cette manière d'opérer la moisson n'est pas nouvelle : au dire de Pline et de Palladius, elle était usitée chez les Gaulois, nos ancêtres. Pline n'en donne qu'une indication rapide¹ ; Palladius décrit cette méthode en détail², et je mets sous vos yeux la traduction de ce passage : « Les habitants des plaines de la Gaule se servent, pour moissonner, d'un appareil au moyen duquel un bœuf remplace le travail des hommes pour toute la récolte. C'est un chariot monté sur deux petites roues, et dont les quatre côtés sont garnis de planches inclinées en dedans, de sorte que la sur-

¹ Lib. XVIII, cap. LXXII.

² Lib. VIII, cap. XI.

face supérieure du chariot est plus spacieuse que le fond. Son côté antérieur est plus bas que les autres côtés, et garni de dents recourbées par le haut et espacées de manière à arrêter les épis. Derrière le chariot est placé un brancard très-court, semblable au brancard des litières. On y attèle, avec des courroies, un bœuf dont la tête est tournée vers le chariot. Il faut que cet animal soit très-doux, et qu'il mesure ses efforts sur la volonté de son conducteur. Quand il pousse le char à travers les moissons, la paille s'engage entre les dents du peigne, se rompt, et l'épi tombe dans le char. Le bouvier qui dirige l'opération élève ou abaisse le peigne selon la hauteur des épis, et en un petit nombre d'allées et de venues tout le champ est moissonné. Cette méthode est usitée dans les terrains plats et sans inégalités, et dans ceux où l'on ne fait pas grand cas de la paille. »

Lasteyrie, dans sa collection de machines et instruments¹, a donné un dessin qui représente assez bien la machine décrite par Palladius.

Si l'on parvenait à recueillir isolément les épis, la machine à battre serait bien simplifiée ; elle pourrait se réduire à l'action de deux meules suffisamment écartées pour dépouiller le grain de la balle en froissant l'épi. Sans doute alors, les steppes (je continue à désigner par ce nom les vastes terrains peu peuplés) pourraient produire une grande quantité de grains, mais cette quantité serait encore limitée par la possibilité de cultiver et d'ensemencer une étendue proportionnée de terres. Supposez qu'une charrue puisse donner à trente hectares ces cultures légères qu'on regarde comme suffisantes dans de tels pays, et que le sol produise quatorze hectolitres de grains par hectare, semence déduite. Chaque cultivateur produirait donc quatre cent vingt hectolitres de blé, dont la plus grande partie pourrait être exportée.

¹ Voir la partie de cet ouvrage qui traite de l'origine des instruments d'agriculture, planche VIII, fig. 50.

Or, dans l'état actuel des choses, avec les moyens restreints que l'on possède pour effectuer la récolte, chaque ouvrier ne peut cultiver que deux hectares, et produire seulement vingt-huit hectolitres, à moins que des bras étrangers ne lui viennent en aide. La production des steppes pourrait donc devenir quinze fois plus grande par le seul perfectionnement des procédés de récolte dont nous venons de supposer l'adoption.

Mais on est aussi sur la voie de procédés de culture plus expéditifs. L'auteur du petit écrit intitulé *la Taupe*, dont vous parlez, vit dans l'attente de nouveaux moyens plus puissants pour ouvrir le sol, et témoigne d'avance son dédain pour la bêche, la charrue, les herses, qu'il considère comme l'enfance de l'art. Ne méprisez pas trop ces prévisions, qui pourraient bien aussi se réaliser prochainement. Quand la défonceuse Guibal fut présentée au Concours de Versailles, et que, grâce au champ d'expérience, aux atteleages de l'Institut agronomique et au zèle de ses professeurs, on put en faire l'essai sur le terrain, vous avez vu comme moi les effets remarquables de cette machine et il nous fut facile de reconnaître dans cet instrument le rudiment et l'idée fondamentale d'un nouveau système de culture. Je persistai seulement à regarder comme impossible l'application de la vapeur au labourage ordinaire, application qui semblait une vraie chimère quand on cherchait à faire mouvoir la charrue, laquelle ne peut recevoir qu'un mouvement direct, continu et horizontal.

Quatre bœufs mettaient en action la puissante défonceuse Guibal et remuaient énergiquement la terre à trente centimètres de profondeur, aussi bien que la pioche aurait pu le faire. Ils la soulevaient, l'ameublissaient, la mélangeaient et agissaient sur les terres les plus durcies comme sur les terres les plus meubles. Dans son état actuel, la défonceuse inventée par M. Guibal, de Castres, est une roue en fonte de quatre-vingt centimètres de diamètre, pesant 300 kilo-

grammes, armée de trente-deux dents ou pioches de trente centimètres de longueur et disposées sur deux rangs à son pourtour. Elle fait sans contredit, avec quatre bœufs ou quatre chevaux, le travail que l'on n'obtiendrait pas de huit de ces animaux, obligés de réduire la terre dans le même état par plusieurs labours consécutifs.

Supposons maintenant que la défonceuse soit armée de neuf rangs de dents au lieu de deux. Il faudrait dix-huit chevaux pour la mettre en mouvement, et probablement plus encore à cause de la perte de force qu'occasionne l'élasticité des cordes dans les attelages nombreux; on ne tarderait pas à voir qu'il serait préférable de se servir de machines moins fortes et d'attelages de quatre chevaux au plus. Mais cette grande machine serait mise en mouvement sans obstacle par douze chevaux-vapeur. Ainsi d'un côté, nous employons dix hommes, et de l'autre deux hommes seulement. Une population agricole cinq fois moindre mettrait en un mois cinquante-quatre hectares de terrain en état d'êtreensemencés, ce que deux hommes ne pourraient faire maintenant qu'en dix mois; or ce temps dépasse celui pendant lequel le travail de la terre peut être fait utilement dans le cours de l'année.

On peut juger maintenant quelle extension est susceptible de prendre la culture dans les vastes plaines incultes, et quelle masse énorme de denrées s'écoulerait alors vers les pays peuplés de l'Europe, surtout de céréales, qui, dès qu'elles ont été récoltées, ont besoin de moins de préparation que toute autre denrée. Le mouvement commencera sans doute par les États-Unis d'Amérique, pays qui est au courant de tous les progrès, qui les devance souvent, et qui dispose à la fois de l'activité de la race anglo-saxonne, de grands capitaux et d'un crédit très-considérable. Ce n'est que plus tard que ce progrès pourra s'étendre à des pays moins avancés. Quelles sont les ressources de l'Europe pour résister à cette invasion ?

Écartons d'abord la possibilité de s'enfermer longtemps dans une ligne de douanes. Cela se pouvait quand il ne s'agissait que de petites différences ; mais, si nous ne faisons pas de progrès et que le pain étranger à moitié prix se présentât à notre frontière, il serait bien difficile de persuader longtemps au peuple de manger le pain de France à un prix double. Le patriotisme et le zèle pour la protection de l'agriculture nationale ne pourraient se maintenir longtemps à ce degré de ferveur.

Il ne reste donc qu'à abaisser le prix de revient de nos grains, de manière qu'ils puissent être vendus au même prix que le blé étranger, chargé de ses frais de transport. Or ce résultat peut être obtenu par des améliorations agricoles telles que : le drainage des terrains humides, l'irrigation des terrains secs ; l'engrais obtenu à un prix aussi bas que possible et réparti libéralement sur les terres, de telle sorte qu'avec la même quantité de main-d'œuvre, la quantité de la récolte double et triple ; l'association à la culture du blé de cultures intercalaires qui ne laissent jamais le terrain sans emploi ; l'introduction d'instruments d'agriculture perfectionnés, qui réduisent la somme du travail appliqué aux cultures.

On sait avec quelle ardeur l'agriculture de la Grande-Bretagne se livre à ces perfectionnements : le drainage ; l'amélioration et l'accroissement du bétail ; la nourriture à l'étable que l'on substitue rapidement au parcours, comme moyen d'augmenter la production des engrais ; l'importation du guano et des tourteaux de graines oléagineuses ; l'adoption des moyens mécaniques les plus perfectionnés.

En France, nous procédons bien plus lentement, et pour des causes qu'il faut examiner avec quelque détail. Si cette lettre vous paraît avoir quelque intérêt, je vous demande la permission de vous entretenir de cette question si importante dans une prochaine lettre.

Agréez, etc.

N° 14.

Sur les moyens d'améliorer le sol.

Deuxième lettre à M. Léonce de Lavergne.

Orange, le 20 octobre 1853.

Monsieur,

Vous désirez que je continue à vous entretenir des probabilités que présentent les changements agricoles qui sont imminents; que j'insiste de nouveau sur l'ascendant qu'ils peuvent donner aux pays vastes et peu peuplés sur les contrées qui sont plus avancées en civilisation et en population, vous voulez que je m'explique sur les moyens que les nations placées dans les conditions où se trouve la France peuvent employer pour soutenir la lutte contre des puissances telles que la Russie ou l'Amérique. Je reprends donc mon sujet, et, avant tout, je ne crois pas inutile de chercher à donner une juste idée de la position actuelle des pays qui peuvent devenir nos rivaux, et de l'état de leur production.

Je prends mes exemples dans la Russie méridionale, qui est aujourd'hui la principale source des approvisionnements de l'Europe. Jusqu'en 1847, les blés, arrivés dans les entrepôts européens d'Ancône, de Marseille, de Hambourg, y étaient cotés 13 à 14 fr. l'hectolitre; leur prix d'achat était de 8 à 9 fr. à Odessa. Il semble étonnant que des grains, qui ont quelquefois 800 kilomètres à parcourir pour arriver à ce dernier port, puissent être cédés à si bon marché; mais les frais de transport sont presque nuls pour les propriétaires de l'intérieur de la Russie.

« Leurs serfs ou mouzics effectuent ces transports. Ils

chargent le blé sur de petites charrettes attelées de deux bœufs. On leur remet une provision de farine dans un petit sac. Le voyage dure quelquefois un mois. Le soir, quand le mouzic arrive au bord du ruisseau, il dételle ses bœufs, les laisse paître dans la steppe, prépare un peu de bouillie avec la farine qu'il a apportée, et se couche sur la terre. Le lendemain matin, il renouvelle son frugal repas et se remet en marche. Arrivé à Odessa, il décharge sa charrette, vend ses bœufs pour la boucherie, sa charrette comme bois à brûler, et revient à pied dans son pays. Il ne met que huit jours pour parcourir la distance qu'il a parcouru en un mois quand il conduisait son attelage... Les terres cultivées de son pays sont tellement étendues, et les bras si rares, qu'on ne sème guère à la même place que tous les quinze à vingt ans. On ne pratique jamais qu'un labour très-superficiel, au moment de l'ensemencement. On n'y emploie aucun engrais¹ »

En accordant à une telle culture les mêmes prix de main-d'œuvre qu'à celle de nos pays, en supposant encore que les terrains neufs ne produisent que dix-huit hectolitres de blé par hectare, nous trouverions que le prix de revient n'est pas de plus de 5 fr. 75 c. par hectolitre, et qu'avec le prix de vente de 8 à 9 fr. à Odessa, le transport est encore payé de 4 à 5 fr. Faut-il s'en étonner? Comme le travail est une redevance du paysan, et que le seigneur l'obtient gratuitement, il s'agit pour celui-ci de vendre son blé le mieux possible, sans doute, mais de le vendre pour avoir un revenu qui, dans tous les cas, est toujours un bénéfice. Le prix du blé à Odessa n'est pas fondé sur un prix de revient, mais sur la concurrence des acheteurs.

En Amérique, le travail a un prix; mais avec les nouveaux instruments il sera réparti sur une si grande masse de produits, que l'aliquote qui pèsera sur chaque hectolitre pourra ne pas être plus considérable qu'en Russie. Les be-

¹ *Notice sur l'alimentation des pays chauds et les blés de Russie*, pages 20 et 21, par Bergasse.

soins éventuels de l'Europe détermineront donc les prix des grains, et ses besoins habituels l'étendue de la production.

Pour n'avoir pas besoin d'importer des denrées de l'étranger, il faut d'abord pouvoir satisfaire soi-même ses propres besoins, avoir en tout temps son approvisionnement complet ; c'est-à-dire avoir un approvisionnement suffisant dans les années de mauvaises récoltes, avoir de l'excédant à exporter dans les années de bonnes récoltes ; il faut que le prix de revient de cet approvisionnement soit encore inférieur au prix de vente sur les marchés vers lesquels on peut expédier son excédant ; c'est-à-dire que, le blé de notre littoral coûtant de 13 à 14 fr., il faut que le blé qui y arrive de l'intérieur ne coûte que ce même prix, y compris les frais de transport sur le littoral. De même, s'il s'agit de conduire des grains du littoral vers l'intérieur, le prix du marché de littoral y compris les frais de transport doit être égal à celui du marché de l'intérieur. Ainsi les frais de transport étant, par exemple, de 4 fr. l'hectolitre de Marseille à Lyon, et le prix du marché de Marseille étant de 14 fr., le blé de Lyon soutiendra la concurrence de l'importation étrangère, si Lyon le produit à 18 fr. Au contraire, si Lyon veut exporter, et que le prix de Marseille soit encore de 14 fr., Lyon devra produire à 10 fr. pour que ses blés puissent y être vendus.

Plus un pays est éloigné du point où s'effectue l'importation, plus il peut produire à un prix élevé en temps de disette, et plus il doit produire à bas prix en temps d'abondance. Ces différences, où nous ne faisons entrer en ligne de compte que l'exportation étrangère, sans parler des inégalités de production de l'intérieur du pays, rendent sensible ce que vous avez si bien dit des effets de la proximité des marchés pour encourager la production, et elles indiquent le rôle que le gouvernement peut jouer dans cette répartition plus égale des ressources sur tout le pays, en perfectionnant les voies de communication, et en abaissant

les prix de transport sur les denrées de première nécessité.

D'autres que vous s'attendraient peut-être à me voir indiquer un moyen prompt et facile, un secret inconnu qui opérerait comme par miracle, qui agirait sur l'agriculture avec la rapidité des chemins de fer et du télégraphe électrique; mais, hélas ! personne encore n'a fait de ces brillantes découvertes que l'on puisse appliquer à l'art de produire les aliments. Platon disait qu'il n'y avait pas de méthode royale pour apprendre la géométrie. Il n'y a pas non plus d'arcane pour dispenser l'homme de la loi du travail, à laquelle il a été condamné; mais, si je ne puis abrégier la distance qui nous sépare du but que nous voulons atteindre, je puis du moins indiquer le chemin direct et prévenir les détours dans lesquels on pourrait s'égarer. Voyons d'abord clairement quel est ce but.

La récolte moyenne du blé s'est tenue, en France, au niveau de sa population, qui, jusqu'à présent du moins, s'accroît chaque année de 160,000 individus. La consommation en céréales de toute espèce est de 2.82 hectolitres par individu. Ainsi, notre agriculture augmente chaque année ses produits de 451,000 hectolitres, ce qui suppose un engrais complémentaire résultant de 90,200 quintaux de bétail vivant, et une dépense de 17,138,000 fr. en achat d'élèves et en constructions. Si cet accroissement provenait d'une autre source qu'une quantité complémentaire d'engrais, il ne serait probablement pas obtenu à plus haut prix. Tel est le modique sacrifice fait par l'exploitation et la propriété du sol, pour fournir du blé au prix moyen de 16 fr. l'hectolitre, prix qui, dans les années de disette, s'élève jusqu'au-dessus de 40 fr.

La plus forte importation des grains étrangers a eu lieu en 1847. On a dit qu'il y avait eu alors un déficit de cinquante-deux jours de la consommation de blé en France, un septième environ de l'approvisionnement total. Si donc

nous parvenions à accroître la production d'un quart, c'est-à-dire de 25 millions d'hectolitres, non-seulement nous serions à l'abri de toute disette, mais nous exporterions une grande quantité de blé, même dans les années de mauvaise récolte. On peut obtenir cette quantité en faisant produire un excédant de treize hectolitres par hectare à deux millions d'hectares, c'est-à-dire au septième de la surface cultivée en céréales.

Pour y parvenir, il faut prendre la route indiquée par tous les habiles agronomes, et suivie par les Anglais; sans augmenter le travail nécessaire, il faut obtenir de plus fortes récoltes par l'application d'engrais plus abondants; il faut obtenir ces engrais en augmentant la quantité de bétail, et en tirant de ce bétail un parti plus avantageux. Les Anglais ont obtenu ce résultat en perfectionnant les qualités, les formes des animaux; en augmentant la production de la chair et en diminuant la production des os; en rendant la croissance du bétail plus précoce, et en diminuant ainsi la consommation de fourrage nécessaire pour créer une quantité donnée de viande ou de lait, de sorte que le prix de l'engrais que le bétail fournit soit modique.

Pour juger de l'efficacité de ce moyen, qui comprend tous les secrets de l'agronomie appliquée à des pays où la rente des terres est élevée, en même temps pour en apprécier la dépense, nous nous placerons successivement dans deux hypothèses principales; ce que nous en dirons s'appliquera ensuite facilement à d'autres situations.

Nous choisissons d'abord, pour y appliquer notre amélioration, des terrains produisant en moyenne 18 hectolitres de blé, et payant une rente de 60 fr. par hectare. Avec la culture actuelle, on y obtient déjà le blé à 14 fr. 50 l'hectolitre, si l'assolement est combiné de manière à ce qu'une trop forte partie de la rente ne pèse pas sur la sole de blé. Or c'est ce qui n'arrive pas avec l'assolement triennal; aussi le blé revient-il de 18 à 19 fr. à une grande partie des cultivateurs.

Le premier pas à faire est donc de rendre profitables les années intercalaires, et l'agronomie enseigne des moyens que je ne répéterai pas ici.

Mais si, sur ces terres qui sont suffisamment assainies, nous appliquons des engrais plus abondants; par exemple, nous donnons chaque année, aux terrains qui ne sont pas cultivés en plantes légumineuses, une fumure par hectare de 17,500 kil. de fumier de ferme dont les matières organiques contiennent 70 kil d'azote, nous obtiendrons par hectare un excédant de douze hectolitres de blé, coûtant 8 fr. seulement l'hectolitre. Comme sur des terres ainsi fumées, l'hectare de prairie légumineuse, de trèfle, sainfoin ou vesce, produira au moins 6,500 kil. de foin, et comme les racines donneront un semblable équivalent; on peut admettre que deux hectares cultivés en blé, et trois hectares cultivés en récoltes fourragères, constitueront définitivement le surcroît de productions céréales que nous demandons. Avec la luzerne bien fumée, il suffirait même de deux hectares de fourrages, contre deux hectares de céréales. Si on applique ce traitement à deux millions d'hectares cultivés en blé, sur cinq millions d'hectares soumis à ce régime, ce qui exigera un accroissement de 280 kil. de chair vivante par hectare moyen, coûtant, avec les constructions nécessaires, 550 fr., l'amélioration totale reviendra à 1,750,000,000 de francs.

Mais, comme l'amélioration ne portera pas uniquement sur des terres de première classe, choisissons, pour second exemple, une autre situation agricole. Prenons une de ces terres humides, compactes, n'absorbant pas l'eau, impraticables en hiver, et l'été se fendant, se durcissant et rendant impossible l'action des instruments agricoles; de ces terres, en un mot, pour lesquelles le drainage est si clairement indiqué, qui payent, au plus, une rente de 50 fr., et produisent en moyenne sept à huit hectolitres de blé. En drainant convenablement la terre, en facilitant ainsi l'écoulement de son

humidité stagnante, et lui appliquant d'ailleurs la dose d'engrais indiquée ci-dessus, on parviendrait aussi, en peu d'années, à en obtenir par hectare trente hectolitres, coûtant seulement 6 fr. 80 c. par hectolitre, et il suffirait de 1,136,000 hectares semés en blé, ou 2,840,000 hectares soumis à l'assolement indiqué, coûtant 600 fr. par hectare en frais d'améliorations, pour obtenir les vingt-cinq millions d'hectolitres qu'on veut obtenir en sus de la récolte totale de la France.

Enfin, si l'on admet que l'amélioration porte sur une égale quantité de terres de première qualité et de terres inférieures, nous aurons un total de 3,920,000 hectares à améliorer avec une dépense de 1,427,000,000 fr.

Ces perfectionnements dans la culture seront bientôt accompagnés de tous ceux qui font la prospérité de l'agriculture anglaise : l'adoption des instruments qui épargnent les forces, le traitement convenable des engrais, et la stabulation permanente, avec l'introduction des races de bétail les plus appropriées au sol et au climat. A cet égard, remarquez aussi qu'en augmentant d'un quart notre approvisionnement de blé nous accroissons en outre notre bétail d'un poids vif de 798 millions de kilogrammes, ou un quart en sus des 3,300 millions de kilogrammes que nous possédons actuellement.

Et cette transformation agricole aurait lieu sans augmenter le personnel attaché à la culture, et par conséquent sans occasionner une plus forte consommation ; à moins que des débouchés plus importants et plus faciles permettent à la classe industrielle de prendre un développement que l'étendue de la concurrence chez tous les peuples et l'avance que quelques-uns ont sur nous dans le commerce du monde ne rendent pas très-probable.

Ce serait donc un sacrifice de 1,400 millions que nous croirions nécessaire de faire dans un délai assez court, pour nous mettre à la fois à l'abri de toute concurrence et de toute inquiétude sur nos approvisionnements. La somme paraît

prodigieuse ; mais qu'on la compare à celle de 200 à 300 millions que coûtera le déficit d'une seule année, et l'on sentira la nécessité de ne pas reculer devant cette dépense. Eh bien, je le déclare, dans ma conviction, cet effort est impossible sans des changements considérables dans l'état de la propriété agricole. La dette hypothécaire est immense ; chaque année les emprunts nouveaux l'augmentent de 500 millions¹, et dans cette somme énorme nous avons vu que la part faite à l'amélioration du sol est de 17 millions de francs ; le reste de la somme est employé en achats de nouveaux terrains ; en paiement en numéraire de la part héréditaire fait par un des co-héritiers qui veut conserver la propriété du sol ; en dépenses d'entretien, d'éducation, en dots fournies par les familles dont les revenus et les économies sont insuffisantes ; enfin, parfois, en spéculations plus ou moins aléatoires des propriétaires qui espèrent accroître leur fortune ou en réparer les brèches.

Ces causes de ruine ne sont pas sur le point de cesser ; une partie des propriétaires français a peine à subvenir au paiement de l'intérêt de sa dette et est incapable de tout effort salutaire. Une autre partie, dont la fortune est moins obérée, se laisse entraîner, par l'exemple, par la mode, par la vanité, à des dépenses de luxe, à de nouveaux goûts d'aisance, de dissipation, de voyages, qui l'éloignent de la vie champêtre, lui font perdre de vue la nécessité de s'occuper de ses terres, et lui font dépenser intégralement son revenu pour ses jouissances annuelles. Viennent ensuite les gens sensés, les économes, et ceux-ci, faute de connaissances agricoles, si nécessaires à leur position, mais que l'on semble abandonner à la classe ouvrière, ne sachant pas que l'on peut faire des placements avantageux sur la terre, n'y voyant autre chose que la rente, qui est un intérêt chétif du capital d'achat, emploient leurs épargnes en prêts hypothécaires, en

¹ *Documents sur le régime hypothécaire*, 1844, t. III, p. 512 *et alibi*.

achats d'effets publics, détournant ainsi le capital économisé de la source dont il sort, et ne rendant jamais à la terre la moindre partie de ce qu'on en tire. Reste, enfin, le petit nombre de ceux qui, soit par goût, soit par leur position, font à la terre les avances convenables et visent à une agriculture perfectionnée et lucrative. Parmi ces derniers, nous remarquons surtout des fonctionnaires publics parvenus à l'âge de leur retraite, dégoûtés des plaisirs bruyants de la ville, qui prennent en affection leurs domaines ruraux ; des négociants, des industriels retirés des affaires, et qui ont une longue habitude de l'emploi, du mouvement et du résultat des avances faites à une spéculation ; enfin des industriels dont les entreprises sont liées à une bonne culture : tels sont principalement les fabricants du sucre indigène, qui, pour se rendre indépendants des cultivateurs placés dans le voisinage de leurs usines, cherchent à produire une grande partie des betteraves dont ils ont besoin, et qui, dans cette entreprise, portant le même esprit que dans leurs fabrications, savent dépenser largement et à propos pour obtenir des récoltes avantageuses.

A côté de la grande propriété, la petite propriété tient en France une très-grande place, et c'est elle qui a accompli jusqu'à présent les plus grands progrès ; mais ces progrès sont dus presque uniquement à un travail opiniâtre ; c'est dire assez que ces progrès sont limités par la quantité toujours plus faible d'engrais qu'emploie la petite culture ; ses prairies et ses pâturages disparaissent de plus en plus par le défrichement, qui accroît les champs labourés sans accroître proportionnellement leurs produits.

Telle est l'idée que l'on peut se former des propriétaires français, dans leurs rapports avec la propriété rurale. Reste ensuite l'immense classe des tenanciers, métayers ou fermiers, qui cultivent une grande étendue du sol. Par la nature de leurs contrats, les métayers améliorent peu ; ils ne doivent en effet percevoir que la moitié des profits de l'amé-

lioration. Pour les fermiers, la brièveté et l'incertitude du renouvellement de leurs baux sont un des principaux obstacles aux progrès de leur culture. On doit citer ensuite : le désir de devenir propriétaire, qui enlève au cheptel et au fonds de roulement les économies qui pourraient vivifier l'exploitation ; l'ignorance et la routine, qui font méconnaître la voie qui pourrait conduire à la fortune ; enfin, l'insuffisance du capital et le recours à l'usure. Toutes ces causes retiennent les fermiers dans un état d'infériorité déplorable. Les plus riches et les plus avancés sont ceux qui, placés près des grandes villes, peuvent se passer d'un cheptel considérable ; leur agriculture simple et lucrative consiste seulement à envoyer vendre leurs pailles et leurs foin à la ville et à en rapporter du fumier.

Dans tout le personnel propriétaire et exploitant, je vois bien se détacher du groupe inerte un certain nombre d'individualités qui comprennent et acceptent le progrès ; celles-ci arriveront toutes préparées à la crise ; mais la masse ne sera ébranlée que lentement, et résistera longtemps aux conseils et aux prévisions menaçantes des hommes prévoyants. Il faudra que l'orage fonde sur eux pour qu'ils cherchent à s'en garantir, et alors ils éprouveront bien des souffrances avant d'avoir pourvu à leur sûreté.

Il faut pourtant le dire à tout ce peuple imprévoyant. Le premier effet d'une importation considérable de grains sera un grand abaissement du prix moyen, et alors il arrivera ce qui est arrivé en Angleterre, il faudra aussi abaisser le taux de la rente. Elle a été abaissée dans ce pays de 10, de 20 pour 100 et au delà ; les travaux considérables en drainage, faits par les propriétaires, ont pu seuls lui conserver son taux antérieur ; c'est-à-dire que les propriétaires ont ajouté à leurs terres un capital dont l'intérêt représente la réduction qu'ils avaient subie, et dont probablement ils retireront plus tard un plus haut intérêt.

La petite propriété et les métayers qui consomment leurs

propres denrées auront moins à souffrir ; mais les fermiers dont le bail aura encore quelque durée pourront être ruinés en attendant son expiration.

C'est aux hommes intelligents que je m'adresse, en les conjurant de prévenir ces extrémités. Je sais que bien des personnes regarderont mes craintes comme chimériques ; mais qu'elles se rappellent l'effet subit de l'établissement des machines à filer le chanvre et le lin, la détresse où fut tout à coup plongée la population des Flandres et d'une partie de la Bretagne, et elles comprendront que l'adoption d'autres machines pourrait avoir un effet aussi rapide et aussi funeste sur nos cultures ; surtout quand ces machines seront mises aux mains d'une race aussi entreprenante et aussi active que la race qui peuple l'Amérique du Nord.

Que les propriétaires se mettent donc promptement à l'œuvre et améliorent leur sol, en aidant leurs tenanciers à accroître leur capital de cheptel ; que les exploitants augmentent leurs moyens de production d'engrais pour diminuer la part de rente et de travail que leurs récoltes ont à supporter ; que, par la concession de longs baux, les fermiers puissent placer avec sécurité leurs économies sur les terres qu'ils cultivent. Ces exemples, donnés par les hommes les plus distingués, les plus considérés de chaque pays, entraîneront à leur suite des imitateurs. Que le gouvernement ensuite facilite les moyens de crédit en dégageant l'hypothèque et ses suites de toutes les entraves légales. Les facilités accordées ne devront pas constituer un monopole pour quelques entreprises utiles, mais d'un effet assez borné, car la France seule est en état de pouvoir prêter à la France le capital qui lui est nécessaire. Que le Gouvernement en outre continue à perfectionner et à augmenter nos voies de communication, à assurer une libre circulation aux produits ruraux et aux machines nécessaires à l'exploitation. Alors tous ensemble, concourant dans un même esprit au perfectionnement de notre agri-

culture, nous pourrons attendre l'avenir avec plus de sécurité.

Recevez, etc.

N° 15.

Nécessité des engrais spéciaux démontrée par quelques faits observés dans la culture de la garance.

On sait l'extension qu'ont prise la culture de la garance, la pulvérisation de sa racine et l'extraction de sa matière colorante, dans le département de Vaucluse. Tant d'activité s'est liée à cette industrie, tant d'esprits éclairés se sont livrés à son étude, qu'elle reçoit chaque jour de nouveaux perfectionnements, et que nous pouvons en connaître les moindres circonstances.

Or il se présente un fait saillant, confirmé par tous ceux qui s'occupent constamment, depuis trente ans et plus, du traitement et du commerce de cette racine : c'est la diminution graduelle de la matière colorante que l'on en retire dans les contrées où elle est le plus anciennement cultivée. Les garances qui proviennent des anciens dépôts paludiens du centre du département de Vaucluse ont toujours été réputées comme les plus riches en couleur, et les fabricants les plus instruits constatent que, depuis l'époque que nous venons de citer, la propriété colorante de ces garances a baissé de 25 pour 100.

Pendant que cette grande détérioration se manifeste, on reçoit de l'Asie Mineure des garances qui conservent toujours les mêmes propriétés ; on récolte dans d'autres cantons de notre pays même des garances qui ont gardé toutes leurs qualités. Qu'est-il donc arrivé dans les palus qui ait pu détériorer ainsi les racines ? A-t-on négligé la culture ? a-t-on économisé les engrais ? a-t-on changé leur nature ?

Quant à la culture, ses procédés ont été améliorés sous tous les rapports. On a accru la quantité d'engrais employés ; et, pour ce qui tient à leur nature, on a introduit, il est vrai, l'usage des tourteaux de plantes oléagineuses concurremment avec le fumier, mais les cultivateurs qui ont continué à faire usage du fumier d'étable et d'écurie seul, ont vu décroître la qualité de leurs produits de même que les propriétaires qui associaient le tourteau au fumier, qui employaient presque uniquement le tourteau.

Mais une circonstance particulière aux palus, c'est que le terrain très-meuble facilite beaucoup les travaux si coûteux du défoncement qu'il faut faire pour atteindre les racines, et qu'ainsi on y obtient les produits à un prix moindre que dans les terrains compactes. De là est née une tendance, un entraînement à répéter cette culture le plus possible, à la faire revenir plusieurs fois de suite ou à de très-courts intervalles sur le même terrain. C'est ce qui distingue la culture des palus de la culture générale du pays ; et, comme on remarque aussi la diminution de la matière colorante sur les terrains ordinaires, où la culture de la garance est fréquemment répétée, et qu'on n'obtient pas de diminution dans des terrains nouvellement consacrés à cette culture, il faut conclure que ces cultures répétées coup sur coup sont bien la cause du mal dont on se plaint.

C'est donc à un véritable épuisement que l'on peut attribuer la décroissance de la couleur. Mais épuisement de quoi ? Ce n'est ni le carbone ni l'azote qui manquent à un terrain abondamment fumé ; ce n'est pas l'oxygène, dans un sol aussi meuble, où l'air circule avec facilité ; ce n'est pas non plus l'humidité : les palus, desséchés à leur surface, sont de vastes lacs souterrains entretenus par les filtrations de la Sorgue à travers un sol perméable. Ce n'est pas la chaux qui manque, ces terres contiennent jusqu'à 90 pour 100 de carbonate de chaux ; ni les phosphates, on les y trouve en quantité très-appreciable ; ni les sulfates, ils y sont

transportés par toutes les eaux qui coulent des montagnes gypseuses qui entourent ce bassin; ni les chlorures, qui effleu-rissent à la surface du sol pendant les grandes chaleurs; enfin aucune des substances dont l'analyse élémentaire peut rendre compte n'a été enlevée par la végétation. Il faut donc admettre que la coloration de la garance tient à l'exis-tence dans le sol d'une substance composée, qui se forme peut-être par les modifications de la cellulose, comme on en voit l'exemple dans les analyses de terre de Versailles faites par MM. Risler et Verdeil¹. On peut alors faire deux hypo-thèses : ou cette substance provient d'un dépôt primordial que les réactions actuelles des éléments chimiques ne pro-duisent plus, parce qu'elles ne sont plus favorisées par les circonstances qui existaient à son origine ; ou bien cette substance se produit encore, mais avec une lenteur qui ne peut suivre du même pas la consommation qu'en font les ré-coltes répétées de la garance, plante qui en serait très-avide.

Ce ne serait donc pas l'aliment des plantes, considéré sous le rapport de ses principes élémentaires, mais un aliment composé de ces principes, préparé par les forces naturelles et dans des circonstances particulières qu'il faudrait fournir à la garance pour en obtenir toujours des récoltes fortement colorées ; et cette préparation ne paraît pas se faire partout, dans tous les terrains, avec la même facilité. Dans les ter-rains de Vaucluse, où la nature colorante était la plus abon-dante, la garance avait trouvé un sol très-calcaire, une poro-sité très-grande, une fraîcheur entretenue par capillarité à l'aide du réservoir inférieur et constant d'humidité. La preuve que ces circonstances particulières sont nécessaires, c'est qu'il y a des sols où la matière colorante ne se crée point ; qui, dès la première récolte, ne produisent que des racines grises; d'ailleurs, dans les palus mêmes, chaque pièce

¹ Voir l'appendice n° 2, p. 363.

de terre, pour ainsi dire, produit son degré spécial de coloration.

Réparera-t-on le mal au moyen d'un assolement qui n'admette qu'à de plus longs intervalles le retour de la garance? Si la substance enlevée à la terre par la culture longtemps continuée provient d'un dépôt primordial, ou de réactions qui n'existent plus, ce moyen retardera l'épuisement du sol, le rendra plus lent, plus insensible, et la garance pourra être cultivée pendant très-longtemps sans diminution appréciable de son principe colorant. Mais, si la matière se reproduit encore quoique avec lenteur, il suffirait de proportionner son retour au temps de sa production pour que la culture de la garance pût continuer indéfiniment sans altération. Nous savons bien que la couleur paraît se conserver dans la garance des agriculteurs sages qui ne la font revenir que tous les douze ans sur leurs terres; mais, comme il faudrait 144 ans pour la ramener douze fois, et que nous n'avons pas une si longue expérience, nous ne pouvons pas affirmer qu'il n'y ait à chaque retour de la garance une diminution peu appréciable, qui pourrait finir par produire une racine contenant une proportion de matière colorante inférieure de 1 à 3 douzièmes à la quantité primitive, tandis que cette diminution a pu être constatée en trente ans dans des terrains qui, probablement, ont porté plus de douze fois de la garance dans cet intervalle de temps. Cependant il est plus sûr d'adopter la seconde hypothèse; puisque, si elle est vraie, on perpétuera cette riche culture; et que si, au contraire, la matière n'existe qu'en quantité définie et non renouvelable, on prolongera la richesse de la garance pendant un grand nombre d'années.

Le fait mis en lumière par l'observation dont je viens de rendre compte nous prouve que, s'il est vrai de dire que les aliments des plantes sont identiquement les mêmes, considérés sous le rapport de leurs principes élémentaires, il n'en est pas toujours de même, au moins en ce qui concerne la

garance et la production de certains sucres propres, sous le rapport des combinaisons diverses dans lesquelles ces éléments peuvent se trouver engagés. La garance croîtra abondamment sous l'influence des fumiers et en quantité proportionnelle à ces fumiers ; elle produira des tiges, des feuilles, des racines ; mais, si elle ne trouve pas dans le sol certaine matière que l'on n'a pas isolée et dont on ignore la composition, les racines ne se coloreront pas. Ce fait a été bien présenté par M. Chevreul, qui, voyant se multiplier sous sa main le nombre des espèces chimiques provenant des mêmes éléments, émettait des craintes sur les erreurs que la trop grande simplification de l'analyse élémentaire introduirait dans l'agronomie.

Est-ce à dire cependant que l'on ait fait fausse route ? Ne faut-il pas connaître ces parties élémentaires des terres et des engrais ? Ne sont-ce pas ces éléments dont la combinaison fournira les solutions spéciales dont les plantes ont besoin ? D'ailleurs, il faut en convenir, la plupart des végétaux donnent des produits tellement en rapport avec les équivalents des engrais tirés des analyses élémentaires, qu'il est permis de croire que le plus grand nombre d'entre eux n'exige pas, pour sa nutrition, ces composés rares, d'une difficile formation, dont la garance paraît avoir besoin. Ainsi les céréales donnent toujours des récoltes proportionnées aux équivalents des engrais ; il en est de même des plantes des prairies et d'un grand nombre de végétaux qui peuplent nos champs, soit que les principes élémentaires qui doivent constituer la fécule, le gluten, l'albumine, etc., se combinent dans les organes des plantes ; soit que les composés qu'elles absorbent se forment avec facilité dans le sol, et soient pompés en solution par leurs radicelles. Peut-être, si l'on examinait attentivement plusieurs cultures dont on regarde les produits comme étant en décroissance, plusieurs autres qui semblent répugner à se succéder à elles-mêmes, malgré les fumures abondantes qu'elles reçoivent, serait-

il possible de trouver l'explication de ces phénomènes dans des causes semblables à celles que nous signalons pour la garance? Ces considérations me semblent ouvrir un nouveau champ de recherches qui conduiront à des modifications importantes dans la théorie de la nutrition des plantes et dans la théorie des assolements.

N° 16.

De la radiation solaire et de ses effets sur la végétation.

Les effets de la radiation solaire sur la végétation sont si apparents et si connus, que personne n'est tenté de les révoquer en doute. Il ne faut pas être physicien pour choisir une position méridionale et inclinée quand on veut planter une vigne; pour placer les arbres fruitiers au pied d'un mur qui reçoit et réverbère les rayons du soleil; pour couvrir les plantes qui exigent beaucoup de chaleur de châssis vitrés qui, recevant la chaleur lumineuse, et émettant avec plus de lenteur la chaleur obscure, accumulent ainsi le calorique sous leur abri; tous ces faits sont passés dans la pratique ordinaire, sans que les cultivateurs puissent se rendre compte, ni des effets de la lumière, ni de ceux de la chaleur.

Mais il est beaucoup d'autres effets qui ne tombent pas aussi directement sous les sens, et qui tiennent aux mêmes causes. Quand on voit les lignes isothères (lignes qui passent par les lieux ayant la même température estivale), se redresser presque dans la direction des méridiens, couper les lignes isothermes (lignes qui passent par les lieux ayant la même température moyenne annuelle), sous un angle très-aigu, et obéir à cette distribution de la température des étés; quand on voit en même temps les limites de la végétation des différentes plantes incliner dans le même sens du sud-ouest au nord-est; quand on trouve l'olivier improductif à

Agén avec 14° de température moyenne, et fertile en Dalmatie avec 15°; quand on constate que la limite de la vigne s'arrête à 12° sur les bords de la Loire, et atteint 10° sur les bords du Rhin; quand on voit la moisson mûrir à Londres avec une température estivale de 17°.1, en même temps qu'à Upsal avec 15°.1; on est obligé de reconnaître que ces phénomènes tiennent à la présence ou à l'absence d'un élément important, la chaleur lumineuse qui élève la température des corps opaques au-dessus de celle qu'ils peuvent recevoir de la chaleur diffuse de l'atmosphère.

Lorsqu'on remarque ensuite que l'absorption et l'assimilation du carbone qui compose la moitié à peu près de la masse des plantes, n'ont lieu que sous l'impression de la lumière et sont proportionnées à son intensité, on sent qu'il y a un grand intérêt agricole à déterminer ses effets.

Nous avons essayé à deux reprises de nous en rendre compte.

En 1840, dans un mémoire lu à l'Académie des sciences de l'Institut, nous rapportâmes l'observation suivante. Nous avons choisi trois mûriers de la même variété, dont les feuilles n'avaient pas été cueillies de l'année: l'un, exposé de toutes parts aux rayons du soleil; l'autre mûrier ne recevant les rayons de soleil que le matin, et en étant privé à midi par l'interposition d'un mur prolongé aussi au couchant; le troisième mûrier enfin, croissant entièrement à l'ombre et éclairé seulement par la lumière diffuse. Les feuilles cueillies le 24 août, dépouillées de leurs pétioles et desséchées au bain d'huile, ont donné les résultats suivants:

Les feuilles du mûrier exposé au soleil..	0.45	de matière solide.
Celles du mûrier qui recevait le soleil le matin.	0.36	—
Celles du mûrier à l'ombre..	0.27	—

Il était évident, d'ailleurs, que la quantité de feuilles ne compensait pas la perte du poids, et qu'au contraire

les feuilles étaient d'autant plus rares sur les arbres, qu'ils étaient moins exposés au soleil.

Nous avons voulu, en 1852, obtenir un résultat plus concluant. Une plate-bande a été divisée en deux parties par une cloison en planches dirigée de l'est à l'ouest ; on y avait ajouté deux ailes qui, au nord de la cloison, empêchaient les rayons du soleil de frapper la plate bande le matin et l'après-midi. Dix graines de fève ont été semées au sud et au nord de la cloison. Le 1^{er} avril, a lieu la sortie de terre des plantes semées à l'exposition du midi ; le 7 avril, se manifeste la sortie des plantes à l'exposition du nord. Le 1^{er} mai, des boutons de fleurs apparaissent sur les fèves du midi, qui sont si fortes, qu'elles versent ; huit jours après, les boutons de fleurs se montrent seulement sur les fèves à l'exposition du nord, qui sont grêles et élancées.

Le 25 juin, on cueille les plantes avant la maturité complète de leurs fruits, à cause d'un voyage que nous devons faire.

Les plantes à l'exposition du midi pesaient en vert. . .	kil.
Les plantes exposition nord	1.835
Après la dessiccation, les plantes exp. du midi pesaient.	1.009
Les plantes exposition nord.	0.581
Les poids relatifs des plantes du midi et des plantes du nord sont comme	0.337
	100 : 58.

Les plantes du midi avaient 131 gousses ; celles du nord seulement 47.

C'est donc principalement en herbe qu'a poussé le lot de plantes du nord, tandis que les plantes du midi ont donné une fructification abondante.

Pour constater les effets de la radiation solaire dans cette expérience, nous avons les données suivantes

	Température moyenne de l'air.	Radiation moyenne.	Durée du jour.
Avril.	12.00	4.46	13.43
Mai..	16.20	5.74	14.50
Juin.	18.40	5.90	15.76

Ce qui donne, pour la température totale de chaque mois :

Avril.	$\frac{12^{\circ}.00 \times 24 + 4.46 \times 15.43}{24} = 14^{\circ}.08 \times 30 = 422^{\circ}.40$
Mai. .	$\frac{16.20 \times 24 + 5.74 \times 14.50}{24} = 19.06 \times 31 = 607.60$
Juin.	$\frac{18.40 \times 24 + 5.90 \times 15.76}{24} = 22.27 \times 25 = 51.221$
	<hr/>
	Total. 1542.21
Sur ce total la température de l'air entre pour.	1286.50
	<hr/>
La radiation intervient donc.	255.71
Ou par jour moyen.	3 07

Certainement une addition de $3^{\circ}.07$ de chaleur obscure reçue dans une serre, pendant 84 jours n'aurait pas produit les résultats que l'on a obtenus de cette addition de chaleur lumineuse. Il est donc impossible de ne pas attribuer à la lumière la plus grande part dans l'effet qui a été produit.

Un autre fait devait nous exciter à tenir grand compte des effets de la radiation solaire, c'était la végétation alpine d'une si grande richesse comparativement à la végétation des climats du Nord, où l'atmosphère a la même température moyenne; c'était la rapidité de cette végétation, comparée à celle des vallées d'une température plus chaude. M. Martins a trouvé que le sol de la cime du Faulhorn avait une température moyenne égale à la température maxima de l'air, ce qui est loin d'être l'état du sol des plaines et des vallées. Cela tient incontestablement non à ce que la radiation solaire doit traverser 2,680 mètres de moins, mais à ce que l'air y est plus dégagé de vapeurs et que les rayons solaires y sont moins interceptés par les nébulosités.

L'énergie de la radiation solaire sur les montagnes avait frappé Bénédicte de Saussure, ce grand voyageur des Alpes, et il chercha à la constater bien plus qu'à la mesurer. Il fit construire une caisse de sapin de 0^m.22 de longueur, sur 0^m.24 de largeur et autant de hauteur, doublée intérieurement de

plaques de liège d'une épaisseur de 27^{mill.}, et noircies. Cette caisse était fermée par trois coulisses garnies de glaces bien transparentes, posées les unes au-dessus des autres. Un thermomètre était placé au fond de cette boîte.

Le 16 juillet, de 2^h 12^m à 5^h 12^m, il exposa cet appareil à la radiation solaire sur le sommet du Cramont. Le thermomètre monta à 87° centigrade, tandis qu'un thermomètre extérieur, placé sur ces plaques de liège noircies et exposé au soleil, montait à 23°.25, et qu'un thermomètre à l'ombre et à boule nue se soutenait à 6°.25.

Le lendemain, à Courmayeur, à 1,514 mètres plus bas et aux mêmes heures, le thermomètre de la boîte monta à 86°.20, celui de la plaque de liège à 53°.75, et le thermomètre à l'ombre, à 25°.75.

Ainsi la radiation solaire avait produit, en une heure, sur le Cramont, en agissant

Sur le thermomètre de la boîte, un échauffement de. .	81°.25
Sur le thermomètre de la plaque de liège, de	20.00

Et dans la vallée,

Sur le thermomètre de la boîte un échauffement de.	42°.45
Sur le thermomètre de la plaque de liège, de.	10.00

Ces observations, reprises à la Chenalette, le 23 juillet, à la même hauteur que sur le Cramont, donnèrent :

Thermomètre de la boîte. .	86°.25
Thermomètre à l'air libre, à l'ombre.	10.00
	<hr/>
Radiation.	76.25

Dans la vallée,

Thermomètre de la boîte. .	25°00
Thermomètre à l'air libre.	10.00
	<hr/>
	15.00

Tout en montrant les effets incontestables de la radiation solaire, si différents selon les temps et les lieux, ces observations indiquaient que la manière de recevoir cette radiation, la nature et la disposition des corps qui y étaient soumis, n'étaient pas indifférentes, et qu'on ne parviendrait à obtenir des résultats comparables qu'en convenant d'un mode uniforme d'observations.

Pendant que de Saussure essayait d'apprécier ces différences dans les effets de la radiation, d'autres physiciens, remontant jusqu'à la source des effets, avaient cherché à mesurer rigoureusement la quantité de lumière et de chaleur solaire qui parvient, dans un temps donné, à la limite de l'atmosphère; l'absorption que cette chaleur éprouve en traversant l'air, selon les divers degrés d'obliquité sous lesquels elle parvient à la terre. Bouguer avait trouvé que la lumière transmise t était égale à la lumière A reçue à la limite de l'atmosphère, multipliée par un terme p , qui serait constant si l'air était toujours pur, sec, et également comprimé, mais qui varie à chaque instant, selon les matières adventives, et surtout selon la vapeur aqueuse mêlée à l'air; enfin que ce terme p devait être élevé à une puissance ε , indiquant l'épaisseur de la couche d'air traversée, selon l'inclinaison des rayons solaires. On avait donc la formule $t = Ap^\varepsilon$. Après de nombreuses recherches expérimentales, M. Pouillet arrivait à la même formule pour la chaleur rayonnante du soleil, et il trouvait en une minute $1^\circ.7655$ pour la valeur de A . Quant à la valeur de p , il a trouvé, à Paris, pendant la durée de ses observations, une moyenne de $0^\circ.7590$; M. Forbes a obtenu, pour la Suisse, $0^\circ.685$; M. Quetelet, à Bruxelles, $0^\circ.615$; à Orange, nous avons trouvé, en juillet et août 1842, une moyenne de $0^\circ.676$; en février 1855, une valeur de $0^\circ.680$; mais ces résultats moyens résultent d'oscillations de $0^\circ.490$ à $0^\circ.872$. Ces nombres indiquent la fraction de chaleur solaire qui parviendrait à la terre, si le soleil était au zénith.

Mais ce n'est pas encore là ce qui importe à l'agriculture.

Nous voulons savoir non-seulement la quantité de chaleur solaire qui frappe les corps opaques, mais encore celle qui peut s'accumuler dans ces corps ; en un mot, l'état variable de la température de ces corps, exposés au soleil, aux différents jours de l'année, et aux différentes heures du jour, pour pouvoir en conclure les échauffements moyens de chaque saison, de chaque année. Tel est le problème à résoudre.

Quand on voit que la radiation solaire produit des effets si différents sur les corps opaques soumis à son action, selon leur nature, leur volume, leur figure, leur couleur, on ne peut se flatter de trouver un moyen qui puisse indiquer généralement ce qui se passe dans chacun des corps du règne végétal. Ainsi l'épi de blé, frappé par le soleil, acquiert une température différente de celle du grain de raisin, du melon ; les feuilles acquièrent une autre température que les tiges ; les troncs d'arbres, une autre température que le chaume des céréales ; les parties sèches, privées de vie, s'échauffent tout autrement que les corps vivants, dont la surface transpire constamment, et dont la chaleur ne surpasse pas de beaucoup celle de l'air environnant. Tout cela est vrai, mais aussi il ne faut pas avoir la prétention de trouver immédiatement les détails du phénomène. Choisir un corps de grandeur, de forme, de couleur déterminées, observer les effets que produit sur lui la radiation, telle est l'œuvre du météorologiste ; le botaniste et l'agriculteur auront un point de départ, un étalon qu'ils compareront au développement des différentes plantes, et c'est ainsi que la radiation solaire pourra entrer, pour la part qui lui appartient, dans l'étude des phénomènes que présente la végétation.

La surface de la terre ne peut être le corps à choisir pour ce genre d'observation. Il s'y produit plusieurs effets qui diffèrent de ce que l'on observe sur les corps isolés. D'abord le soleil la frappe obliquement et agit selon le sinus de l'angle d'incidence, tandis que les corps ovoïdes sont à peine affectés

de ces différences, et que les corps sphériques n'en sont pas affectés du tout. En outre, l'évaporation enlève bientôt les gouttes de pluie ou de rosée sur les corps isolés, tandis que la terre ne se ressuie que lentement et reçoit sans cesse de nouvelles doses d'humidité de son intérieur par l'effet de la capillarité; d'où résulte une source de refroidissement prolongé que n'éprouvent pas les corps isolés. Point de doute, cependant, qu'en agriculture il ne faille tenir grand compte de la température du sol, mais c'est l'objet d'un autre ordre d'observations qu'il ne faut pas confondre avec celles dont nous nous occupons.

Pour faire choix de l'appareil destiné à estimer la chaleur solaire reçue par les corps opaques, nous nous sommes livré à quelques expériences. Il s'agissait de déterminer : 1° la forme du corps exposé à la radiation ; 2° sa nature ; 3° sa couleur et l'état de sa surface ; 4° ses dimensions.

1° *Forme de l'appareil.* — La seule forme qui n'oblige pas à faire subir au corps un mouvement continu pour qu'il présente toujours au soleil la même surface, est la forme sphérique. En effet, un corps sphérique reçoit toujours les rayons solaires sur la moitié de sa surface, et comme s'ils tombaient perpendiculairement sur un de ses grands cercles. Il fallait donc présenter au soleil une sphère assez isolée pour qu'elle ne fût pas influencée par le rayonnement des corps environnants.

2° *Nature de l'appareil.* — La fragilité du verre, quand on lui donne d'assez grandes dimensions, en rapport avec celles des corps du règne végétal, a d'abord fait écarter les thermomètres à boule très-renflée et les thermomètres simples. Nous avons essayé une boule de bois mince et une sphère de cuivre, l'une et l'autre minces et creuses en dedans.

Le bois mince, bon conducteur, laisse échapper plus difficilement la chaleur reçue par la radiation lumineuse du soleil.

Vers le milieu de mai, la boule de bois se fendit, et on ne put continuer les observations. Cet accident, qui se serait souvent renouvelé, indiquait assez qu'il fallait renoncer à cette substance. Nous nous décidâmes donc pour le cuivre mince.

3° *Coloration.* — Ayant exposé au soleil deux thermomètres, le réservoir du premier étant incolore, celui du second étant noirci, Flaugergues a obtenu des résultats qui montrent que, soit par la réflexion sur la face éclairée, soit par la rapidité de son rayonnement sur la face qui n'est pas éclairée, la boule nue ne manifeste que la moitié de la chaleur solaire acquise par la boule noircie.

Le noir de fumée est la substance qui absorbe le plus de chaleur et la conserve le mieux; mais son application, répétée à chaque observation, rend le travail de l'observateur pénible et souvent imparfait; nous avons donc pensé devoir fixer le noir de fumée sur l'appareil, au moyen d'une huile siccatrice. Cette peinture reste longtemps intacte, et il suffit de la laver pour enlever les poussières qui s'y attachent.

4° *Dimensions.* — Toutes les fois que l'on expose des corps opaques de même nature et de même forme au soleil, ils acquièrent des températures différentes selon que leur volume change. Pour pouvoir déterminer ces différences il faudrait des expériences nombreuses, suivies, avec des instruments bien préservés des effets de l'humidité et du vent. D'après les premiers essais que nous avons tentés, si l'on attend dans chaque expérience le moment du maximum de l'échauffement, cette température maximum est d'autant plus élevée que les dimensions des appareils sont plus grandes. Ces expériences ont besoin d'être reprises et continuées. Il en est tout autrement quand les corps ont à subir les influences extérieures, celles de l'humidité de l'air et du vent.

Les tâtonnements auxquels nous nous sommes livré nous

ont amené à nous arrêter au diamètre de 100^{mill.} pour type de l'instrument sur lequel nous voulions mesurer les effets de la radiation.

La sphère creuse de cuivre, de 1 décimètre de diamètre, qui a servi à nos expériences, pèse 97 grammes. Sa chaleur spécifique est de $0.097 \times 0.092 = 0.008924$; pleine d'eau, sa chaleur spécifique est de 0.655281.

Comparaison de radiations observées en différents temps et différents lieux. — Pour pouvoir comparer deux observations de radiation solaire, il faut les réduire à une même épaisseur de l'atmosphère, et en déduire la portion de chaleur solaire qui arrive au lieu de l'observation. Cette portion de chaleur, indiquée par la valeur de p dans la formule de Bouguer, montre l'état relatif de la diaphanéité du ciel dans les deux stations, ou les deux époques comparées.

Mais ce n'est pas seulement la quantité de chaleur solaire reçue à chaque instant que nous voulons déterminer, c'est surtout celle qui peut s'accumuler dans le corps opaque ; or, dans ce cas, la formule de Bouguer doit être affectée d'un coefficient D , qui indique sa faculté d'accumulation. C'est un terme variable, non-seulement d'un corps à l'autre, selon sa chaleur spécifique ; mais aussi selon la température de l'air et son humidité, etc.

Ainsi, dans notre observation du 51 janvier 1853, nous avons obtenu pour la valeur de $p = 0.595$; et nous avons $t = 1.7658 \times 0.595^{1.99}$, ce qui nous donnait $t = 0.70$. Mais après 40 minutes, la boule était restée stationnaire avec une différence de 10°.4 avec l'ombre ; D était donc égal à $\frac{10.4}{0.70} = 14.85$.

Dans l'expérience faite avec le pyrhéliomètre de M. Pouillet, la radiation en une minute avait été de 0.9, avec une épaisseur de l'atmosphère de 1.12, ce qui nous donnait pour $p^{1.2}$, la valeur de 0.5102, et pour p , celle de 0.548. Or, en 55 mi-

minutes, l'accumulation du calorique avait été de $28^{\circ}.6$, ainsi D était égal à $\frac{28.6}{0.90} = 31.77$.

Ces deux résultats obtenus, l'un avec une boule pleine d'air, et l'autre avec un disque plein d'eau, montrent les différences que l'on peut attendre de la nature des corps exposés au soleil, quant à la chaleur qu'ils peuvent accumuler.

Maintenant, si nous supposons la valeur de p constante et égale à 0.8, et que les instruments employés soient de même forme, de même matière, de même poids, et qu'ils aient la même chaleur spécifique; il est évident que le terme D nous montrera seulement la chaleur accumulée sur ce corps, en raison des obstacles divers que lui ont opposés et la nébulosité de l'air et la température de l'atmosphère, et son humidité et les vents. Le terme D, le résumé de tous ces obstacles, sera donc le véritable *criterium* des effets de la radiation solaire, dans deux lieux différents ou dans le même lieu à deux instants donnés, et nous aurons la valeur de D au moyen de la formule suivante : appelant T la chaleur solaire accumulée sur le corps, c'est-à-dire la différence entre sa température et celle de la température à l'ombre, on aura :

$$D = \frac{T}{1.7633 + 0.8\epsilon}$$

ϵ désignera l'épaisseur de l'atmosphère.

Si, d'après cela, nous voulions comparer les radiations solaires, à Versailles, pendant le mois d'août 1852, à 3 heures du soir; à Orange, à deux heures et demie, et au grand Saint-Bernard, à 2 heures, nous aurions les résultats suivants :

Versailles. Radiation moyenne.	7.08	
Épaisseur moyenne de l'air des jours observés.	1.61	$p^{1.61} = 0.697$

$$D = \frac{7.08}{1.7633 \times 0.697} = 5.756$$

Orange. Radiation moyenne. 9°.20
Épaisseur moyenne de l'air des jours observés. 1.42 $p^{1.42} = 0.729$

$$D = \frac{9°.20}{1.7633 \times 0.729} = 7.152$$

Saint-Bernard. Radiation moyenne. 17°.30
Épaisseur moyenne de l'air des jours observés. 1.56 $p^{1.56} = 0.758$

$$D = \frac{17°.3}{1.7633 \times 0.758} = 13.266$$

Ainsi la moyenne de la radiation des jours où le soleil a échauffé la boule a été d'une intensité qui, pour ces trois lieux, peut être représentée par les nombres 5.756, 7.152, 13.267.

La grande quantité de chaleur solaire du grand Saint-Bernard n'a rien qui doive étonner, si l'on remarque que cette station est élevée de 2,491^m au-dessus du niveau de la mer, que la moyenne de la pression barométrique y est de 563^{mill.}77; et qu'ainsi, l'épaisseur de l'atmosphère au zénith étant 1, le baromètre au niveau de la mer 762^{mill.}54, la couche d'air qui surmonte le grand Saint-Bernard n'est que 0.7595 de celle qui pèse sur la mer.

Il est facile de concevoir aussi que les rayons solaires éprouvent bien moins d'obstacles dans un air moins dense, plus froid, et par conséquent moins chargé de vapeurs aqueuses; car la tension des vapeurs dissoutes décroît plus rapidement que le poids de l'air; ainsi à Marseille, pour 14°.1 de température moyenne, la tension de saturation est de 11^{mill.}99; et au Saint-Bernard, par une température moyenne de —2°.66, cette tension n'est plus que de 5^{mill.}75; c'est-à-dire que, pour un poids atmosphérique des trois quarts de la pression observée à Marseille, la tension de la vapeur n'est plus que d'un tiers (0.51).

Effet total de la radiation sur le sol. — Pour apprécier l'effet de la radiation dans un lieu donné, il faut additionner les observations faites à toutes les heures de la journée où le soleil éclaire sans être caché par les nuages, et diviser le to-

tal de l'addition par le nombre total des journées éclairées et non éclairées. C'est le résultat réellement climatologique et agricole que nous cherchons.

L'emploi de cette méthode présente plusieurs difficultés : 1° les observations ne sont pas toutes horaires ; 2° elles ne comprennent pas, le plus souvent, les premières et les dernières heures de la journée ; 3° la moyenne des épaisseurs de l'air observées ne représente pas la véritable épaisseur moyenne de la journée, depuis le lever jusqu'au coucher du soleil.

Voyons comment nous devons opérer pour obtenir au moins une approximation. Prenons, par exemple, le mois d'août 1852, que nous avons déjà cité.

Les observations ont été faites à Versailles, à 6 heures du matin, 9 heures, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

Heures.	Épaisseur moyenne.	Total de la radiation du mois.	Ou par jour moyen.
6	5.14	26.2	0.84
9	4.60	161.8	5.22
12	4.24	159.4	5.14
3	4.61	155.7	5.02
6	5.20	60.0	1.94
Totaux.	44.79	563.1	18.16
Épaisseur moyenne.	2.95 $p^2 = 0.518$	Moyenne.	5.63

D'après notre formule, il vient $D = 4.0$.

Mais l'épaisseur moyenne du jour est un peu différente de celle qui nous est donnée par les heures des observations. Nous avons, pour le 15 du mois :

Heures.	Hauteur du soleil.	Épaisseur.
12	59° 49'	1.16
1	52 54	1.27
2	47 13	1.36
3	39 14	1.58
4	30 2	1.99
5	20 16	2.81
6	10 29	4.80
		14.97

Épaisseur moyenne. 2.14 $p^2 = 0.621$.

$D = 4.35$

La radiation qu'on suppose durer tout le jour a donné, à Versailles, $4^{\circ}.55$, et, le jour étant de $14^h 50^m$, le 15 août, nous avons $63^{\circ}.07$, pour la somme des températures de la boule prises heure par heure dans le jour moyen du mois.

Voyons quels seront les résultats pour Orange. Ici, nous n'avons que deux observations, celle de 8 heures du matin et celle de 2 heures et demie du soir. L'état moyen du ciel devient plus douteux.

	Épaisseur.	Total de la radiation du mois.	Par jour moyen.
Nous avons, à 8 ^h	1.95	155.5	5.01
— à 2 1/2	1.50	259.4	7.72
	<hr/>		<hr/>
	3.52		12.75
Épaisseur moyenne	1.66	Radiation moyenne	6.56
$p^s = 0.690$		$D = 5.2.$	

Mais l'épaisseur moyenne du jour est la suivante :

Heures.	Hauteur du soleil.	
12	$59^{\circ}49'$	1.16
1	57 15	1.20
2	50 27	1.50
3	41 20	1.51
4	51 5	1.95
5	20 25	2.73
6	9 40	5.05
		<hr/>
		14.95

Épaisseur moyenne. 2.15 $p^s = 0.622.$

La radiation, qu'on suppose durer tout le jour, à Orange, le 15 août, est donc $\frac{6.36 \times 0.622}{0.690} = 5^{\circ} 75$, et le jour étant de $13^h 50^m$, nous obtenons $79^{\circ}.25$ pour la somme des températures de la boule, prises heure par heure dans le jour moyen du mois.

Examinons enfin ce qui s'est passé au Saint-Bernard. Nous avons ici six observations : 8 heures, 10 heures, midi,

2 heures, 4 heures et 6 heures du soir. Nous sommes donc bien plus sûrs de l'état moyen du ciel.

Heures.	Épaisseur moyenne de l'air.	Total de la radiation du mois.	Par jour moyen.
8.	2.05	86.6	2.79
10.	1.37	174.4	5.63
12.	1.22	275.0	8.87
2.	1.36	259.6	8.38
4.	2.04	186.4	6.01
6.	5.79	46.6	1.50
	13.83		33.18
Moyenne.	2.30	$p^e = 0.598$	5.53

Mais l'épaisseur moyenne de la journée, par 46° degrés de latitude, est la suivante, le 15 août.

Heures.	Hauteur du soleil.	Épaisseur.
12.	57°57'	1,19
1.	55 33	1,22
2.	49 13	1,32
3.	40 53	1,54
4.	30 41	1,95
5.	20 22	2,79
6.	9 59	4,98
		14,99
		2,19 $p^e = 0,613$

La radiation qu'on suppose durer tout le jour au Saint-Bernard, le 15 août, donne $\frac{5.53 \times 0.613}{0.598} = 5^{\circ}.67$; et, le

jour étant de 14 heures, 79°.38 est la somme des températures de la boule, prises heure par heure dans le jour moyen du mois. C'est une température aussi élevée que celle d'Orange, quoique l'on n'ait eu à deux heures que 15 jours de soleil au Saint-Bernard et 27 à Orange, et plus élevée que celle de Versailles qui a eu 22 jours de soleil.

Ainsi, pour déterminer approximativement la radiation moyenne d'un jour ou d'un mois, il faut : 1° connaître la radiation observée au plus grand nombre possible d'heures de

la journée ; 2° diviser la somme de ces radiations par le nombre d'observations pour avoir la radiation moyenne ; 3° connaître l'épaisseur de l'atmosphère interposée entre le soleil et l'instrument à chacune de ces observations et en prendre la moyenne ; 4° élever 0.8 à la puissance indiquée par cette épaisseur moyenne, première valeur p^e (ce qui devient très-facile au moyen d'une table préparée d'avance) ; 5° déterminer l'épaisseur moyenne de l'atmosphère prise d'heure en heure pendant toute la journée ; 6° élever 0.8 à la puissance indiquée par cette épaisseur, dernière valeur de p^e ; 7° faire la proportion : la première valeur de p^e est à la radiation moyenne observée comme la seconde valeur de p^e est à la radiation réelle approchée. p^e est donc le nombre qui, multiplié par le rayonnement du soleil à la limite de l'atmosphère, indique le rayonnement moyen d'une journée complètement claire. Ce nombre varie selon la latitude et selon les mois.

Plusieurs de mes appareils ont été employés à des observations sur différents points ; mais les expérimentateurs paraissent s'être attachés surtout aux usages secondaires que l'on peut faire de ces sortes d'instruments, et n'ont pas cherché à les appliquer à une suite d'observations qui pût servir à la détermination du climat solaire du lieu. Quelques expérimentateurs ont cherché seulement à trouver les maxima de radiation solaire ; d'autres ont cherché à déterminer la chaleur solaire elle-même, et la quantité qui en arrive à notre globe, usage pour lequel cet instrument n'a pas été assez étudié, et pour lequel d'autres instruments sont préférables.

Il n'y avait, au commencement de 1853, que trois observatoires où les observations de l'échauffement des corps opaques fussent faites d'une manière régulière : l'observatoire du grand Saint-Bernard, où l'obligeance des pères de l'hospice, et en particulier celle du P. de l'Église, leur supérieur, ne s'est pas démentie un moment ; l'observatoire de Versailles, où les observations ont cessé à la mort de notre

si regrettable collaborateur, M. Haeghens; enfin l'observatoire d'Orange qui est sous ma direction.

Voici d'abord les résultats des moyennes de radiation pour chacun des mois de 1853, obtenus dans ces observatoires :

	SAINT-BERNARD.	VERSAILLES.	ORANGE.
Janvier.	6°.44	1°.42	2°.27
Février.	6.61	2.43	3.75
Mars..	5.82	3.94	3.70
Avril.	4.59	3.11	5.25
Mai.	2.31	4.75	5.45
Juin..	7.89	4.58	5.27
Juillet.	8.78	4.97	6.66
Août..	8.37	"	6.15
Septembre. .	6.18	"	4.69
Octobre.	6.57	"	2.90
Novembre.	4.54	"	1.65
Décembre.	9.37	"	1.92
Moyenne..	6.44	"	3.97

C'est surtout en hiver et au printemps que la température du Saint-Bernard est supérieure à celle de la plaine.

Le tableau suivant indique les maxima de radiation obtenus, pour chaque mois, dans les observatoires du Saint-Bernard, de Versailles et d'Orange, et en outre dans l'observatoire de Genève, par les soins de M. Plantamour, et dans celui de Morges, par les soins de M. Burnier.

	SAINT-BERNARD.	GENÈVE.	MORGES.	VERSAILLES.	ORANGE.
Janvier.	25°.4	15°.0	"	14°.1	9°.4
Février.	38.1	14.8	"	9.5	12.6
Mars..	20.4	17.5	"	18.1	12.2
Avril.	29.5	15.2	"	16.0	12.2
Mai..	29.8	16.3	"	16.7	12.0
Juin.	35.0	17.8	"	15.1	15.8
Juillet..	23.8	18.5	"	15.8	15.2
Août. .	34.2	17.2	"	"	14.5
Septembre. .	26.5	"	17°.7	"	12.2
Octobre.	25.9	"	15.1	"	11.8
Novembre.	24.1	"	"	"	9.8
Décembre.	31.1	"	17.1	"	1.12
Moyenne des maxima.	28.58	"	"	"	12.24

Ainsi les maxima de radiation se manifestent de préférence dans les altitudes et les latitudes les plus élevées. La valeur de la radiation moyenne dépend de l'élévation du lieu et aussi du nombre de jours où le soleil n'a pas été caché par des nuages; nous indiquons ci-après le nombre de ces jours au mont Saint-Bernard, à Versailles et à Orange. Pour l'obtenir, nous divisons le nombre total des observations de radiation faites dans le mois, par le nombre des observations qui ont été faites chaque jour à l'observatoire considéré. Ainsi, 30 observations où le soleil a agi sur la boule, dans un lieu où l'on fait trois observations par jour, donnent dix jours de radiation pour ce lieu.

Nombre de journées éclairées par le soleil.

1853	SAINT-BERNARD.	VERSAILLES	ORANGE.
Janvier.	16	22	17
Février.	9	24	25
Mars.	17	24	28
Avril.	10	24	29
Mai.	5	26	26
Juin.	15	25	28
Juillet.	21	25	50
Août.	24	"	51
Septembre.	16	"	28
Octobre.	11	"	25
Novembre.	8	"	18
Décembre.	14	"	15
Moyenne.	13.8	"	24.8

Ainsi, dans la plaine, il y a un plus grand nombre de jours éclairés; mais, sur la montagne, l'intensité de la radiation fait plus que compenser cet avantage pour la végétation qui doit y marcher par secousses successives.

Enfin, j'ai cru qu'il serait intéressant de comparer entre elles, dans une même localité, les radiations de plusieurs années consécutives. Je donne ici par saison les radiations

observées à Orange, en 1851, 1852, 1853. Les saisons considérées ne sont pas les saisons astronomiques, mais les saisons météorologiques, composées de trois mois chacune, commençant à décembre et finissant avec novembre de chaque année.

Radiation des saisons à Orange (Vauchuse).

	1851.	1852.	1853.
Hiver (décembre à février).	"	4.53	3.39
Printemps (mars à mai).	5.05	5.52	4.15
Été (juin à août).	5.51	7.44	6.02
Automne (septembre à novembre).	4.61	5.42	3.07
Moyennes .	"	5.45	4.15

La récolte de 1853, qui a été faite après un printemps à faibles radiations solaires, a été très-mauvaise; on verra plus tard, quand on aura réuni un plus grand nombre d'années d'observations, si cette influence se confirme. Les recherches de cette nature se multiplient, et elles permettront de résoudre un grand nombre de questions que je ne fais qu'indiquer. Ainsi, M. Quetelet a bien voulu, à ma prière, faire à Bruxelles, pendant trois ans, l'observation d'un thermomètre exposé au soleil. En outre, on fait en Russie des observations complètes dans sept observatoires différents, de 39° à 60° de latitude et sous des méridiens qui s'étendent du 28° au 222° degré de longitude. Cette belle entreprise du gouvernement russe est dirigée par M. Kupfer.

J'ai recherché si les thermomètres à boule noircie, et les thermomètres enfermés dans une boule de 0^m.10 en cuivre noirci, donnaient des résultats comparables; j'ai trouvé qu'il y avait identité presque complète entre ces deux genres d'observation, sauf pour les matinées humides où le thermomètre à la boule de cuivre indique un degré moins élevé.

En calculant les observations de radiation, il faut tenir compte de l'épaisseur de l'atmosphère, du temps pendant lequel le ciel est pur et de la longueur du jour pour chaque

latitude. Des exemples de la manière dont il faut faire tous ces calculs sont donnés dans le Mémoire que j'ai inséré dans le tome III de l'*Annuaire de la Société météorologique* (p. 233).

Le nombre des observations faites jusqu'à présent est encore trop peu considérable pour qu'on puisse en tirer des conclusions définitives; cependant on peut regarder les résultats suivants comme à peu près acquis à la science :

1° Le chiffre de la radiation moyenne augmente de l'ouest à l'est, sur l'ancien continent; il redevient faible à l'ouest de l'Amérique. Il augmente beaucoup avec l'altitude. C'est que l'intensité de la radiation peut être considérée comme étant la mesure de la quantité de vapeurs diffuses qui se trouvent dans l'atmosphère; ces vapeurs sont d'autant plus abondantes que l'on est plus voisin des grands réservoirs d'eau situés dans la direction des vents; de plus, cette quantité de vapeur est d'autant moins grande, que la couche d'air dans laquelle on se trouve est plus rare.

2° La durée du jour influe beaucoup sur les effets de la radiation: ainsi à radiations diurnes égales, en été dans les régions septentrionales, ces effets sont moindres en hiver et à l'automne et plus grands au printemps que dans les pays à latitudes moins élevées.

3° La radiation augmente beaucoup en été; cela explique la prépondérance de la chaleur estivale dans les climats intérieurs du continent, et les effets considérables de la chaleur solaire dans les régions où l'on peut souffrir d'une insolation de 29 à 30 degrés pendant le jour, tandis que l'obliquité du rayon incident à la terre n'échauffe pas la terre dans les mêmes proportions que les corps opaques isolés.

4° Ces effets combinés de la radiation solaire des corps opaques isolés et de la radiation de la terre sont exprimés par la température moyenne de l'air, qui, avec l'action des rayons solaires détermine la température des corps opaques; les deux températures, très-différentes en hiver à des latitudes diverses, diffèrent encore beaucoup au prin-

temps et en automne, et se rapprochent de l'égalité en été.

5° Les plus fortes radiations ont lieu quand le soleil perce au travers des nuages appelés *cumuli*, le fond du ciel étant bleu; il semble qu'alors les vapeurs s'attirent et se groupent pour former les masses nuageuses et laisser libres et exempts de nébulosités les espaces intermédiaires.

N° 17.

Influence de la température sur les progrès de la végétation.

Dès que Réaumur eut régularisé les indications du thermomètre, il demanda qu'il fût établi des comparaisons entre la somme des températures et la durée de la végétation des plantes¹. Adanson² et Cotte³ cherchèrent à réaliser ce vœu, mais ils manquaient encore des éléments nécessaires pour obtenir des résultats exacts. Depuis cette époque, M. Bous-singault, dans un Mémoire présenté à l'Académie des sciences et dans son *Économie rurale*, calcula les sommes de degrés de température reçues par les plantes en des lieux divers depuis l'époque de leur germination jusqu'à l'époque de leur maturité. Nous avons fait plus tard les mêmes calculs pour les végétaux cultivés en Europe, en joignant à ces calculs les effets de la radiation solaire. M. Quételet, frappé de quelques anomalies, proposa de mesurer les effets calorifiques par les sommes des carrés des degrés de température au lieu de prendre simplement pour élément du calcul les sommes des degrés. Enfin, M. Babinet a conclu de quelques données théoriques, qu'il fallait multiplier la somme des degrés

¹ *Mémoires de l'Académie*, 1735, page 559.

² *Familles de plantes*, tome I, pages 87, 102, 108.

³ *Traité de Météorologie*, pages 422 et suivantes.

par le carré du nombre de jours de durée de la végétation.

Tel était l'état des choses, quand nous avons résolu d'étudier de nouveau la question. Cette étude nous a conduit d'abord à reconnaître l'insuffisance de toutes les méthodes proposées pour comparer les phases de la végétation à la température; puis nous avons cru reconnaître les causes des anomalies, et nous avons entrevu ce qui reste à faire pour élucider la question.

Dans les tableaux présentés par M. Boussingault en 1837 et dans ceux de son *Économie rurale*, notre savant confrère cherche la somme des températures qui ont eu lieu depuis l'époque de la cessation des gelées (qu'il fixe pour Paris au 15 février, et pour le midi de la France, au 1^{er} février), jusqu'à la maturité des plantes. Il obtient :

En Alsace.	2,150 degrés.
A Paris.	2,160 —
A Kingston (New-York).	2,066 —
A Quiachaqui (zone équatoriale). .	2,534 —

On remarque ici l'accord des trois nombres qui représentent les sommes des degrés de température des lieux placés dans la zone tempérée; le nombre de degrés calculés pour Quiachaqui, sous la zone équatoriale, diffère beaucoup des trois premiers nombres.

Nous avons traité de la même manière les observations faites à Orange, pour une moyenne de 53 ans, et en particulier les observations des années 1853 et 1854, les observations de cinq années différentes, faites à l'école régionale de la Saulsaie, près de Lyon. Toutes les sommes que nous avons obtenues pour ces lieux pris dans la vallée du Rhône nous ont donné un minimum de 1,613 degrés et une moyenne de 1,748 degrés; ce nombre diffère notablement des chiffres qui ont été obtenus dans d'autres bassins météorologiques. Enfin, à Lougan, chez les Cosaques du Don, la maturité du blé exige 2,537 degrés, comme à Quiachaqui, sous la zone équatoriale.

Passant à la culture spéciale de l'orge de printemps, nous trouvons les chiffres suivants :

Lyngen, en Norvège (70° de latitude)..	1,055 degrés.
Vertichinsk (Sibérie) (59°, 18').	1,482 —
Bruxelles.	1,765 —
Versailles (1852)..	1,549 —
Orange, moyenne.	1,500 —

Les anomalies que présentent ces nombres prouvent que a marche de la végétation, visiblement influencée par les sommes des degrés de température reçus, dépend pourtant aussi d'autres causes, d'où il résulte qu'on ne peut pas dire qu'une plante ait besoin d'une même somme de degrés de température pour parcourir, en quelque lieu qu'on la cultive, un cycle normal, uniforme, depuis sa germination jusqu'à sa maturité.

Ces discordances ont conduit M. Quételet à penser que la somme des degrés de température reçus par une plante pendant tout le temps de sa végétation n'est pas la seule chose à considérer, qu'il faut aussi examiner comment ils se répartissent. Deux journées donnant 10 degrés de température moyenne, par exemple, ne produisent pas sur les plantes le même effet qu'une journée à 20 degrés. En conséquence, M. Quételet considéra la température comme une force vive, dont il faut employer non pas la somme des degrés simples, mais la somme des carrés.

Cependant, en appliquant cette méthode à la floraison des lilas, M. Quételet a obtenu pour les deux sommes des résultats identiques pendant plusieurs années, à partir de l'époque de la cessation des gelées, savoir : 476 degrés pour la somme des degrés de chaque année, et 1,296 degrés pour la somme de leurs carrés. Nous avons essayé la même application sur deux années différentes, où la floraison des lilas nous était donnée par Cotte, dans le climat de Laon. En 1782, du 22 février au 3 avril, nous avons 577 degrés pour la somme de degrés et 4,770 degrés pour celle des carrés ; en 1790, du

22 janvier au 10 avril, nous avons 477°.7 pour la somme des degrés, et 3,410 degrés pour celle de leurs carrés. Nous ne trouvons ici aucun trait de ressemblance ni entre les observations faites pendant deux années à Laon, ni entre les observations faites à Laon et celles qui ont été faites à Bruxelles.

Pour la récolte du vin à Orange, nous avons trouvé, depuis le moment où s'ouvrent les bourgeons jusqu'à la vendange :

En 1844, 3,160 pour la somme des degrés, 62,462 pour celle des carrés.

En 1847, 3,010 pour la somme des degrés, 67,321 pour celle des carrés.

La méthode des carrés nous donne donc entre les deux années une ressemblance moindre que celle de la comparaison des sommes des degrés simples.

Notre savant confrère, M. Babinet, considérant que l'effet produit par une cause mécanique constante, agissant pendant un certain temps, est proportionnel à l'intensité de la force multipliée par le carré du temps pendant lequel elle agit, conseilla d'appliquer ce principe aux effets de la température. Appliquons cette méthode aux exemples que nous venons de citer. La végétation du lilas jusqu'à sa floraison a duré 81 jours en 1782, et la température moyenne a été $\frac{577}{81} = 7^{\circ},12$; en multipliant ce nombre par 6,581, carré de 81, nous obtenons 44,856. En 1790, la végétation ayant duré 79 jours, la température moyenne a été de 6°.06 ce nombre étant multiplié par 6,241, carré de 79, nous obtenons 57,820. La dissemblance de ces résultats prouve que l'on ne peut avoir confiance dans la méthode.

Si l'on ajoute la radiation solaire à la température de l'air, ainsi que nous l'avions proposé, les chiffres qui expriment la somme des températures ne cessent pas d'être dissemblables. La chaleur lumineuse a une action indubitable sur la végétation, mais cette action n'est pas entièrement de même nature que la chaleur obscure, et on ne peut obtenir aucun bon résultat de l'addition de deux quantités hétérogènes.

Ainsi, les faits que nous venons de citer prouvent qu'il faut rechercher d'autres principes pour expliquer l'avance ou le retard des différentes phases de la végétation. C'est ce que nous allons faire en examinant successivement les diverses circonstances du phénomène.

I. Des phases de la végétation. — Nous sommes d'abord frappé d'une première observation : la maturité du froment a lieu dans la vallée du Rhône avec une somme de température moins élevée que dans le nord de la France ; mais aussi les pailles de froment sont moins longues et composées d'un moindre nombre de mérithalles au midi qu'au nord. A Lougan, sur le Don, on a des pailles si hautes, que la tête d'une autruche les domine à peine ; mais la somme des températures est beaucoup plus forte. En Sibérie, l'orge mûrit sous l'influence d'une somme de degrés plus petite que dans le sud de l'Europe ; mais il ne produit que 3 fois $\frac{1}{2}$ la semence, et ne développe ainsi qu'un petit nombre d'épillets autour des mérithalles, tandis qu'en France l'orge produit une quantité de grains égale à 8 à 9 fois sa semence. Ces faits indiquent la route à suivre ; je vais examiner séparément chacune des phases de la végétation, à commencer par la production des mérithalles, et comparer ces phases à la température.

Le bourgeon et la semence sont l'individu végétal non développé, identique sous ces deux formes. L'un et l'autre ont une vie propre, distincte de celle des autres individus de la même espèce. C'est le rameau à l'état rudimentaire. Il contient, emboîtés les uns dans les autres, la série de mérithalles qui forme un rameau en se développant. Chaque mérithalle, se formant et croissant dans la gaine où il est engagé, se désemboîte successivement du centre du bourgeon, et nous pouvons considérer la formation et le développement d'un mérithalle comme une phase élémentaire de la vie des plantes. On doit donc s'attacher d'abord à comparer la durée de cette phase avec la température.

Sur un scion partant du pied d'un mûrier multicaule hybride, nous obtenons 66 mérithalles chaque année, avec un nombre de degrés de température de 58°.5 pour la production moyenne de chaque mérithalle.

Si, au lieu de partir du pied de la tige, le scion part d'un rameau secondaire, qui a été retranché près du pied d'un mûrier, quoique sa direction soit presque verticale, nous n'avons plus que 44 mérithalles, qui ont besoin chacun de 87°.7 pour se développer

Mais, que le scion soit incliné de 50 degrés sur la verticale, il n'y a plus que 24 mérithalles qui se développent sous l'influence de 161 degrés de température.

Les scions verticaux, qui partent de la cime des vieux mûriers taillés au printemps, ont de 27 à 29 feuilles qui se développent chacune avec 133 à 143 degrés.

Ainsi : 1° la température a une influence directe sur le développement de chaque mérithalle ; 2° ce développement est provoqué pour chaque mérithalle par un nombre à peu près égal de degrés thermométriques ; 3° cette somme de degrés est d'autant plus grande que le rameau est moins vertical ; 4° elle est d'autant plus grande que, pour parvenir au bourgeon, la sève doit parcourir un plus grand nombre de circonvolutions et passer par un plus grand nombre d'anastomoses causées par les vieilles tailles du bois ; 5° la température agit donc, non sur le bourgeon lui-même, mais sur la sève qui doit l'alimenter, et le développement du bourgeon résulte du mouvement de la sève causé par la température, mouvement qui, avec une température égale, amène d'autant plus rapidement la sève au bourgeon, que la route qu'elle a à parcourir est plus courte, plus directe et plus libre.

Mais les mérithalles diffèrent de longueur entre eux, et leur longueur ne dépend plus de l'excitation produite par le calorique, mais de la quantité de sève que reçoit l'arbre, quantité qui augmente ou diminue selon l'humidité du sol. C'est ce que la vue permet de vérifier à chaque modification de l'état

hygrométrique du sol ; on voit les mérithalles s'allonger après la pluie, et se raccourcir lors de la sécheresse. Des observations faites pour l'année 1844 montrent que la longueur moyenne des mérithalles a suivi dans chaque mois l'état combiné de la chaleur et de l'humidité de l'atmosphère; d'ailleurs un effet bien connu de la pluie est d'élever la taille des végétaux : une saison humide produit une bonne récolte de foin; quand la saison est sèche, le foin est court et rare.

Une pareille étude a été faite sur la betterave. Sa racine a autant de cercles concentriques que sa tige aérienne a de tours de spires de feuilles. Dans nos cultures nous avons obtenu, une première année de semis, d'avril en octobre, sept cercles concentriques, sept tours de spires, chacun de sept feuilles, avec une somme de 3,618 degrés de chaleur; c'était environ 100 degrés par mérithalle. Mais, quant à l'accumulation de matières résultant de l'abondance de la sève, elle n'est plus réglée par la température. Du 1^{er} avril au 20 septembre, on a obtenu des betteraves du poids moyen de 0^{kil.}.750. Ces racines avaient subi un temps d'arrêt pendant la sécheresse de l'été, mais au 25 octobre, elles pesaient 1^{kil.}.050 : on avait obtenu les 0^{kil.}.750 sous l'influence de la sécheresse avec 3,108 degrés de chaleur; on en a eu 0^{kil.}.300 avec 510 degrés de chaleur, sous l'influence des pluies d'automne. Bien plus, les betteraves placées dans un terrain constamment frais, dont la végétation n'a subi aucune interruption, ont acquis, sous l'influence de 3,618 degrés, un poids de 3^{kil.}.500. Il ne faut donc pas confondre l'élongation et l'accroissement des végétaux avec la production de leurs organes. La production dépend de la température, l'accroissement et la masse sont l'effet de l'abondance et de la richesse de la sève¹.

¹ L'hygroscopicité du sol et sa force rétentive, sur laquelle M. Barral a appelé l'attention, et pour la mesure de laquelle il a donné une formule mathématique (*Traité du drainage et des irrigations*, t. IV), influent sur l'abondance de la sève et sur sa composition. On sait que chaque sol, pour être saturé d'humidité, a besoin, selon sa nature, d'une quantité d'eau différente; que, par exemple, le sable siliceux retient 0.25 et l'argile 0.70 de son poids d'eau. Si l'on remplit un

H. De la floraison. — La floraison n'est pas une phase nécessaire, inévitable de la vie des plantes. Des pois semés dans une terre largement fumée se sont épanouis en rameaux et en feuilles sans produire une fleur. Dans les contrées chaudes et humides de la région équinoxiale, le froment ne monte pas en épi; il produit des tiges si nombreuses et si garnies de feuilles, qu'on l'y cultive pour fourrage. M. de Humboldt a constaté que, sur la pente de la Cordillère de la Vera-Cruz à Acapulco, on ne voit commencer la culture du froment pour graine qu'à 1200 à 1300 mètres d'altitude ¹ MM. Edwards et Colin n'ont pu obtenir de grain d'un blé d'hiver semé à la fin d'avril; mais du grain de la petite variété de printemps et la plus petite graine de la variété d'hiver, semés à la même époque, ont pu monter en épis. D'un autre côté, on cultive le froment pour graine à l'Ile-de-France, presque au niveau de la mer, où la température de l'hiver n'est pas au-dessous de 26 degrés, température plus élevée que celle de Xalapa au Mexique, où le blé ne peut produire d'épis. M. Codazzi a vu le froment venir à maturité dans la vallée de l'Aragua, concurremment avec le sucre et le café ². M. Bremacker ayant transporté quelques pieds de lilas dans une cave pour produire un sommeil artificiel de ces plantes, et au bout de quelque temps les ayant remis en terre et exposés dans une serre à une température douce et très-égale, il a obtenu des feuilles, mais point de fleurs ³

tube de terre sèche, et qu'on y verse de l'eau, elle s'imbibera lentement dans la terre tassée, parce que ce n'est que de proche en proche que la saturation des particules de la terre a lieu, et que, jusqu'à ce que cette saturation soit complète, pas une goutte d'eau ne coule par le bas du tube. C'est là l'hygroscopicité.

Si la terre est déjà saturée d'eau et que l'on en ajoute à la partie supérieure du tube, elle recommence presque instantanément à filtrer par la partie inférieure; mais la rapidité de la chute est bien diminuée, comme le prouvent nos expériences dont les chiffres sont rapportés au § 409 (page 268); c'est la force rétentive qui s'oppose plus ou moins, comme l'a fait voir M. Barral, à l'écoulement de l'eau du sous-sol.

¹ *Essai sur la Nouvelle-Espagne*, in-8, tome III, page 70.

² *Comptes rendus*, tome XII, page 478.

³ *Annales de l'Observatoire de Bruxelles*, t. V, page 12.

Dans l'expérience de MM. Edwards et Colin, nous voyons l'influence d'un périsperme abondant, disposer les plantes à ne produire que des feuilles, tandis que le périsperme plus rare des grains de printemps et des grains chétifs d'hiver produit des épis, comme la terre moins riche; dans l'expérience de M. Bremacker, l'humidité constante de la serre, succédant à l'humidité de la cave, ne produit aussi qu'un développement de feuilles. On pourrait donc soupçonner qu'il règne un état très-humide de l'air sur les pentes mexicaines de la Cordillère, tandis que, dans les parties de la zone équinoxiale où mûrit le froment, on éprouve une succession d'humidité et de sécheresse. Mais de tous ces exemples, on peut au moins conclure que la floraison n'est pas une phase nécessaire de la végétation, et que la plante qui reçoit un courant de sève abondant et continu est disposée à se couvrir seulement de feuilles sans porter de fleurs.

III. *Maturité des semences.* — Il faut s'entendre sur ce qu'on appelle maturité. Selon quelques savants, une plante n'est mûre que lorsque la semence est sur le point de se détacher de la plante; selon d'autres savants, pour qu'une plante soit mûre, il faut au moins que le péricarpe soit desséché et que le périsperme soit durci; enfin d'autres admettent que la semence est mûre quand on peut la faire germer. C'est ce qu'on appelle la maturité botanique. Cette maturité est la seule qui présente un véritable caractère de généralité et de fixité. L'époque ordinaire des récoltes en différents lieux n'est nullement indiquée par des signes tirés de la maturité; ainsi on cueille l'olive, ou l'on attend qu'elle tombe de l'arbre, en se décidant, dans l'un et l'autre cas, par des considérations économiques; la vendange a lieu à un degré de maturité plus ou moins avancée, selon les résultats que l'on attend de la fermentation, selon la composition du moût, selon le goût des consommateurs. En Bourgogne, on vendange à présent plus tard qu'autrefois; on vendange plus tôt dans le Midi. On ne récolte généralement les

fèves que lorsque le péricarpe est sec ; mais les Valaisans, qui veulent conserver la paille de fèves à l'abri de toute altération, récoltent les fèves dès que le hile de la graine est noirci, quoique le reste de la graine soit encore vert. M. Duchartre a prouvé que des semences de blé peuvent germer dès que leur albumen est en lait, mais que leur dessiccation et leur rétraction favorisent la germination. Il résulte d'expériences faites à Versailles et à la Saulsaie qu'on peut moissonner le blé quand le haut de la tige est encore vert, et que le blé ainsi moissonné est très-beau et très-apprécié des acheteurs. Cette maturité suffisante devance de 9 à 13 jours la maturité que l'on appelle *complète*.

Un autre obstacle s'oppose à ce que l'on puisse assigner une somme de degrés de température uniforme pour la maturité d'un végétal ; c'est le grand nombre de variétés de maïs, de pomme de terre, de vigne, etc., qui mûrissent plus vite ou plus lentement.

Nous ne pouvons donc admettre la maturité, si mal définie, si arbitraire, si changeante, comme une phase naturelle de la vie des plantes ; il faut s'en tenir à la maturité botanique, encore peu étudiée, sauf aux cultivateurs à la devancer ou à la dépasser, selon leur convenance économique.

IV. *Conclusions*. — Des observations qui précèdent on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Les phases successives de la végétation d'une plante sont marquées par le développement de ses organes élémentaires : mérithalles, tiges, feuilles, bourgeons, etc. ;

2° Le développement des mérithalles est déterminé par une somme de degrés de température à peu près égale pour la même espèce de plante et pour les rameaux semblablement disposés ;

3° Il peut se développer un nombre indéfini de mérithalles foliaires sans que la plante fleurisse ;

4° Ce nombre varie selon les climats et les années ;

5° La floraison et le nombre de mérithalles foliaires qui la précèdent dépendent de circonstances diverses qui diminuent l'abondance de la sève au scion ou qui l'épaississent, en lui faisant faire de longs trajets ou en la faisant passer par de nombreux détours :

6° Les circonstances météorologiques qui influent sur cet état de la sève (l'humidité du sol et de l'air, la pluie, les vents, etc.) se reproduisent les mêmes dans le même climat et dans la moyenne des années; il en résulte que les plantes fleurissent assez régulièrement, après avoir produit le même nombre de mérithalles, et qu'ainsi on peut calculer pour un climat, la somme des degrés de chaleur nécessaire pour la floraison des plantes, sans que cette somme soit la même dans un climat différent, où le nombre de mérithalles qui précèdent la floraison n'est plus le même ;

7° La fructification et la maturité étant des conséquences de la floraison, la somme des degrés de température qui les produit est aussi variable d'un climat à l'autre ;

8° La récolte d'une plante étant subordonnée à des considérations d'utilité qui ne coïncident pas toujours avec la maturité botanique, elle ne peut être soumise à des calculs exacts de température ;

9° La radiation solaire étant aussi à peu près la même dans le même climat, d'une année à l'autre, en l'ajoutant à la température de l'air, on ne change pas le rapport des sommes de degrés de température, mais on le change en passant d'un climat à un autre. Ce calorique, ajouté à la température de l'air, doit entrer en ligne de compte pour déterminer la possibilité d'une culture dans un lieu donné ;

10° Pour tenter la culture d'une plante dans un lieu donné, il faut encore tenir compte des propriétés du sol, de son hygroscopicité et de sa force rétentive.

CONSIDÉRATIONS
SUR
LÈS MACHINES

PAR
AUGUSTE DE GASPARIN
DÉPUTÉ DE LA DRÔME.

CONSIDÉRATIONS

SUR

LES MACHINES

PAR M. AUGUSTE DE GASPARIN

Caïn, qu'as-tu fait de ton frère ?

En voyant marcher la charrue Granger, savez-vous ce qui m'a réjoui ? c'est que le laboureur, droit et la tête haute, croisant ses bras et fumant sa pipe, suivait le sillon que traçait la machine ; il était grandi d'un pied, d'abord parce qu'il n'était pas courbé sur les mancherons, ensuite parce qu'il sentait qu'il y avait là un affranchissement, et que rien ne relève comme cette pensée. D'autres examinaient l'effet matériel de l'instrument, et, au fond, c'était notre affaire ; mais un sentiment profond m'absorbait ; je ne pouvais me lasser de regarder mon homme ; ce n'était plus un vilain ; son front longtemps courbé vers la terre pouvait contempler le ciel ; il se promenait comme un gentilhomme, et c'était Granger qui avait signé ses lettres de relief. Voilà encore un pas que l'homme vient de faire vers la liberté, vers cette liberté qui se sent, et sous laquelle on respire. Ici, ce ne sont pas de vaines paroles, ce ne sont point ces joies de l'estaminet et de la rue qui ne laissent que des souvenirs pénibles, mais une liberté fondée sur un fait et sur un bonheur. Ainsi, l'on voit l'esclavage de l'homme disparaître par l'emploi de son intelligence, par l'usage qu'il fait des forces de la nature, qui

viennent suppléer incessamment à ses efforts individuels si pénibles et d'un si faible résultat.

Tour à tour la philosophie et la religion, en proclamant les grands principes de liberté et d'égalité, sont restées impuissantes pour les faire prévaloir. Est-ce que l'esclavage n'existait pas à côté de la philosophie antique ? Est-ce que l'esclavage n'a pas été importé et maintenu dans nos colonies par des chrétiens, soit qu'ils sortissent de la catholique Espagne ou des États protestants ? Est-ce que les meilleurs principes n'ont pas toujours cédé aux nécessités ; que dis-je, aux nécessités ! aux simples goûts, aux fantaisies, au café, au sucre, aux plus légers, aux plus futiles tissus ? N'est-ce pas pour eux qu'on fait la traite et la guerre, que les noirs s'égorgent et se vendent, que les Européens se combattent ? N'est-ce pas pour eux qu'on maintient l'esclavage, soit cet esclavage antique, l'esclavage du glaive, soit cet autre esclavage, l'esclavage de l'argent qui ne tue pas, mais qui laisse mourir, cet esclavage héréditaire de l'habitude, de la naissance, de la faiblesse, de l'abrutissement ?

Ainsi les théories morales et religieuses, isolées du concours des sciences positives, seraient sans effet pour la rédemption temporelle de l'humanité ; l'homme resterait l'esclave de la nature s'il n'apprenait à la dompter. C'est de son intelligence seule qui doit attendre sa liberté ; c'est de ses efforts scientifiques que doit sortir le nouvel ordre social, la grande émancipation que l'inquiétude des masses entrevoit, mais ne peut expliquer encore.

Dans ces crises solennelles qui préparent notre avenir, chacun cherche avec anxiété les causes qui les ont produites, les résultats qu'on doit attendre de ces crises ; chacun, sous l'empire de ses réflexions ou de ses préjugés, veut expliquer les unes ou pressentir les autres ; chacun, selon son existence sociale, prend position pour la défense ou pour l'attaque ; aucun n'est à l'abri de funestes pressentiments, et, sous leur fascination, incapable de se confier au présent qui échappe,

on est entraîné vers cet avenir incertain. Cette incertitude tient à ce qu'on n'a pas compris les nécessités qui nous pressent, et qu'on veut chercher dans le passé des remèdes à une position sans exemple. Jusqu'ici l'inquiétude sociale a cherché ces remèdes dans des croyances religieuses et dans des renversements de trônes ; on a pendu des ministres et décapité des rois ; on a gagné des batailles ou invoqué le sacerdoce, et, à chacun de ces actes impuissants, la joie publique exaltée s'est écriée : *Le pays est sauvé*, et le pays, toujours sauvé, s'est trop souvent trouvé le lendemain dans une position plus précaire. Mais ce n'est ni de trône, ni de république, ni de ministres, ni de batailles, qu'il peut être désormais sérieusement question ; le genre humain, ennobli par l'étude, vient de briser ses fers ; des forces immenses et jusqu'ici inconnues viennent lui prêter leur appui ; il proclame son émancipation au bruit des machines industrielles ; il vient revendiquer des droits suspendus par sa première chute. Voilà le grand événement qui se prépare, qu'on ne comprend pas assez, qui bouleverse les esprits, surprend les intelligences et jette le vertige dans les sociétés modernes.

Supposons un moment que des routes en fer soient établies dans toutes les directions ; que des machines locomotrices y transportent les fardeaux ; que la charrue à vapeur sillonne nos champs ; que des pompes éoliennes, ou mieux encore un vaste système de canalisation, amènent l'irrigation sur tous nos terrains ; alors tout d'un coup les chevaux de charrette, de poste et de labour, et le cheval qui tourne péniblement le manège de la noria deviennent inutiles ; le cheval de selle, celui qui donne du plaisir, qui bondit sous le cavalier, et dont aucune machine ne peut remplacer l'intelligence et la valeur, est seul recherché ; la race est épurée de tout ce qui n'est pas supérieur en élégance et en beauté ; les nobles travaux relèvent l'espèce, et l'on voit disparaître les produits difformes de l'esclavage et les tortures infligées à des êtres avilis.

Cette révolution, que nous avons supposée dans l'espèce chevaline, devient imminente pour l'humanité tout entière ; elle doit l'ennoblir de plus en plus, à mesure que les emplois les plus vils seront remplacés par l'action des machines. Ainsi quelques-uns de ces emplois étaient tels et sont tels encore que des esclaves seuls, sous la menace des tortures ou de la mort, pourraient s'y résoudre.

Les moulins sont venus affranchir cette foule d'esclaves qui chez les anciens étaient occupés à piler du blé dans des mortiers ou à tourner des meules à bras ; à la place de ces esclaves, les moulins ont créé les meuniers et leurs garçons, qui sont en général des hommes assez considérables dans leurs villages, et qui, bien qu'assujettis à des soins pénibles, ont aussi un travail d'intelligence dans la disposition de l'eau, du vent et du mécanisme qu'ils emploient. On trouve parmi eux des citoyens souvent riches et considérés ; ils ont leur influence politique dans le pays ; ils remplacent des misérables que le sort des armes ou le malheur de la naissance condamnaient à une action mécanique qui les classait, sans contredit, au dernier degré d'intelligence et de développement moral.

Voilà donc, grâce à une roue de bois ou à une meule de pierre, toute une classe spéciale et indispensable relevée de la servitude à l'indépendance, de l'abrutissement à la dignité, de la bête à l'homme.

La navigation s'est faite longtemps au moyen de la rame, et ce travail était tellement dur que les esclaves chez les anciens, les malfaiteurs chez les modernes, sous le nom de galériens, étaient commis à cet ouvrage. Courbés sous le bâton et livrés aux plus cruels châtimens, ils accomplissaient péniblement leur tâche. La voile a été leur délivrance, et l'heureux rédempteur qui le premier l'a attachée au mât a tout à la fois rompu bien des chaînes, arrêté bien des bras inhumains, et tari bien des larmes. Mais cet affranchissement n'est point complet encore : le mousse est obligé de courir sur les ver-

gues, le matelot de s'attacher aux câbles, et la garcette est là pour répondre du zèle et de l'activité dans l'accomplissement du devoir. La vapeur s'applique-t-elle à la navigation, un ouvrier intelligent qui conduit le feu, un pilote qui tient le gouvernail, viennent remplacer et mousses et matelots ; plus de garcettes, plus de jurements à bord ; les derniers vestiges de l'esclavage ont disparu de ce théâtre de violence et de tyrannie ; vous n'y trouverez plus que des hommes bien vêtus et bien nourris parce qu'ils sont rétribués selon leur mérite, remplis de dignité parce qu'ils sentent ce qu'ils valent, qui vous parleront des effets physiques de la vapeur, des moyens de la maîtriser, de la puissance et de la disposition des machines : l'intelligence est venue remplacer la force.

Mon grand-oncle me contait que dans sa jeunesse, quand il faisait le commerce de la soie avec Lyon et qu'il avait des ballots à y transporter, son domestique les chargeait sur le dos de ses mulets et allait ainsi les livrer aux fabricants, à soixante lieues de sa résidence ; souvent, pour plus de sûreté et pour protéger le convoi, mon oncle suivait lui-même à cheval le convoi. A cette même époque, les bacs étaient encore rares, on trouvait au bord des rivières des guides nommés *gaffareaux*, qui conduisaient les animaux d'une rive à l'autre, et transportaient les hommes sur leurs épaules. Au passage de la Durance, les échasses étaient de la partie et ne rendaient pas le jeu plus plaisant. Les développements du commerce amenèrent l'intervention de la charrette et l'établissement des bacs ; plus tard les ponts suppléèrent à l'insuffisance des bacs, et l'on dut s'écrier alors : *Que deviendront les gaffareaux ? que deviendront les muletiers ?* Les gaffareaux, que je sache, n'ont point réclamé leur pénible et dangereux emploi ; les muletiers sont devenus charretiers ; et le fileur et le fabricant, les muletiers et les mules, s'en sont trouvés mieux ; on remit la marchandise à des hommes ayant plus de responsabilité, ordinairement à

des fermiers qui employaient au roulage leurs bêtes de travail en temps perdu, et on cessa dès lors d'exercer une surveillance pénible. Plus tard, les compagnies de roulage remplacèrent les fermiers, les diligences se chargèrent de transporter promptement les objets les plus précieux, la garantie de compagnies importantes donna pleine sécurité au commerce, et une foule d'employés intelligents remplacèrent des hommes grossiers, qui ne tardèrent pas eux-mêmes à monter au niveau de la nouvelle civilisation.

Le canon a civilisé la guerre ; cette guerre qui, chez les anciens, était faite au couteau, de la main de spadassins féroces, est conduite aujourd'hui par les hommes les plus polis et les plus instruits du monde, et la victoire reste à la science. Deux projectiles lancés avec précision ont suppléé, à Anvers, à des assauts meurtriers où les vainqueurs décimés se seraient baignés dans le sang et où les vaincus auraient été passés au fil de l'épée. Encore quelques procédés pareils, et la mer ne peut plus être le théâtre que des paisibles transactions commerciales ; un seul de ces projectiles détruirait un vaisseau, et, quelle que soit l'audace de l'homme, s'il affronte les hasards de la guerre, il fuit la certitude de la destruction. Des sommes immenses cesseront d'aller s'engloutir en pure perte dans nos ports, et nos forêts cesseront de tomber stérilement sous la hache pour s'abîmer dans l'Océan.

Rendre les armes terribles et leurs effets inévitables, c'est établir la paix perpétuelle sur une base plus inébranlable que celle des traités. Voyez partout la machine dompter la force brutale ; n'oublions pas que les archers anglais ont gagné les batailles d'Azincourt et de Poitiers, que les armes de trait ont délivré deux fois la Suisse et de la domination de l'Autriche et des prétentions de Charles le Téméraire, et permis à une province de lutter contre un empire ; qu'en 1814 les chasseurs américains ont réduit à l'impuissance l'armée la plus aguerrie que l'Angleterre eût jetée sur leurs côtes. Les frégates à vapeur donnèrent la chasse à ces vais-

seaux de haut-bord accoutumés dès longtemps à la domination des mers ; elles proclamèrent la victoire du génie sur la force brutale, et prouvèrent à bon droit que les armes perfectionnées sont le rempart de la liberté et de la civilisation.

L'imprimerie a sécularisé la science ; elle l'a exhumée de l'enceinte des cloîtres, et, lançant dans le monde son char longtemps embourbé, elle a brisé le sceptre du moine et émancipé l'intelligence ; sous la presse ou sous le cylindre, la pensée s'est élancée forte et innombrable ; reine et dominatrice, elle s'est assise sur le trône du monde, et cela par l'intermédiaire d'un frêle caractère de plomb.

Dans la récapitulation, bien incomplète sans doute, mais suffisante, que nous venons de faire, nous avons vu bien des fers brisés par les machines, beaucoup d'emplois pénibles ou avilissants remplacés par de nobles occupations, et d'heureux loisirs accordés à la classe travaillante ; ces précieux loisirs sans lesquels la pensée n'existe pas, sans lesquels l'âme ne peut réagir. Mais, en jetant les yeux autour de nous, en voyant les haillons de la misère, en entendant tant d'ignobles patois et de grossiers langages, il est facile à voir que nous sommes encore entourés d'une race déchue, qu'il s'est formé autour de nous une population abâtardie qui n'a ni la force ni l'intelligence nécessaires pour assurer sa position dans l'ordre nouveau, et qui ne voit que trop elle-même qu'elle devient partie hétérogène dans la société qui se crée autour d'elle. De là ces craintes et ces menaces, et ces colères terribles où le désespoir revêt parfois les formes de l'héroïsme, et les dangers de la patrie, et l'emploi de la force brutale contre la brutalité des attaques.

L'immense développement donné à la fabrication des tissus, la concurrence à soutenir contre des peuples plus sobres ou mieux asservis au travail, et de là l'insuffisance des salaires et l'emploi de plus en plus rigoureux du temps, amènent des anomalies d'esclavage chez un peuple qui se croit

libre ; ces derniers vestiges de servitude ne peuvent disparaître que devant l'emploi des machines.

La mécanique a prouvé qu'elle peut remplacer l'homme dans le mouvement régulier qui pousse la navette ; si les efforts de la mécanique sont imparfaits encore, on ne peut désespérer de sa puissance quand des métiers ont tricoté des bas, affranchi la femme de la plus fastidieuse de ses occupations, et lui ont ouvert la carrière des travaux variés des études et des arts. Mais là où la complication du travail échappe à l'action des machines, l'adresse des femmes peut être utilement employée ; depuis les princesses d'Homère jusqu'à nos jours, les travaux délicats ont été leur partage.

Dans l'hôpital des enfants trouvés de mon pays, l'usage, pendant longtemps, a été de tenir tout le jour sur des bancs, et immobiles, ces pauvres petites créatures ; cette odieuse contrainte s'appelait, pour eux, la sagesse. On les faisait tricoter. Un seul enfant mâle survécut à ce régime ; encore ne survécut-il que parce qu'il devint aveugle. Les jeunes filles résistaient et se portaient même assez bien. A la même époque, quand des levées inconsidérées eurent épuisé la population virile, les femmes s'adonnèrent au pénible travail de la terre. Là où le sol était léger, elles résistèrent ; ailleurs, de graves maladies, la vieillesse prématurée, l'épuisement des forces, n'avertirent que trop que les femmes n'étaient point faites pour un pareil emploi.

Maintenir des travaux où les hommes et les femmes ont les mêmes occupations, c'est donc méconnaître la nature ; c'est une erreur ou une barbarie, c'est faire des ilotes et dégrader l'image de Dieu.

Un bon semoir pour le blé, en plaçant régulièrement le grain et épargnant ainsi en France la moitié de la semence et la nourriture de trois millions d'hommes, mettrait désormais le pays hors des atteintes de la disette. Il fournirait l'aliment d'un commerce extérieur, étendrait nos moyens d'échange, détruirait à la fois les insectes destructeurs, qui

se nourrissent de l'excédant du grain répandu, et les plantes parasites. En faisant passer la culture du blé au rang des cultures sarclées, un bon semoir anéantirait ainsi cette double armée de guérillas qui, mieux que les rois des forêts, défendent la nature sauvage des envahissements de la civilisation.

Une bonne machine à battre le blé, en dispensant de l'action du fléau, libérerait bien des bras dans les pays où l'on emploie encore cet instrument. Aidés par la nature du climat et par cette paresse qui a aussi son bon sens et son génie, les peuples méridionaux se sont affranchis dès longtemps de ce fatigant procédé; le cheval ou le mulet qui a ouvert la terre aux semences vient dépiquer la moisson. Tout un système agricole est sorti de cet usage, et les bœufs, peu aptes au dépiquage, ont été remplacés par des animaux plus légers. Une machine à battre le blé substituerait, dans le Midi, les bœufs à ces attelages coureurs, et, à la fin de leur carrière, au lieu d'une inutile pâture jetée à la voracité des carnassiers, on recueillerait la meilleure nourriture qu'on puisse donner à l'homme.

Mais qui peut calculer tous les résultats d'une bonne machine? Les bœufs ne peuvent être multipliés sur une immense contrée sans qu'on y établisse un système pastoral étendu; les vaches et leur précieux laitage, et les joies de la jeune famille rustique, et la santé des enfants, et la fraîcheur des jeunes filles, tout cela peut devenir la conséquence d'une roue et d'un manège.

La grande objection à mon système de délivrance par les machines est l'exemple de l'Angleterre; voyez, me dira-t-on, en Angleterre, vingt millions de bras remplacés par la vapeur, et il en résulte que huit millions de mendiants ont vu empirer leur condition, et qu'ils souffrent et meurent à côté de cette exubérance de forces qui aurait dû tourner au soulagement de la nation tout entière. Veut-on ainsi nous rendre Anglais? et qu'est-ce qu'être Anglais? Est-ce dis-

poser des richesses du monde, vivre au large et parcourir l'Europe en landau? Est-ce chasser au renard et courir sur les meilleurs chevaux du monde? Est-ce être le type du fashionable et le plus beau joueur de l'univers, et, blasé sur tous les plaisirs, finir par le suicide ou la consommation? Oui, mais c'est aussi mourir de dénûment au sein de l'abondance; là où le blé rend douze fois la semence, c'est tendre la main à l'aumône, et c'est mourir de froid dans un pays où la poussière est du charbon. Est-ce vers cet état absurde que nous marchons à grands pas?

Il serait injuste d'attribuer aux machines cet état déplorable; ce sont les lois aristocratiques qui sont la plaie de l'Angleterre. En substituant les terres, ces lois privent la presque totalité de la nation du droit de propriété terrienne; elles crient aux Anglais de toutes parts : *Vous avez été vaincus.*

C'est dans la propriété que le paysan trouve l'indépendance; pour qu'un marché ait toute sa liberté morale, il faut que les contractants aient une position indépendante. Chez nous le paysan ne vend son labeur qu'à un bon prix; si on le lui refuse, il va cultiver son champ qui le réclame et qui paye son travail; aussi le prix de la journée est-il maintenant à un taux qui permet au paysan une vie complète. En Angleterre, dépossédé de la terre, il travaillera pour vingt sous, pour dix sous, pour le morceau de pain qu'on lui jettera, pour l'aumône de la paroisse; car les conditions du marché ne peuvent dépendre que du bon plaisir du maître. Dans un tel pays, on a encore des enrôlements mercenaires, et la presse maritime peut être exercée sur les hommes hors du droit, hors de la loi, hors de la société; mais, par la libre position qui, en France, est acquise au cultivateur, toute la nation agricole est complètement affranchie; nation immense, qui tend à comprendre l'universalité des Français. C'est ce qui manquera aux Anglais, tant que leurs terres resteront substituées dans les familles nobles. Un État ne se constitue

point naturellement ainsi ; c'est une empreinte de servitude, c'est la conquête, c'est le Normand qui règne encore.

En vain un peuple d'ouvriers, qui n'a pas sa racine dans le sol, aspire-t-il à l'indépendance ; ses coalitions, ses émeutes, ne font qu'aggraver sa position, leur effet n'est qu'éphémère ; les besoins impérieux de l'existence et l'incessante nécessité d'un travail spécial tiennent l'ouvrier à la gorge et rendent vaines ses tentatives de résistance ; sa condition empire, l'industrie se déplace, et une misère plus poignante vient l'asservir encore plus. Mais dans un pays agricole tout change de face pour l'ouvrier. Il y a quelques jours, à Tarascon, je me suis présenté chez mon sellier : il était à la campagne ; chez l'armurier, il chassait aux alouettes dans ses terres ; chez le marchand, il faisait cueillir ses olives ; pas un ne se fût dérangé pour venir exercer son état de ville. Qui était le prolétaire ? C'était bien moi, qui avais besoin de tout ce monde ; ou plutôt personne ne l'était, car je pouvais dire à mon tour que rien ne m'arracherait de l'ombre de mon figuier.

Si les hauts-fourneaux devaient remplacer la tour féodale, s'il devait se former une aristocratie financière qui multiplierait autour d'elle le prolétariat ; si une funeste charité devait créer autour de nous ces taxes des pauvres, qui ne sont que des arrhes accordées à l'esclavage ; si nous devons descendre à l'état de l'Angleterre, et renoncer à cette indépendance dont je viens de faire le tableau, ah ! n'ouvrons pas la boîte de Pandore, repoussons loin de nous ces infernales machines ; détruisons la propriété, ou réduisons-la au *jagerum* des Romains ; plantons des châtaigniers, et croisons-nous les bras comme le Corse ; comme le Corse que les temps n'ont pu changer, dont les Romains n'ont pu faire un esclave, et qui, sous la force de ses institutions communales, est encore aujourd'hui ce qu'il était chez les Romains, repoussant une civilisation incomplète qui ne promet qu'une liberté équivoque.

Six années consécutives de grande abondance de grains dans le nord de l'Europe, en amenant la mévente et forçant à la consommation locale, ont produit cette race prussienne de chevaux, pleine d'élégance et d'énergie, recherchée maintenant de tout le continent. Une nouvelle richesse nationale naquit ainsi du désespoir financier ; le pain devint la nourriture des animaux et changea les rosses en coursiers.

C'est par des causes semblables, mais plus durables, puisqu'elles tiennent à un perfectionnement radical de culture, que j'ai vu successivement, dans mon pays, le pain d'orge remplacé par le pain de seigle, et le seigle faire place au froment. Là le paysan mange ses figues, ses pêches et ses raisins ; car tout le monde en possède, et personne n'en achète. Aux portes d'une capitale on s'en interdirait l'usage ; les enfants les dévoreraient en vain d'un œil d'envie, il leur serait défendu d'y toucher. J'ai vu le vigneron s'abreuver d'eau ; j'ai vu le lait interdit aux vachers des chalets, et la bure couvrir les tisseurs en soie ; mais que l'abondance arrive, que les demandes se ralentissent, et cette calamité de la bourse devient la joie de tout un peuple. Ces exemples, tirés d'une position agricole, peuvent servir à apprécier d'avance la destinée manufacturière. Chacune de ces crises qui retentissent dans le commerce comme un sinistre, en excitant la concurrence de peuple à peuple, d'individus à individus, en simplifiant les procédés, en faisant recourir aux machines, jette sur le marché ces profusions de marchandises qui vont couvrir les nudités de nos derniers parias, qui font connaître la propreté, excitent à l'élégance, et donnent des habitudes de bien-être et de confortable.

Ainsi, quelles que soient les perturbations que semble apporter l'emploi des machines, l'immensité de travail qu'elles exécutent doit tourner au profit général de la société.

C'est aux machines à opérer l'affranchissement du genre

humain ; partout, jusqu'à présent, la liberté même a marché de conserve avec l'esclavage ; les Spartiates avaient leurs ilotes et les Romains leurs esclaves ; c'est que l'homme seul en lutte avec la nature a besoin d'efforts pour la dompter, que ces efforts sont un travail manuel, et qu'un travail imposé est l'esclavage. Ce n'est que parce que les anciens avaient des esclaves chargés de ces efforts qu'ils pouvaient remplir le Forum et le théâtre, s'occuper des grands intérêts de la patrie, et accomplir cette noble vie de loisir qui incite aux grandes conceptions et aux grandes choses. L'incomplète civilisation, qui a appelé les animaux à partager nos travaux, a adouci l'esclavage sans le faire disparaître entièrement. Les animaux n'ont prêté qu'un secours imparfait ; l'homme, qui les a conduits et dirigés, a été assujéti à une surveillance et à des soins plus ou moins pénibles, et n'a pu trouver dans leur coopération qu'une délivrance partielle. Vos forums déserts, vos scrutins vides de noms, votre force nationale incomplète, ne vous annoncent que trop que l'homme est encore attaché à la glèbe, et que les intérêts généraux, quelque puissants qu'ils puissent être, fléchissent devant les besoins journaliers et ces occupations incessantes qui sont les conditions de la vie. Mais l'homme animant les forces matérielles de la nature, leur soufflant une âme et leur disant : Marchez, a conquis son indépendance ; il a fait de la nature son esclave, le plus parfait de tous, un esclave qui ne sent rien et qui travaille ; ce n'est que de ce moment que peut dater la liberté générale.

La seconde objection faite à mon système est le déclassement social qui va résulter de l'emploi des machines ; on ne manquera pas de dépeindre le bouleversement général, le renversement des industries établies, la guerre intestine des intérêts compromis, l'ouvrier manquant d'ouvrage et de pain, et maudissant l'intelligence, c'est-à-dire le rayon divin, la divinité elle-même.

Mais les moyens manquent au génie même pour opérer

de trop rapides effets ; il y a plus de mille ans que les esclaves sont devenus meuniers , c'est à l'époque des croisades que l'usage de la voile a été plus généralement introduit et a changé les galériens en matelots ; il y a cinquante ans qu'on parle de bateaux à vapeur, et le nombre en est encore trop borné, et nous n'avons encore que quelques lignes de chemins de fer, et le canon brise les rangs depuis trois siècles sans avoir acquis l'effroyable puissance qui doit un jour imposer silence à la guerre. Ainsi la timidité des innovations, la lenteur des résultats sont déjà une garantie contre ces brusques perturbations dont on signale les dangers. Mais il est un grand moyen de préparer l'homme aux chances de l'avenir ; c'est de le sortir des spécialités trop absolues par le développement de son intelligence, par l'instruction. C'est aux jeunes hommes instruits et patriotes, c'est aux femmes pieuses et charitables à suivre et encourager les écoles où notre jeunesse doit se former à une vie nouvelle ; c'est à cette jeunesse de détruire ce système qui tend à plonger de plus en plus des êtres si dignes d'intérêt dans l'avorissement.

De bonnes lois enlèveront à l'ère nouvelle les dangers dont les imaginations s'effrayent, et si l'intelligence mécanique est là pour tout changer, l'intelligence morale est là pour faire de chaque changement un bonheur. Mais la grande loi qui a préparé notre émancipation est la loi sur les héritages ; elle est à la fois la garantie du sort des citoyens existants et la digue imposée au débordement de la population ; elle appelle sans cesse un plus grand nombre de citoyens au droit de propriété. L'institution des majorats de l'empire, ce pas en arrière de la civilisation, dicté par l'esprit militaire, n'est point entrée dans nos mœurs ; il faut qu'une nation ait passé sous les fourches caudines pour accepter une telle absurdité. C'est le droit général de propriété, et la faculté d'exercer ce droit par le libre commerce des terres, qui fait la force de la France ; sans lui nous aurions aussi nos serfs, nos cottagers, nos lazzaroni, nos couvents

et nos aumônes de paroisse, et toute la canaille en haillons qui s'attache partout à l'aristocratie dorée. Mais aussi avons-nous de moins en moins à craindre le débordement de population qui menace les autres États ; ce sont les prolétaires, ce sont ces hommes sans avenir et sans prévoyance qui jettent sur la terre d'un pays ces populations exubérantes qui sont loin d'en faire la force ; ce n'est point leur chiffre trompeur qui atteste la grandeur d'un empire, une probabilité de vie élevée est le seul thermomètre du bonheur et de la puissance. La force est là où les citoyens sont attachés au pays par une existence assurée et honorable ; ils volent à la défense du territoire sans que le knout aligne leurs rangs, et, quelle que soit leur infériorité numérique, si leur indépendance est menacée, ils foulent l'Europe aux pieds et font courber la tête aux rois.

En suivant les phases de la population en Europe, nous verrons qu'elle est en raison directe de l'expropriation des peuples et de la faculté du sol et du climat à produire la pomme de terre, c'est-à-dire qu'elle se développe là où l'on peut réduire l'existence à la plus simple expression ; mais cette existence, rigoureusement calculée au minimum, est une cause constante de dégradation. C'est en Allemagne, c'est en Russie, c'est en Irlande que les hommes pullulent comme des insectes ; c'est aussi dans les lieux où ils sont enrôlés au service des manufactures. Tous ces hommes, n'ayant aucun rapport direct avec le sol, recevant l'existence par des mains intermédiaires, comptant sur le salaire par tête et non sur la faculté de leur terrain à produire, ne mettent aucun frein à leur multiplication ; mais là où, maîtres et possesseurs, ils apprécient les ressources de la nature, où une trop grande extension de la famille diminue immédiatement la part de chacun, où des habitudes d'aisance sont établies, l'accroissement est en raison de l'extension réelle de la prospérité, le discernement et la prudence maintiennent les peuples dans de justes bornes.

Dans le midi de la France, où la féodalité, tempérée par le régime municipal des Romains, n'a porté qu'une faible atteinte à l'indépendance des peuples, où la division des propriétés, poussée fort loin, n'a pas permis aux manufactures d'étendre leur influence, l'accroissement de la population est à peine sensible ; les habitants, comme nous l'avons vu plus haut, ont amélioré leur nourriture au lieu de la diviser sur un plus grand nombre de têtes. En voyant l'état de nos paysans, on n'est pas tenté d'attribuer ce phénomène politique au malheur de leur position ; mais c'est qu'ici il n'y a phénomène que pour les hommes irréfléchis ; il est naturel qu'un état heureux et régulier se maintienne, et que les hommes fassent tout ce qui est nécessaire pour ne pas en sortir. Au contraire, les malheurs de position, les chances de guerre, les révolutions, les pestes, les fléaux qui font le vide dans les nations, les gains incertains et irréguliers d'un commerce hasardeux dont on s'exagère le développement, l'abrutissement né d'un travail automatique, l'habitude des aumônes régulières, reculent les bornes de la reproduction, et donnent ces accroissements trompeurs qui, entachés de leur origine, se résolvent en guerres, en pestes, en révolutions et en aumônes. L'homme n'a de dignité et de bonheur que dans l'indépendance d'une position régulière.

Nous ne sommes que trop portés à juger l'horizon du sommet de notre clocher, et de tout rapporter à nos habitudes locales. Je n'ai point vu d'Anglais comprendre notre position, je n'en connais pas un qui ne s'en déclare l'adversaire ; ceux même qui ont les vues les plus philanthropiques ne conçoivent pas que c'est dans la propriété universelle qu'est l'ancre de salut, que l'indépendance réelle n'est acquise qu'à l'homme possédant le sol, et que tout le reste est prolétaire ou tend à le devenir. N'est-il pas prolétaire l'agent du gouvernement, quelle que soit son élévation, s'il n'a pas le foyer domestique où il peut braver une injuste disgrâce ? N'est-il pas prolétaire le soldat qui a épuisé ses forces au service

de l'État et dont l'existence tient à une disposition financière ? N'est-il pas prolétaire, le ministre des autels qui reçoit le trimestre qu'une session hostile peut lui enlever ? Tous ces gens-là ne sont-ils pas à la merci de ceux qui les emploient ? Mais le sol, produisant la vie et le vêtement, et les produisant d'autant plus complètement qu'il est plus sollicité par des mains non occupées ailleurs, n'est-il pas la garantie constante de celui qui le possède ?

Gravissant avec un professeur d'Oxford la colline charmante qui domine ma ville natale, et d'où l'on découvre une portion du riche bassin du Rhône : « A combien de propriétaires appartient cette plaine ? me dit-il. — A vingt mille. » Et j'étais au-dessous de la vérité. « Chez moi ce serait la propriété de trois ou quatre lords. » Et de graves pensées vinrent obscurcir son front : il était aussi prolétaire.

Me trouvant à Vaucluse avec un jeune lord accoutumé à toutes les jouissances d'une vie luxueuse, il admira un site enchanteur et s'écria : « Voilà de quoi faire un parc charmant ; pourquoi le propriétaire n'y pense-t-il pas ? — Ces champs, lui dis-je, sont à douze cents gentlemen qui sont là-bas dans ce village, et qui auraient de la peine à s'entendre pour la disposition du terrain. » Ce fait l'étonna beaucoup. En vain il observait depuis deux ans, du haut de son landau ; il n'avait pas saisi cette organisation ; mais, en sablant du vin excellent, il comprit qu'il pouvait sortir quelque chose de bon d'un pareil système, quand je lui eus expliqué que la grande charrue n'eût pas sillonné ces rapides coteaux, que, sous le régime anglais, la broussaille eût envahi le terrain et proscrit le cep délicieux qui lui ouvrait l'intelligence.

Un charmant auteur qui, sous les formes récréatives du conte, s'élève aux plus hautes considérations, méconnaît notre position, sous l'empire de ses préjugés britanniques, et croit avoir gain de cause quand, poursuivant la petite propriété sur les rochers des Cévennes, elle vient les opposer aux riches plaines du comté de Kent. Suivons-la néanmoins

sur ces abrupts rochers, et nous descendrons ensuite sur des terrains plus féconds. Qu'y eût fait la grande propriété ? elle eût défendu ses bois et ses daims, jeté ses troupeaux sur les pâturages, et, comme dans le Highland, arraché les malheureux indigènes au sol de la patrie pour les jeter, désespérés, aux feux du solstice ; elle eût changé ses hommes, ses compagnons, ses frères, en moutons, et ses nobles clans en troupeaux, et eût soldé en bénéfice son revirement de compte. La petite propriété a défriché des défilés impraticables ; elle a planté le mûrier, produit la plus belle soie du monde, et vivifié une nature sauvage. La bure y couvre le millionnaire, et l'apparence misérable qui a frappé le sergent Rayne tient plus à des habitudes sordides, nées de l'isolement et de la persécution, qu'à l'état réel du pays. On y joue au pauvre comme ailleurs à l'opulence ; c'est là qu'on trouve les héritières qui viennent soutenir le luxe de la plaine.

Pour être juste envers la petite propriété, suivons-la dans les pays fertiles, au centre de Vaucluse, aux bords de la Durance ; là, le dimanche, la soie vient vêtir la jeune paysanne et l'or enchaîne son cou ; la chaumière est bien bâtie, propre et décorée ; on se mire dans ces meubles de noyer qui le disputent à l'acajou, et le marteau de la porte, qu'il soit de bronze ou d'acier, reflète les rayons du jour. Eh bien, trois hectares suffisent à l'entretien de ce luxe. La grande propriété vient, dans ce pays, se résoudre incessamment en poussière, et, de vaine et stérile, décuple de valeur sous la main du jardinier. Et ne croyez pas que les bras seuls exécutent tous les travaux ; sous l'empire de l'association, la charrue géant, attelée de dix couples, vient effondrer le terrain ; elle retire la garance des entrailles de la terre, et la machine étonnée a marché sur ces parcelles sans avoir encore parcouru les longs guérets de la grande culture. Toutefois, la grande culture, quand elle se trouve entourée par la petite propriété, entre dans l'harmonie sociale sans en troubler l'accord.

Allez en Camargue, où les domaines sont immenses, où un système pastoral dès longtemps établi le dispute à tout ce qu'il y a de mieux en ce genre en Europe. Eh bien, là, la grande propriété a recours aux bras superflus de la petite propriété ; le jeune paysan y reçoit, en salaire ou en nourriture, trois francs par jour. Dans un pays où la toile habille les hommes pendant neuf mois de l'année, où un soleil sans nuage les échauffe de ses rayons, où le vin excellent est vendu 10 centimes le litre, trois francs valent neuf francs gagnés sous un climat brumeux et froid, où le vin est inabordable pour l'ouvrier, où la viande est la base de la nourriture. Maintenant comparez, et si, dans notre cas, le budget particulier des propriétaires est moins avantageux, si ce produit net qu'on veut voir sans sonder sa source est moins lucratif, du moins chacun prend place au festin national.

Mais l'organisation d'un pays naît de son climat et de ses lois ; quand, dans une forêt, une famille végétale a pris le dessus, tout meurt à ses pieds ; en vain l'homme voudrait y introduire une essence nouvelle, le chêne étouffe l'ormeau, et l'yeuse expulse le chêne ; quand l'arbre aristocratique a étendu ses rameaux, le taillis ne peut croître à son ombrage, et, quand le taillis règne à son tour, les baliveaux desséchés ne peuvent se développer. Aussi, pourquoi nous appesantir sur ces questions de grande et de petite propriété ? un pays marche dans l'un ou dans l'autre système sous les conditions d'une civilisation différente ; on ne recrée pas plus la grande propriété chez un peuple qui a goûté les avantages de la division de la propriété qu'on ne constituerait la petite propriété chez un peuple sans intelligence qui ne saurait pas tirer parti de sa nouvelle position. Un peuple complètement abruti n'existe que par le despotisme d'un seul qui peut dire : « *L'État, c'est moi ;* » l'aristocratie, c'est le commencement de l'affranchissement, c'est l'élévation de quelques hommes au-dessus de la masse ; ils peuvent dire : « *L'État,*

c'est nous ; » et, quand arrive le dernier terme d'égalité et d'intelligence, l'expression de la liberté est la propriété générale, le peuple devient nation ; l'État, c'est tous. Il n'appartient pas à l'homme de créer ou de détruire dans un temps donné ces conditions d'existence ; elles naissent de la force des choses ; vouloir hâter la marche comme vouloir l'enrayer, c'est mettre en péril la société.

Les anciennes communes de France sont là pour attester que l'association des faibles est impuissante pour accomplir les grands travaux d'irrigation, de dessèchement ou d'endiguage, qui sont les opérations préparatoires de la culture, et que des hommes puissants ont pu seuls opérer. Les Crillon et les Boisgelin ont préparé chez nous les éléments de la richesse nationale, et leurs canaux ont amené le jardinage et la division du terrain. Lesdiguières a fait le bassin du Drac et créé les champs divisés qui font la fortune de Grenoble ; nos princes d'Orange endiguèrent la rivière d'Eigues dont nos contemporains savent à peine se défendre. Sous le régime de la division, on fait peu de ces grandes entreprises qui ont créé tant d'illustrations patriciennes ; l'association qui devrait les accomplir est souvent difficile à former ; les tiraillements individuels ne parviennent que trop à la paralyser ; c'est que l'organisation véritable d'une telle association réside dans le gouvernement, et c'est avec raison qu'on fait peser sur lui la responsabilité de tout le bien qui ne se fait pas. Le gouvernement a l'étendue de vue et l'ensemble des moyens ; il dispose d'un impôt dont les ressources sont d'autant plus immenses qu'il est réparti sans exception et plus fructueusement sur une multitudes de têtes. Aussi, toute maturité trop précoce d'une nation ne peut porter de bons fruits, si tous les membres qui la composent ne connaissent pas aussi bien leurs devoirs que leurs droits ; mais, quand l'heure de cette maturité est arrivée, vouloir retarder son accomplissement par des lois restrictives, comme en Angleterre, c'est jeter partout le désordre et la perturbation.

Les meilleurs symptômes de cette maturité sont le respect des lois et les dispositions pacifiques ; la liberté ne vit que de la paix. Nous avons vu les succès de notre guerre nationale se résoudre en système militaire et en duchés-pairies ; c'est que les illustrations militaires ne se contentent pas de la part commune ; les victoires de Rome finirent par la grande propriété et le despotisme ; au contraire, la Restauration française, quoique empreinte d'un esprit rétrograde, développa chez nous, par une longue paix, les principes de liberté.

C'est donc la tendance de la propriété à devenir générale sous l'action de nos lois, de nos mœurs et de notre climat, qui vient rassurer le présent des craintes de l'avenir ; prévoyante et éclairée, elle arrêtera l'essor fongueux de la population ; l'instruction plus étendue et l'attrait des campagnes contiendront ces émigrations inconsidérées qui vont grossir le prolétariat des villes ; la machine-homme pourra y remplacer l'homme-machine sans avoir à redouter de violentes concurrences ; la propriété deviendra rapidement le partage de tous les Français qui braveront, dans son sein, les chances périlleuses et mortelles qui menacent les peuples dépossédés.

Je sais qu'une secte née dans les ateliers, et dont les vues bornées ne s'élancent pas au delà de l'étroite enceinte des villes, s'indigne et se révolte au seul nom de propriétaire ; c'est pour elle les écussons et l'arrogance, l'égoïsme et l'oisiveté. Elle ne sait pas que dix-huit millions de Français sont aussi propriétaires ; qu'ils vivent indépendants, mais laborieux ; que c'est à force de bon sens, de travail et d'énergie, qu'ils sont parvenus à s'organiser ; que c'est cette organisation qu'on doit imiter, sans la jalouser ni chercher à la détruire ; que le métier et la navette sont l'outil de l'artisan de même que la terre est l'outil indispensable du cultivateur, et que c'est en vain qu'on voudrait regarder sa possession comme entachée d'usurpation ou d'abus de la force. Le carré

de terre sur lequel travaille le paysan a subi autant de transformations sous sa main, pour devenir propre à la culture, que l'arbre lui-même en a subi pour devenir machine, l'arbre, produit naturel du sol, et qu'on peut considérer ici comme le sol lui-même. Ce carré de terre a été arraché à la dévastation des eaux, à l'encombrement des rochers, à la fureur des vents, à l'empire des forêts, il a peut-être été créé de toutes pièces comme en Cévennes, et il a fallu au cultivateur autant de génie, de constance et de labeur, que pour créer tel instrument industriel qui, acquis à l'artisan par son invention ou sa construction, est certainement bien à lui. Les droits de la propriété et ceux de l'industrie sont donc évidemment bien les mêmes ; c'est le droit du travail, du travail constant, incessant, non de tel ou tel, mais d'une succession d'hommes qui se sont légué la même tâche. Ce n'est pas pour rien que les sentiments profonds de la famille ont été jetés dans nos cœurs ; car la famille est ici l'agrégation naturelle, l'association qui a accompli la même œuvre.

L'immense, l'exclusive propriété, celle qui a fait l'ère féodale, n'existe plus et ne peut être reconstituée. On ne réunirait pas 1,000 hectares contigus dans mon pays pour 5 millions ; et, quand on aurait fait ce tour de force, on aurait 50,000 fr. de rente ; mais, je dis plus, on n'y parviendrait jamais. Voyez le prix auquel on paye la terre pour une entreprise publique dès qu'on veut déposséder l'homme qui ne veut pas vendre. Il faudrait une loi d'expropriation forcée pour rétablir chez nous la grande culture, c'est-à-dire une invasion et la destruction de la nation. Je sais que toute la France n'est pas parvenue à notre point ; mais des lois communes doivent amener un commun résultat : il n'y a qu'à attendre... Attendre ! mot terrible pour les fougueuses impatiences, les imaginations malades, et ces éphémères qui ne comprennent pas la durée.

Ainsi c'est le sol de la patrie, rendu accessible à tous ses enfants, qui est le port assuré de tous les naufrages.

La troisième objection à notre système est tirée des dangers d'une aristocratie financière qui naîtrait de l'emploi des machines concentrées dans les mêmes mains. On me citera les entreprises de canaux, qui n'ont tourné qu'à l'élévation des actionnaires, sans que les populations y aient trouvé le moindre avantage. On me parlera aussi de ces chemins de fer qui ne s'ouvrent au public que sous certaines conditions, et qui, détruisant successivement le roulage, deviendraient la mort des petits intérêts et feraient obstacle à une foule de transactions. On nous peindra ces hommes, enrichis par les machines, se substituant à l'aristocratie militaire, devenus, comme elle, oppresseurs et vaniteux, et l'insolence du comptoir, plus humiliante que celle du château, préparant les orages de l'avenir.

Le gouvernement doit s'emparer de toutes les grandes entreprises de communication qui formeraient à la fois des compagnies trop puissantes, n'entreraient point dans un système régulier et mettraient des entraves à la plus libre circulation possible. Qu'il hâte ces grands travaux et qu'il en fasse la libre propriété de tous ; que la nation soit généreuse, sa grandeur est là. Mais, si c'est dans l'impôt que nous devons trouver cette grandeur, aussi faut-il que la surveillance la plus sévère préside à l'application des forces qu'il doit produire ; un vain luxe ne doit point dissiper des trésors de prospérité et d'avenir ; sans doute, on doit pourvoir à la défense du territoire, mais cette défense peut être combinée avec d'utiles travaux. Quelle puissance plus énergique que celle de ces chemins de fer qui font voler les bataillons ? Qu'on construise ces chemins dans les grandes directions, aux rives de ces fleuves, théâtre de la plus active industrie et des luttes les plus sanglantes ; ils en défendront les passages en portant rapidement des forces sur les points menacés. Sans doute des monuments nationaux doivent illustrer un règne ; mais, au lieu de vains arcs triomphaux renouvelés d'une ère évanouie, qu'on construise des ponts monumen-

taux, et que des arcs inutiles, las de fatiguer les airs, s'abaissent sur nos eaux. Qu'un jeu d'enfant n'étonne plus Paris, et, s'il doit voir une flotte, qu'elle s'élançe de l'Océan et vienne mouiller sous ses murs. Voilà les jeux dignes de notre âge, tels que notre bon sens les réclame, que notre esprit les conçoit. Que les gouvernements dépouillent le vieil homme et s'élèvent à la hauteur des citoyens ; voilà par quels moyens ils neutraliseront ce que la marche des esprits paraît avoir de menaçant pour eux ; voilà comment ils marcheront à la tête des nations ; voilà comment ils mettront au profit de la société tout entière, de l'unité et de la grande nationalité, un élément de force qui, chez nos voisins, n'a fait que des nababs ou des bipèdes avilis. Mais la sévérité de cette surveillance ne doit pas se borner à cette partie de l'impôt qui arrive directement au Trésor ; les perceptions municipales s'élèvent à des sommes immenses qui sont trop souvent livrées à la direction des incapacités.

En vain le gouvernement cherche à imprimer une direction par ses agents, trompés sous toutes les formes, ils sont trop souvent obligés de se contenter de fictions, et succombent dans les luttes généreuses qu'ils entreprennent pour la vérité. Les fonds livrés à l'inexpérience locale sont dissipés en vaines tentatives et en essais infructueux. Ici des tuyaux de fonte sont obstrués par des formations calcaires ; ailleurs, rien n'a été calculé pour résister à la pression du liquide et à l'action des oxydes ; là, ce sont des bâtiments élevés avec des matériaux imparfaits, et, sur les chemins ruraux, les forces se perdent en vains terrassements ou en enrochements dangereux, sans que les bonnes méthodes puissent prévaloir. Ainsi, partout la fortune publique est dilapidée par l'inexpérience de nos magistratures éphémères. Que le gouvernement centralise tous ces moyens ; que la vicille expérience des sujets spéciaux vienne partout remplacer l'insuffisance actuelle. L'essai de la diffusion est suffisamment tenté ; les hommes ont partout manqué au principe. Il faut

beaucoup de centralisation là où il y a beaucoup d'ignorance et peu de bonne foi.

Pour se mettre à l'œuvre, des moyens immenses sont déjà entre les mains du pouvoir. La première armée du monde, l'armée romaine, ne dédaignait point de s'associer aux travaux patriotiques. Je sais que la barbarie et la féodalité, sa fille, ont passé sur nos têtes, et qu'il nous reste bien des préjugés à vaincre. Cinq cent mille hommes, l'élite de la nation, occupés à blanchir des baudriers et à battre des peaux d'ânes pourraient produire près d'un million par jour; en supposant même qu'ils ne produisissent que cent millions net à l'État, on trouverait dans cette somme de quoi assurer un sort brillant à l'armée entière; cinquante mille hommes pourraient constamment recevoir une retraite de deux mille francs, terme moyen. Un tel appât serait décisif pour une foule de jeunes gens qui entrent incertains dans des carrières plus ou moins ingrates et toujours encombrées. Les régiments seraient ainsi autant d'écoles de ponts et chaussées, où se développerait l'instruction d'une masse de citoyens qui, rentrant dans la vie privée, apporteraient dans leur pays une foule de connaissances et provoqueraient partout l'extension des bonnes méthodes, des travaux réguliers et des entreprises industrielles. Mais, pour que les travaux de l'armée deviennent possibles dans nos mœurs, il faut savoir les ennoblir; il faut qu'ils soient dirigés dans un grand intérêt général; il faut surtout que les rangs élevés de la société viennent y prendre part, et ne puissent plus, par le remplacement, s'exempter de ce tribut à la patrie. Cette question du remplacement mérite qu'on la développe. Je sais qu'une loi peut le proscrire; mais ce serait revenir sur un usage qui est entré dans nos mœurs, ce serait s'attaquer à cette classe moyenne qui donne son concours à qui la défend pour son argent, et qui, occupée de ses intérêts matériels, ne voit pas beaucoup au delà; mais le remplacement serait d'autant plus rare que des avantages plus directs seraient

offerts au soldat. Le soldat peut travailler six heures sans négliger l'exercice du matin; on peut, pour ce travail, lui allouer cinquante centimes par jour, qui, joints à sa paye ordinaire et avec le système d'association par chambrée, assurent sa vie physique d'une manière convenable. Les travaux seraient exécutés par bataillon, baraqué sur les lieux, et l'armée ne devrait jamais se disperser par détachements dans les villages, mode qui relâche tous les liens de la discipline. La nation française est agricole et militaire; mais l'esprit militaire n'a pas toujours besoin de guerres pour être satisfait; son mobile, c'est l'amour de la gloire, le désir d'exécuter de grandes choses et de faire parler de soi. Ces dispositions seraient satisfaites, et l'armée, chaque année, entrerait en campagne pour l'exécution de travaux gigantesques, et chaque année aurait sa gloire qui viendrait grossir nos fastes militaires.

Ce sont les barbares, privés de tout dans leur propre pays, qui s'élancent en brigands sur les contrées civilisées pour jouir passagèrement de ces biens acquis par un long travail. Mais le sauvage coupe l'arbre et ne sait pas le cultiver; le guerrier vainqueur dissipe en un jour les trésors d'une génération; la prospérité se flétrit sous la violence, les richesses enviées disparaissent sous la conquête, et l'épée seule n'a rien fondé de durable. Nous faut-il une Lombardie, ne franchissons pas les monts, ne donnons pas à l'Europe le spectacle de prétentions toujours renaissantes et toujours réprimées. Cette Lombardie est en Provence et en Bas-Languedoc. Nous laissons stupidement nos fleuves couler et porter à la mer leur tribut, trésor immense de fraîcheur et de fertilité; ouvrons aussi nos canaux, saignons le Rhône et la Durance, changeons les landes en herbages, couvrons-les d'utiles animaux, de coursiers belliqueux et d'hommes fortifiés par le bonheur et nationalisés par la reconnaissance. Deux campagnes feront cette conquête; elles couvriront d'un laurier immortel l'armée industrielle; laurier planté sur le

sol de la patrie et à l'abri de toute insulte. La voilà, cette Lombardie enviée par tous les barbares! elle est à nous. Voyez-la; elle est entourée des mêmes monts, elle a ses plaines étendues et les eaux des mêmes sources; elle est le noble fruit de la première expédition de la liberté intelligente.

Vous admirez les lacs de la Suisse, et ses fraîches vallées, et ses eaux limpides, et vous venez ensuite soupirer tristement aux bords de vos torrents, tantôt desséchés, tantôt fougueux et dévastateurs; vous les voyez entraîner rapidement les débris de vos vallées décharnées! Faites des lacs artificiels, barrez par d'immenses digues l'issue de ces vallons affreux; que le lac s'élève sur la pierraille; que l'eau limpide, sagement ménagée, aille régulièrement toute l'année, et sans interruption, rafraîchir le sol inférieur, alimenter les usines indispensables à votre industrie; que les présents du printemps viennent ranimer l'été; que des dépôts immenses comblent successivement la profondeur des abîmes, et lèguent à la postérité la fertilité du Valais ou les charmes de Bax. Voilà notre Suisse, non créée au hasard, mais construite par l'intelligence, réchauffée par notre soleil! Elle est en Dauphiné; et cette seconde conquête vaudra la première, et elle nous est indispensable comme les Alpes sont indispensables à l'Italie.

Et puis vous irez encore arracher une Hollande à notre Océan; et puis vous ferez un port de Paris, une Angleterre de toutes pièces autour de notre capitale: et quand tout ce qu'il y a de plus noble en Europe sera surpassé par notre pays, alors notre suprématie ne sera plus contestée, et nous n'aurons pas besoin de nos sanglantes baïonnettes pour arracher ce cri: *Voilà la grande nation!*...

Qu'il y aurait loin de là, pour le soldat, à la vie de caserne; elle était appropriée à nos vieilles armées recrutées dans les cabarets, mais elle tue nos jeunes campagnards. Est-il rien qui ressemble moins au soldat véritable, à cet homme

nomade et endurci, que l'homme des casernes, et rien qui en approche plus que l'homme laborieux mariant les travaux au maniement des armes? Dans les avantages immenses que l'État recueillerait des travaux exécutés par l'armée, il trouverait la source d'un revenu public, qui, appliqué, comme je viens de le dire, aux retraites militaires, assurerait un avenir aux vieux guerriers, ferait rechercher de plus en plus le métier des armes, et rendrait le remplacement plus rare.

Je ne tiens tant à cette question que parce que j'ai vu en 1815 la nation se scinder par le remplacement, ceux que la chaîne avait conduits au feu, ceux qui revenaient mutilés de nos grands désastres, tout ce qui de gré ou de force avait touché le drapeau de la patrie lui resta fidèle, et, quelle que fût la grandeur du sacrifice, le malheur des souffrances, l'imminence des dangers, tous restèrent Français. La nation étrangère, la nation royaliste, naquit des remplacés; les sacrifices d'argent ne pardonnèrent pas, et, si la peur les fit faire à un grand nombre de nos concitoyens, ils retrouvèrent du courage pour outrager leur mère, leur patrie.

En persistant dans les voies du remplacement, qui peut dire que nous n'aurons pas les mêmes résultats? qui peut affirmer qu'on ne créera pas deux nations? L'armée deviendrait bientôt ce quelle fut sous le bas-empire romain; les Curiales, c'est-à-dire tous ceux qui, par leur fortune, participaient au pouvoir municipal et répondaient de l'impôt, furent exempts du service militaire : l'armée devint prolétaire. Elle cessa d'être nationale : de là sa faiblesse contre les barbares, sa force pour opprimer la nation, ses infidélités à la patrie, son danger pour les citoyens. Avec une telle armée, n'avez pas de guerre, vous seriez vaincus; n'avez pas de paix, vous seriez subjugués par elle; la liberté n'est inattaquable que quand les citoyens sont armés. Mais, dans les rangs de l'armée industrielle, un jeune homme devient propre à tout; il fait, aux frais de l'État, un apprentissage et

des voyages que d'autres achètent si cher, il y prend des habitudes de régularité, il sort surtout de la spécialité de l'état qu'il doit embrasser un jour, spécialité qui, trop absolue, ne conduit qu'à la médiocrité; car, s'il est vrai que la spécialité fait les grands hommes dans les hautes conceptions scientifiques, elle ne fait que des hommes communs dans les travaux ordinaires de la vie. En endossant l'uniforme, le paysan a cessé d'être un niais; le marchand a agrandi la sphère de ses connaissances et changé ses habitudes sordides; le médecin a plus vu et plus comparé; l'avocat a pris des idées, et son vain langage peut se changer en éloquence. N'avons-nous pas vu nos militaires devenir nos meilleurs orateurs politiques, et, sans avoir fait étude des mots, dominer nos assemblées par la hauteur et l'abondance des pensées exprimées avec l'énergie d'une âme fortement trempée par la grandeur des spectacles et des événements? N'avons-nous pas vu aussi nos avocats s'élançer à la tête des braves, et Moreau faire la contre-partie de Foy? C'est que l'homme a besoin de sortir des spécialités exclusives pour agrandir ses idées et les généraliser, et que l'armée, l'armée non-seulement militaire, mais accomplissant des travaux variés, doit servir de complément à l'éducation de la jeunesse française, lui imprimer une uniformité de vues, de caractère et de nationalité.

Dans l'examen que nous venons de faire, nous avons vu que les machines, incessamment substituées à l'homme, en ont amélioré la position. Quel est le meunier qui voudrait redevenir esclave, le matelot galérien, le conducteur de diligence muletier? Ce qu'elles ont fait, les machines peuvent le faire encore; elles peuvent accomplir de plus en plus la délivrance de l'humanité; le déclassement qui surviendra de leur travail s'opérera comme les autres, et mieux encore, parce qu'il sera successif, parce qu'on disposera par l'étude la population à entrer dans les voies nouvelles, parce que les campagnes, plus heureuses et plus honorées, garderont leurs enfants, parce que la propriété deviendra universelle et

assurera l'indépendance des travailleurs, parce que les gouvernements seront assez éclairés pour se créer des forces immenses et les disposer pour le bien-être général. Dans ce travail du corps social, il n'y a que les mouvements brusques et les transitions violentes qui soient à redouter. Quand une pente, sagement préparée, reçoit les eaux du canal, elles courent vivifier toute une contrée, soit qu'on les disperse en fontaines fertilisantes, soit qu'elles transportent les matériaux du commerce; mais rompez les niveaux, et la cataracte impétueuse et la cascade mugissante ne laisseront après elles qu'un spectacle de dévastation. Quelques esprits rêveurs se plaisent à ces violences de la nature; le voyageur vient s'en étonner un instant, mais il ne fixe pas sa tente à leurs pieds. Ce sont les mauvais amis qui viennent pousser le flot populaire, qui le font jaillir en écume ou précipiter en torrents; c'est un sentiment d'orgueil ou d'égoïsme qui fait hâter les résultats. La vie des nations est longue, et la génération fugitive n'a pas plus le droit de se dire la nation que la feuille légère ne constitue l'arbre; ce sont les grands souvenirs, ce sont vingt siècles de travaux et de gloire, dont chacun est venu apporter son tribut, qui font cet arbre national dont nous ne sommes pas même un rameau.

Toutefois, quelque ménagé que soit un mouvement national, les changements préoccupent toujours; l'esclave vous écrasera de ses fers si vous les brisez imprudemment, et Riégo tombera aux acclamations d'un peuple stupide. J'ai vu le jeune Anglais regretter le fouet d'Oxford et de Cambridge sous les punitions moins avilissantes des collèges français; je l'ai vu les réclamant comme un droit, un code écrit, une liberté; c'est que, de quelque manière que s'opère un développement, les contemporains sont toujours mal placés pour en juger la portée; l'évolution qu'il commande ne s'opère jamais sans déchirement qui empêche de sentir ses conséquences futures.

Mais, à mesure que j'avance dans mon travail, la question s'agrandit, elle devient immense comme l'univers; c'est qu'elle le remplit, c'est qu'elle doit le changer. La vapeur, auxiliaire de l'homme, et l'homme, émanation de la suprême intelligence, saisissant le levier qui servit aux géants pour entasser Ossa sur Pélion, dirigeant la force qui fait les volcans et soulève les montagnes, qui façonne à son gré la terre, n'est plus le proscrit de la terre ni l'humble jardinier d'Éden; il s'est fait ange, il a le secret de la création; mais le monde entier s'est affranchi avec lui. Si les combustibles minéraux deviennent insuffisants, les forêts, plus nécessaires, s'élèveront sous la main de l'homme; n'a-t-on pas vu les montagnes de l'Écosse, nues comme les nôtres, reboisées en trente ans, et le plus aride rocher du monde, à Nîmes, se couvrir d'une brillante verdure? Eh bien, nos tristes montagnes verront leurs fronts se couronner; la futaie viendra remplacer l'humble plante, et la haute stature des bois le chaume des moissons; la culture du chêne entrera dans l'assolement, comme en Béarn; et, sur les terrains féconds, sous l'eau jaillissant de la terre à la pression des machines, nos arbres prendront, en vingt ans, des formes séculaires, comme mes chênes de Lacointe ou les bosquets de Beauregard. Ainsi que nous l'avons vu pour le cheval et pour l'homme, la terre s'embellira de ses productions végétales; partout les géants remplaceront les nains, et le triomphe de l'intelligence sera l'ennoblement de l'univers.

Je crains qu'un pareil travail ne paraisse bien singulier pour le fond et pour l'expression. Je dois, en terminant, un mot d'explication: livré à l'isolement des champs, absent du siècle, j'aurais dû m'abstenir d'exprimer des idées nées de la solitude, et qu'aucun frottement social n'a modifiées; elles doivent arriver gauches et étrangères au milieu d'un monde policé que l'habitude de la discussion a éclairé, qui a ses pensées et son langage de convention.

Mais un sentiment puissant me poursuit; il me semble

que le crime de Caïn pèse toujours sur nos têtes tant que nous restons entourés des victimes de notre civilisation, et que depuis les premiers temps le fratricide se perpétue sans interruption. J'ai entendu cette voix terrible : Qu'as-tu fait de ton frère? Et je n'ai pas caché ma face, et je me suis montré le tenant par la main.

DU PLAN INCLINÉ

COMME GRANDE MACHINE AGRICOLE

DU PLAN INCLINÉ

COMME GRANDE MACHINE AGRICOLE

Le même jour, ceux de Réate m'emmenèrent dans leur pays charmant pour plaider contre ceux d'Intéramne, devant un consul et dix commissaires : ils se plaignent que, depuis qu'on a coupé une montagne pour élargir l'embouchure que Curius avait faite au lac Velinus, qui se décharge dans le Nar, la plaine nommée Rosca a perdu pre-que toute cette humidité qui la rendait si fertile.

CICÉRON ▲ ATTICUS.

Cet écrit a été publié il y a plus de trente ans ; je le croyais perdu dans tous les souvenirs et noyé dans cet océan de brochures qui ont inondé le pays.

Quelques amis s'en souviennent et m'engagent à publier une seconde édition. Un intérêt nouveau est venu s'ajouter à celui des irrigations ; il s'agit de défendre les richesses acquises avant d'en créer de nouvelles ; et, comme un bien ne marche jamais seul, le système des barrages et des retenues, que j'indiquais alors dans la vue des irrigations, est aussi le plus énergique et le plus sensé des remèdes contre les inondations croissantes qui menacent nos meilleures contrées.

C'est après avoir parcouru un grand cercle d'erreurs qu'on arrive enfin à ces vérités simples et primitives qui avaient créé tant de puissances et de richesses, dont les traces vivantes parlent encore aux voyageurs dans les Indes et à Ceylan, conquête aujourd'hui d'une cupidité exclusive qui laisse dépérir les plus nobles monuments.

Après trente ans, je n'ai rien à supprimer de ce que j'avais

dit ; les nécessités sont les mêmes , elles se sont accrues ; il faut d'ailleurs que chaque écrit porte le cachet de son âge, et c'est la dignité du vieillard de conserver son langage et ses convictions.

La grande question sur les machines n'est pas complètement résolue par mon *Mémoire sur l'influence des machines en agriculture* : sans doute l'application des moyens mécaniques a relevé l'espèce humaine ; le développement de ce fécond principe tend à disperser ces foyers dangereux que l'industrie rassemble dans nos grandes cités ; il fixera les bras dans les campagnes. Mais la machine elle-même va envahir les campagnes ; la charrue à vapeur ouvrira avant peu les guérets de l'Angleterre ; l'intelligence humaine empruntera de plus en plus à la nature sa puissante coopération ; dans les champs, les travailleurs répondront à ce même cri d'effroi que pousse l'atelier. A la vue de cette perturbation inattendue, de ces moyens nouveaux, qui viennent partout suppléer à la force musculaire, ils ne comprendront pas d'abord, ils n'accepteront qu'avec crainte le noble don de l'intelligence. Cherchons à préparer et à faire comprendre cette grande et salutaire crise ; prévenons, par l'exposé des faits et le développement de leurs conséquences, ces ligués honteuses de l'esclavage et de la barbarie ; préparons les conquêtes de la science ; établissons les véritables principes de l'indépendance, basés sur l'ennoblissement de l'humanité ; et que l'écho de nos campagnes ne répète qu'un cri de liberté !

Eh bien ! quelle que soit la puissance de ces machines, quelle que soit la force qu'elles recèlent dans leurs foyers brûlants, quels que soient les effets inattendus dont elles peuvent frapper nos regards, elles ne pourraient nous surprendre, nous qui possédons depuis longtemps, qui jouissons des effets d'une machine simple, mais plus grande, plus prodigieuse que tout ce que la force de la vapeur, unie aux plus puissants leviers, pourrait jamais produire ; qui

roule dans nos plaines la fertilité et l'abondance, qui décuple tout d'un coup la valeur du sol, et nous prodigue les richesses sans labour : c'est le plan incliné.

Quel peuple plus préparé aux prodiges de l'industrie que le peuple de Vaucluse, qui emprunte à la Durance, à la Sorgues, à tous ses affluents, tant de richesses et de repos. En vain demanderiez-vous à la manufacture ses plus ingénieux procédés, et les appliqueriez-vous à la culture de vos champs, feriez-vous jamais rien qui égalât nos magnifiques prairies? Elles sont comme un enseignement constant, une leçon vivante, qui nous répètent que ce n'est point par les sueurs, mais par de simples et rationnelles combinaisons que l'homme établit son empire. Cette admirable et simple machine, dont nous allons décrire les effets, dont nous invoquons l'influence, n'attend point, pour agir, les exigences d'étendue ou de richesse; petite avec les petits, grande avec les grands, elle se plie à tout, dans toutes les proportions; avec ses appareils simples ou puissants, elle suit les niveaux que lui trace l'intelligence.

C'est sur ce magnifique amphithéâtre, qui se déroule des sommets du Ventoux aux rives du Rhône, dans ce pays qui possède à la fois, sur un espace borné, des pâturages alpestres, à 2,000 mètres au-dessus de la mer, et des terrains qui s'abaissent presque à son niveau; c'est sur ce sol varié que, sans franchir les monts, nous pouvons étudier les enseignements de l'Italie.

En parcourant le département de Vaucluse, on est frappé de deux genres de succès agricoles bien distincts : le premier se lie à ce que j'appellerai la civilisation turbulente et tracassière du Nord, avec son énergie, ses outils, ses travaux qui absorbent tous les instants, bouleverse la terre, l'effondre, la mine; l'autre, noble héritage de l'antiquité, se repose sur les herbages, invoque le secours des eaux, les dirige tranquillement sur le sol, et attend leurs immenses résultats : c'est celui dont nous allons nous occuper, parce

qu'il s'accorde avec nos principes ; parce que c'est la civilisation du bonheur, parce qu'il respecte les loisirs, et qu'un simple mais héroïque moyen vient ici suppléer à ces agencements compliqués qui excèdent l'espèce humaine.

A Orange, la cinquantième partie du territoire est soumise à l'irrigation, et, quelque petite que soit cette étendue, elle est assez importante pour former un trait frappant de notre agriculture : des prairies aussi belles que celles du Milanais sont fauchées trois ou quatre fois dans l'année, et sont affermées jusqu'à 850 francs l'hectare ; un tiers environ de cette somme est absorbé par les frais de culture. Un produit pareil représente de trois à dix fois le revenu des sols identiquement semblables soumis à la culture ordinaire ; et quand on pense qu'un tel avantage est obtenu presque sans travaux, on doit convenir de la supériorité de ce genre d'exploitation.

A Avignon, ce trait de notre agriculture méridionale est développé sur une plus grande échelle : un canal pris à la Durance, les eaux de la Sorgues et l'emploi journalier de ces moyens, ont étendu l'irrigation sur un plus grand rayon ; l'eau triple encore ici la valeur des excellents terrains qui entourent la ville.

A Vaison, à Malaucène, l'arrosage fait élever le prix des sols, naturellement inférieurs, à 12 et 14,000 francs l'hectare.

A Cavaillon, où l'on tire du terrain des produits si variés, où le melon et l'artichaut sont, pour ainsi dire, de la grande culture, où le blé brave sous l'irrigation les plus grandes sécheresses, l'eau de la Durance a, en certains lieux, décuplé la valeur du sol ; des garigues qui valaient à peine 500 francs l'hectare en valent 5,000 aujourd'hui.

A Sorgues, une lande stérile, qui affligeait l'œil des voyageurs, arrosée de ces mêmes eaux, a centuplé de prix ; de riantes campagnes, dignes de la Lombardie, sont venues remplacer le désert.

C'est sous l'influence de faibles moyens, toutefois, que se développent ces richesses du sol ; ce n'est guère qu'à Carvaillon, sur les bords immédiats de la Durance, qu'elles ont acquis un déploiement remarquable ; partout ailleurs, ce sont des tentatives, c'est comme un exemple légué à nos générations, pour leur montrer ce qu'elles peuvent et doivent faire ; ce sont des traditions de l'antiquité, un souvenir de l'Italie ; ce sont quelques lambeaux épars qui se défendent des envahissements de la charrue ; là, on a recours à l'eau d'une fontaine ; ici, on emprunte au torrent, que l'ardeur des étés a bientôt mis à sec ; sur deux points, de faibles ruisseaux retenus par des digues forment d'utiles réservoirs qui font la prospérité de deux villages.

A Caromb, à la Tour d'Aigues, la main de l'homme intelligent a donné un grand exemple : c'est une semence qui fructifiera, quand la direction agricole cessera d'être confiée aux efforts isolés de nos colons. quand les gouvernements comprendront leur grande mission, qu'ils sauront qu'ils sont l'unique syndicat d'une population dispersée, sans liens, sans moyens d'action, réduite à l'individualité.

Cette mission avait été comprise par des hommes qui, sans parler de lumières, les possédaient réellement. Nous avons ajouté quelques mots techniques à leur vocabulaire, mais nous sommes restés en arrière de leur connaissance exacte du pays. Le code des arrosages du Comtat et des princes d'Orange, la protection accordée à toute entreprise hydraulique, prouvent que dans ce temps on avait mieux compris que de nos jours les ressorts de notre prospérité ; c'est que l'impulsion, alors, partait du Midi, de gens qui vivaient sous son influence ; le Nord ne pesait point encore sur nous, il n'avait point proscrit notre langage et notre nationalité ; nos besoins étaient appréciés par ceux qui les partageaient.

C'est un évêque de Carpentras qui fit construire l'écluse de Caromb : c'est une bien petite source, dont les eaux sont

ramassées lentement en hiver; qui, à la voix de la puissance et du génie, a pris l'importance d'une rivière. Ce sont les seigneurs de la Tour d'Aigues qui renouvelèrent ce grand et bel exemple, aux environs de Pertuis; mais où sont les évêques, où sont les seigneurs d'aujourd'hui? Quel patronage a remplacé le leur? Il n'y en a qu'un possible: c'est l'association nationale à qui nous avons remis tous nos moyens d'action, c'est la royauté et son gouvernement; la démocratie agricole, qui la couvre de sa puissante égide, peut aussi revendiquer ses canaux et ses bassins de Lampy et de Saint-Ferréol.

L'exemple de ces retenues, de ces lacs artificiels, comme je les appellerai, est encore une conception italienne; ils sont communs au Piémont, car ce n'est que rarement qu'on peut mettre à contribution l'eau des grands fleuves qui occupent le bas des vallées; ce n'est que par des travaux longs et dispendieux qu'on peut emprunter leur concours; c'est toujours à leurs affluents qu'on demande l'arrosage; ce n'est pas le Pô, mais l'Adda, l'Adige et le Tessin, qui arrosent la Lombardie; leur cours est plus rapide, il part plus immédiatement des montagnes. Ainsi, excepté dans quelques cas, ce n'est pas au Rhône, malgré son cours constant et la qualité reconnue de ses eaux, que nous demanderons nos irrigations: c'est à ces torrents qui s'élancent de nos Alpes avec une rapidité décuple de celle du Rhône; c'est sur leur cours qu'on trouvera les niveaux élevés qui peuvent amener l'eau sur les plateaux exhaussés de nos plaines; c'est à eux que nos terrains médiocres devront la fécondité. C'est au Lez, c'est à l'Aigues, c'est à la Louvèse, et, de l'autre côté du Rhône, à l'Ardèche, au Cèze et au Gardon, à fournir à tous nos besoins; mais c'est par une exploitation particulière, c'est en imitant sur les sources les travaux exécutés sur de faibles ruisseaux, que ces rivières peuvent prendre une importance décisive.

Le nord-ouest du département de Vaucluse ne possède que

peu de moyens d'irrigation : concentrées aux bords immédiats du Lez, près de Bollène, et de la Meyne, près d'Orange, les eaux supérieures du Lez et de l'Aigues sont retenues dans le haut des vallées. Un rudiment de canal, emprunté au Rhône, au-dessous de la cataracte de Viviers, n'a point rempli l'espérance qu'il avait fait naître; issu des bords immédiats du fleuve, c'est-à-dire à la partie déclive de la vallée, il n'est applicable qu'aux terrains les plus bas; toutefois, la contrée aurait pu retirer de grands avantages, si les intérêts avaient été combinés. Mais l'entreprise a été livrée à la force privée, le canal n'a point eu l'*ouverture* nécessaire, et n'a point été poussé au-dessus de la cataracte. Les résultats se sont ressentis de l'insuffisance des moyens; ce canal, commencé sous Louis XIV, est encore à faire.

En parlant de tant de faiblesse, n'est-ce pas le cas d'invoquer ici la force nationale, l'influence départementale, le budget des communes? Eh quoi! des canaux de navigation sont creusés aux frais de l'État, dans l'intérêt d'un commerce dont on ne sait pas étendre la base, l'abondance des produits; des bassins supérieurs sont construits pour alimenter ces canaux, les départements s'imposent ou empruntent pour établir leur viabilité; les communes soldent, sur leur budget, des salles de spectacle, des monastères, des églises, et vingt mille hectares, qui valent cinquante millions, qui, par l'irrigation, peuvent doubler de valeur, n'éveillent pas l'attention? Mais c'est la base sur laquelle s'établiront et des chemins plus beaux, et des salles plus somptueuses, et des églises plus ornées; car c'est la base d'un revenu immense. Quarante kilomètres de canaux compléteraient cette œuvre; deux millions de francs l'accompliraient magnifiquement.

Un arrosage, pour porter tous ses fruits, ne doit rien avoir d'exagéré; il doit suppléer à une pluie suffisante; au delà de cette proportion, l'eau croupit et fait plus de mal que de bien. C'est la surface du terrain qui doit être maintenue lu-

miède : cette condition suffit pour que la fraîcheur inférieure du sol ne s'évapore pas. Or, 0^m.05 constituent une pluie convenable, 0^m.08 une pluie abondante ; c'est à ce dernier terme que nous fixerons, pour nos climats, la quantité moyenne à donner à chaque irrigation. Tout calcul qui s'éloignerait de cette donnée prouverait, ou que les terrains sont mal disposés, ou que l'immersion a été faite avec un cours d'eau trop faible. En effet, quand les quantités d'eau arrivent successivement, elles sont absorbées immédiatement par les couches inférieures ; elles ne peuvent couvrir toute la surface du sol ; si le terrain est très-perméable, elles sont englouties ; mais quand l'irruption est soudaine, alors toute la surface du sol est rapidement immergée. Ainsi, accorder 0^m.08 environ, c'est être dans le vrai, c'est 1,000 mètres cubes par hectare. Dépasser ce terme, c'est preuve que le courant employé n'est point proportionné à l'étendue et à la nature de la terre. Ainsi tout le talent de l'arrosage consiste à jeter subitement, et en grande masse sur le sol, l'eau destinée à compléter l'irrigation. Un ruisseau qui débite moitié moins qu'un autre ruisseau n'arrosera pas, dans un temps donné, la moitié d'un même terrain, mais le quart seulement, et moins encore là où les cours d'eau naturels sont insuffisants ; là où l'on emprunte à de faibles machines les secours de l'irrigation, des bassins doivent recevoir la masse du liquide et la distribuer instantanément à la terre.

D'après ces calculs, c'est 200,000,000 de mètres cubes d'eau que nous avons à demander à ce point du Rhône, à raison de 1,000 mètres par hectare, à chaque arrosage, de dix arrosages par an, et de 20,000 hectares de terre à arroser. En Italie, la valeur de l'eau nécessaire à l'irrigation d'un hectare est de 40 à 50 francs à la sortie des canaux, et cela malgré la concurrence d'un système étendu ; la valeur de l'eau de notre canal s'élèverait donc annuellement à un million. Laisser plus longtemps cette richesse couler à la mer est une incurie impardonnable.

On laboure trop en France, on a trop recours à la force des bras; il faut faire comprendre qu'il est encore des moyens puissants de solliciter et de créer la richesse, et que l'humidité et les amendements naturels sont les auxiliaires des bras; que les cultures sollicitent la fertilité, mais ne la créent pas, et finissent par l'épuiser, et que, quand les agents réparateurs n'arrivent pas, quand les proportions, qui font la fécondité, sont rompues, on se trouve engagé dans une carrière de misère dont il est difficile de sortir. C'est pourquoi il convient d'avoir recours, le plus tôt possible, à ces arrosages qui amèneront sur le sol ces masses de détritns qui vont se perdre annuellement à la mer, et de profiter du surcroît d'aisance qui peut surgir spontanément d'une telle opération, pour établir les prairies qui, à leur tour, viendront déposer sur le sol le tribut puissant des engrais. Ainsi c'est par l'irrigation, surtout, que nous pouvons nous dégager de la voie dangereuse où nous nous trouvons placés.

Mais nous l'avons déjà remarqué, quelque intéressants que soient les résultats qu'on peut obtenir d'un canal du Rhône, il ne peut jamais fertiliser que les terrains bas du littoral, presque déjà partout d'une excessive fertilité. Le grand but des irrigations doit être de féconder, d'enrichir, de créer les sols élevés, desséchés et pierreux, qui forment une partie si considérable de notre pays, et qui ne peuvent attendre de prospérité que de l'irrigation et du colmatage; c'est donc à d'autres sources que nous devons nous adresser.

L'Aigues a 60 kilomètres de cours, et ses sources sont aussi élevées que celles du Rhône, qui a un cours de 600 kilomètres. Donc 1 kilomètre de canal pris sur l'Aigues donnera le même niveau que 10 kilomètres sur le Rhône; mais l'Aigues n'est qu'un torrent qui suffit à peine aux vallées supérieures. Il manque d'eau deux entières saisons; mais aussi quelquefois son large lit roule d'effroyables masses d'eau; le torrent devient fleuve. Nous avons vu de faibles ruisseaux pouvoir former des lacs; c'est une mer intérieure que nous

demandons à l'Aigues. Plusieurs communes, le bois de Velage, le Plan de Dieu, les garigues d'Orange, ont plus de 15,000 hectares que son eau fertiliserait. C'est 150,000,000 de mètres cubes d'eau dont il faudrait pouvoir disposer, en supposant que le cours ordinaire et les pluies courantes de l'année pussent remplir les réservoirs trois fois pendant la saison d'arrosage. C'est un ou plusieurs bassins cubant 50,000,000 de mètres, qu'il faudra obtenir sur ce cours.

Un lac évident avait sa sortie au détroit des Piles, dans les temps antérieurs. Le temps ou une déplorable spéculation ont brisé l'écluse, et l'histoire ne nous dit point si les consuls s'en émurent, et si Cicéron défendit les droits de la nature outragée. Toutefois, malgré l'avantage de cette position indiquée, ce n'est plus là qu'on peut établir une nouvelle digue. La vallée supérieure est cultivée. Mais de Sahune à Saint-May le pays se resserre ; sauvage et inculte, le profond défilé n'offre parfois que d'étroits passages ; il a 12,000 mètres de longueur, une largeur moyenne de 400 : une profondeur de 5 mètres nous donnerait juste 24,000,000 de mètres. Plus haut, sur les mêmes eaux de l'Aigues, un lac naturel s'était formé naguère par l'éboulement d'une montagne ; 200 mètres de digues le reproduiraient encore. L'affluent de l'Oulle parcourt des vallées plus sauvages, plus profondes, plus diguées ; on y trouverait des bassins pareils au premier. Voilà plus qu'il n'en faut pour payer à la plaine le tribut qu'elle attend.

Mais l'irrigation n'est pas le seul avantage qu'on retirera de ces travaux. L'encaissement des eaux serait un moyen de transport dans un pays sans communication, où chaque course est un danger. Ces réservoirs, prêts à engloutir l'eau des orages, modéreraient les irruptions soudaines qui menacent les pays inférieurs. La chute perpendiculaire des cascades atténuerait leur impétuosité ; le poisson reparaitrait dans ces eaux que l'intermittence a dépeuplées. Des bords de ces lacs, humectés par l'infiltration et l'évaporation con-

stantes, s'élèveraient ces bois qui arrêtent les éboulements et préviennent le comblement des lits des cours d'eau; enfin ces affreuses vallées, embellies par le plus inattendu des spectacles, seraient peuplées d'habitations charmantes, où, comme sur les lacs d'Italie, les citadins des plaines viendraient braver la canicule et respirer le bon air. Avec leurs capitaux et le goût de conservation et de création, qui est le partage de l'aisance, naîtrait la seule culture possible dans ces pays abandonnés; les bois reparaitraient sur le flanc des montagnes, et ainsi commencerait, sous toutes les formes, l'œuvre de reconstruction dont nous nous faisons l'apôtre.

Mais ces travaux que je réclame pour l'agriculture, le commerce va vous les demander; partout la navigation intérieure est arrêtée, les fleuves sont obstrués, en vain vous commenceriez sur leurs cours les travaux d'Ixion, vos forces sont impuissantes pour fouiller les dépôts constants qui se forment en toute saison, le jour, la nuit, à toute heure : c'est le principe du mal qu'il faut combattre, et ce mal est dans les vallées supérieures; c'est l'invasion qu'il faut prévenir, et vous n'aurez pas à la combattre. Vous n'aurez de rivières que quand vous aurez des lacs; ce sont eux qui constituent les fleuves puissants et qui régularisent leurs cours, et la Seine, entrée dans ce système, cesserait d'être l'égout d'une province, deviendrait le plus noble ornement de Paris, quand nos monuments nationaux se réfléchiraient dans le cristal de ses eaux. Ainsi le commerce et l'agriculture ont ici, comme partout, les mêmes intérêts.

C'est par l'Aigues qu'il faut commencer, parce qu'une contrée intéressante et variée se déroule à ses pieds, et qu'on obtiendrait immédiatement une foule d'expériences comparatives sur des terrains différents.

Les rives de l'Ouvèze sont cultivées jusqu'à sa source; mais le Toulourenc, son principal affluent, offre un défilé étroit, circonscrit par d'immenses roches à pic. Trente mètres de travaux formeraient une retenue considérable.

Causans, Violès, Courthézon en obtiendraient un arrosage plus régulier et plus étendu. Heureusement que, pour les pays inférieurs, la Sorgues vient à la rencontre de l'Ouvèze, et peut amener le concours de ses eaux intarissables; mais je crois qu'il conviendrait mieux de développer les travaux sur l'Aigues, et un canal de quatre kilomètres, au-dessous de Cairanne, mêlerait les eaux des deux rivières, et satisferait à toutes les exigences.

Mais peut-on parler d'arrosage dans le midi de la France, sans songer au pays qui occupe la partie inférieure de notre bassin, à cette contrée qui fixe l'attention des agronomes, au delta du Rhône? Il ne peut, comme le delta du Nil, revendiquer tous les avantages de sa position que par un vaste système d'irrigation. Le sel s'y cristallise aux rayons du soleil, et y proscriit la végétation utile; mais, dès que l'eau douce vient toucher ce terrain, la fécondité la plus vigoureuse ne tarde pas à se manifester; aussi les projets n'ont pas manqué : les uns, et avec raison, ont invoqué la machine à vapeur; d'autres n'ont vu que le Rhône qui coulait à leurs pieds sa masse immense de richesse; mais il fallait chercher des niveaux élevés, et ces niveaux sont éloignés. C'est dans les petites rivières qui se précipitent plus immédiatement des montagnes qu'on peut trouver à portée les niveaux supérieurs, et tandis qu'il faudrait, sur le Rhône, les chercher à Viviers, et franchir tous les obstacles d'un pays accidenté, le Gardon, à 17 kilomètres de la tête de la Camargue, offre une hauteur suffisante pour amener ses eaux sur le pays. Il faut imiter les exemples déjà donnés, et ramasser en hiver, dans la profondeur des vallées, ces eaux qui doivent vivifier la canicule.

Le Gardon pourrait former trois grands bassins d'irrigation, deux supérieurs dans les vallées incultes qu'il traverse, dans la Lozère, au Gardon d'Alais et d'Anduze, et un troisième inférieur, placé comme régulateur entre les ponts de Saint-Nicolas et de Colias : la longueur de cette dernière

vallée, resserrée par des roches perpendiculaires, est de plus de 12,000 mètres en ligne droite; mais comme sa direction est très-tourmentée, que la rivière y suit une série de contours, dont plusieurs sont à angles droits, on peut porter sa longueur réelle à 20,000 mètres : en estimant sa longueur moyenne à 16,000 mètres, et en supposant une profondeur de 5 mètres et une largeur de 50 mètres, on aurait la masse de 40,000,000 de mètres cubes d'eau contenue dans ce seul bassin, et, en supposant encore qu'il pût se remplir trois fois pendant la durée des arrosages, on disposerait, sur ce seul point, de 120,000,000 de mètres cubes d'eau; les bassins supérieurs présenteraient ensemble les mêmes résultats; c'est donc 240,000,000 de mètres cubes d'eau dont on aurait à disposer. D'après nos calculs, on pourrait donc étendre cet arrosage à 24,000 hectares.

La Camargue a environ 50,000 mètres de longueur, sur une largeur moyenne de 15,000 mètres; elle a donc 45,000 hectares de contenance, et, si l'on en retranche l'immense étang de Valcarès, et les marais qui, dans leur état actuel, donnent un produit qu'il ne convient pas de modifier, on voit que la masse de liquide fixée par les retenues répondrait à tous les besoins.

Cette eau aurait une valeur vénale de plus d'un million de francs; mais cette valeur serait triplée au profit des propriétaires qui l'appliqueraient à leurs domaines: voilà donc trois millions de revenu que la Camargue peut demander au Gardon; voilà l'avenir promis à ceux qui oseront faire trois écluses principales, quelques diaphragmes de sûreté pour les pays inférieurs, 25 kilomètres de canaux et un pont-aqueduc sur le petit bras du Rhône.

C'est par là qu'on aurait dû commencer si l'on avait songé sérieusement à élever une race de chevaux dans cette île, et y trouver ces ressources militaires qu'on y cherche depuis longtemps: c'est une nourriture abondante qui aurait créé une race forte et nombreuse. On aurait trouvé en Camargue

ces chevaux élastiques, qui font la supériorité du cheval numide.

Je joins en faveur de mon système cette considération à celles qui vont se presser dans mon écrit ; il faut des arguments pour tous les esprits, et tel qui n'oserait reconstruire l'Égypte et chercher ses exemples si haut et si loin, peut vouloir, comme l'Autriche, avoir sa Buckowine, la remonte de sa cavalerie, sur un espace circonscrit, pouvoir, par cette raison, imprimer aux individus un type plus régulier et plus énergique, et profiter d'une circonstance unique du sol et du climat, pour faire bondir le cheval arabe sur nos plages, où il peut trouver à la fois l'immensité du désert, l'Égypte du Delta, et l'Arabie Pétrée.

En étendant les travaux sur le Gardon, et la marge est immense dans les vallées supérieures, Nîmes, déshéritée des aqueducs des Romains, et qui soupire après l'eau, pourrait, par des constructions dignes de ses fondateurs, dignes de cette sagesse municipale qui distingue son administration, avoir recours aux mêmes sources ; c'est l'émeraude des eaux décantées dans les lacs qui convient à son industrie.

Mais il est une rivière que nous ne pouvons passer sous silence sans laisser incomplet le plan que nous traçons. L'Ardèche se charge, dans son cours, des plus précieux dépôts : elle court sur des volcans, la pierre ponce flotte sur ses eaux, et la potasse s'y dissout ; mais, à peine sortie de son étroite enceinte de roches, elle se précipite dans le Rhône, en baignant quelques îles fertilisées par ses incomparables alluvions. Sur son cours, le développement des bassins serait immense ; il faut chercher l'emploi de ses eaux. Mais elle a un grand rôle à jouer : elle peut franchir le Rhône par un aqueduc-pont juxtaposé au Pont-Saint-Esprit, et mêler ses eaux, dans les plaines de Vaucluse, aux eaux du Rhône et des affluents dont nous avons décrit la puissance. C'est grâce au secours simultanément de tant d'éléments que nous acquerrons mieux que de l'arrosage des

alluvions variées qui créeront le plus parfait des sols. Le sable du Rhône, les argiles calcaires de nos Alpes dauphinoises, les débris volcaniques de l'Ardèche, viendront concourir à former des miracles de végétation. Ainsi ce n'est plus le hasard aveugle qui disposera du théâtre de notre industrie agricole, nous appellerons sur le sol toutes les combinaisons utiles à son exploitation ; à notre voix, léger ou fort, compacte ou perméable, le sol, docile aux inspirations du génie, modifiera ses formes et ses qualités. Ce n'est plus sur une vaine étendue que nous établirons notre empire, mais sur des éléments dociles, prêts à prendre un corps et une vie ; ce n'est plus à la sueur du front ni au claquement du fouet que le sable et la marne viendront se marier sur les champs, mais au simple courant des ruisseaux, au murmure de la cascade, sous l'atmosphère rafraîchie, à l'ombre d'un feuillage plus vert, à l'aspect d'une nature agrandie, d'un pays régénéré, qui viendra déposer le témoignage qu'une ère nouvelle est ouverte, que l'homme désormais s'associe à la création, qu'il n'est plus le proscrit vivant en proscrit la hache à la main, mais l'héritier légitime, et que l'heure de la rédemption a sonné.

Je ne puis ici qu'indiquer les travaux sans les décrire ; tant de considérations élevées se pressent dans mon âme, en perspective d'un avenir possible, dont les résultats me dominent, que je ne trouve pas le moment de me livrer à ces considérations graphiques qui doivent les déterminer. Ce serait un grand et utile ouvrage que celui qui fixerait et décrirait les lieux, qui donnerait les nivellements, qui cuberait les bassins, montrerait les moyens de construction ; pour le moment, il serait fastidieux de suivre le cours de tous nos torrents, de remonter pas à pas la vallée du Rhône dans tout son développement ; partout les mêmes nécessités se présentent, partout un soleil ardent darde ses rayons, partout un fleuve aérien s'élève de nos sommets et dévore le sol, et partout la terre implore le secours des eaux. Nulle

part l'intégrité primitive du pays n'a été conservée : tous ces affluents qui s'élancent des montagnes roulent leurs ondes sous les mêmes conditions : rapides à leurs sources, leur cours se ralentit, se joint à l'ancien lit d'un lac dont on a brisé l'écluse, d'où il s'élançe encore en chutes et en rapides pour arriver au confluent. C'est une loi uniforme qui régit leurs destinées : les mêmes accidents se rencontrent partout, au Roubion, à la Drôme, au Vela; il faut les étudier et les faire concourir à la reconstruction primitive; c'est là la grande tâche imposée à la civilisation moderne, si elle veut entrer dans les voies progressives du bien-être.

Pour sentir toute l'importance des travaux que nous venons d'indiquer, il faut se convaincre d'un grand principe, c'est que les produits des sols sont la source la plus sûre des richesses des nations, et que ces produits ne sont jamais plus abondants que lorsque l'humidité d'un pays est en juste proportion avec sa chaleur; en sorte qu'humidité \times par chaleur = végétation. Ce sont donc ces deux agents, ce sont leurs rapports exacts qui doivent guider l'agriculture rationnelle dans ses opérations, et les travaux qui précéderaient la pondération de ces forces seraient des travaux infructueux, qui n'apporteraient que des résultats imparfaits, tels que ceux pour lesquels l'énergie humaine est maintenant vainement prodiguée.

Là où la chaleur manque, la tâche devient difficile; on est jeté dans le système des abris, des couches, des serres, on devient jardinier; mais là où l'humidité manque seule au terrain, une carrière immense s'ouvre au cultivateur, l'eau est là au-dessus de toutes les combinaisons : voilà donc le grand principe, la chaleur et l'eau; plus ces deux éléments réunis se montrent avec énergie, plus la proportion de leurs forces sera exacte, et plus le règne végétal prendra de développement.

Sous les tropiques, inondés des rayons du jour et d'effroyables pluies, les plantes se succèdent sans interruption,

et donnent le maximum des richesses végétales; près des pôles, ou sur les Alpes, un gazon frêle et ras, quelques plantes en miniature, viennent marquer le dernier degré de la végétation. Entre ces deux extrêmes, tous les pays rationnellement conduits doivent se ranger, par leur ordre de richesse et de puissance, selon leur latitude; mais, quand la proportion est rompue, que l'une des conditions de prospérité vient à manquer, c'est en vain que les bras de l'homme sollicitent un sol condamné : la chaleur sans humidité fait le désert, l'humidité en excès fait le marais, pays déshérités, contrées où la race humaine cherche vainement à s'établir, et où elle lutte sans cesse contre le dénûment et la maladie.

L'Angleterre, la Belgique, le nord de la France, semblent placés dans cette position où l'équilibre naturel s'est établi, où le climat dispense l'humidité et la chaleur dans une proportion exacte. C'est cette circonstance qui a placé ces contrées à la tête de la civilisation moderne, civilisation terre à terre, développement qui ne doit rien à l'intelligence, création fortuite, où l'homme n'est entré que par le concours de ses forces physiques, mais qui a placé néanmoins ces pays en avant des nations méridionales, qui n'ont point cherché à équilibrer leurs moyens. Toutefois une chaleur médiocre, une humidité médiocre, n'y auront développé qu'une richesse médiocre; mais là où la chaleur est excessive, où des moyens sagement préparés peuvent proportionner, sur une large échelle, les deux agents principaux de la végétation, on a à prétendre à un développement supérieur.

J'ai vu le dépit se peindre sur des faces anglaises en voyant nos riches prairies : l'insulaire, dans son esprit calculateur, supputait en silence ces brillants produits; il faisait un amer retour sur sa septentrionale nature; il voyait d'un œil exercé la portée de la question; il estimait la puissance qui jaillirait un jour de cette disposition du sol et du climat.

Mais, si le Nord jouit naturellement de ses avantages, si

les saisons préparent pour lui toute la somme de richesse dont il peut disposer, s'il doit sa supériorité actuelle à la proportion exacte des éléments constitutifs de la production, le Midi ne peut prétendre à son entier développement que par des travaux spéciaux que les circonstances de sa latitude rendent indispensables. Deux d'humidité, multipliés par deux de chaleur, font bien quatre ; mais quatre d'humidité, multipliés par quatre de chaleur, font seize : voilà le Nord, voilà le Midi, quand le Midi aura accompli sa tâche.

Un Anglais vint me consulter, un jour, sur un domaine qu'il possédait en Cornouailles, à l'exposition la plus chaude de l'Angleterre; il voulait avoir des raisins. Ma réponse fut celle-ci : Faites des abris, noircissez votre terrain et les murs de vos terrasses, amendez avec des cailloux de couleur foncée; mais, si j'eusse pu lui dire : Vous avez un réservoir de chaleur, ouvrez une écluse de feu qui attiédira votre climat glacé; avec quelle joie il serait retourné dans sa patrie ! avec quel zèle il se serait mis à l'œuvre ! Et nous, devant nos pressants besoins, sous notre ciel d'airain, sur notre sol pétrifié, nous qui n'avons qu'à nous baisser et à prendre ce que la Providence a répandu partout, nous usons indolemment de quelques filets d'eau légués par la civilisation italienne, nous essayons niaisement une charrue ou un assolement anglais, nous nous perdons en puérides bagatelles, nous déployons une énergie immense pour courir en insensés dans un cercle vicieux de travaux et d'insuffisants produits, et nous savons cependant où sont cachés les trésors, où sont les armes, pour sortir victorieux de cette lutte d'esclaves !

En voyant les étonnants changements apportés à la valeur du sol par un procédé aussi simple que l'irrigation, en voyant ce moyen, pour ainsi dire, mis à la portée de tous, et si sottement dédaigné, on est tenté de se demander où est cette intelligence humaine dont nous sommes si fiers, où est cette civilisation dont nous croyons toujours avoir atteint le

terme : cette intelligence se perd en vaines combinaisons ; elle n'a su ni prévoir ni préparer l'avenir ; cette civilisation est à refaire, car elle nous a été léguée par des barbares ; elle court après des richesses qu'un système faux ne saurait produire. Les travaux dont l'Égypte porte encore l'empreinte, ceux dont on rencontre les traces en Perse, et qui annoncent un vaste système d'irrigation, nous disent qu'un grand pouvoir s'est établi jadis sur le principe créateur que nous invoquons ; et la ruine des cités, et la misère des peuples qui errent dispersés sur ces canaux comblés ou démolis, nous disent aussi que ce principe seul avait fécondé tant de forces. Ce principe, parti des bords des fleuves sacrés, des jardins de la création, du culte des fontaines, du respect druidique, des bois, que sais-je ? de tout ce que la sagesse antique avait accumulé d'idées conservatrices pour défendre la noblesse du monde des attentats de la barbarie, refoulé maintenant par la force brutale organisée, n'a laissé que ces vestiges, qui sont la leçon des peuples, et qui, en caractères immenses, déroulent l'avenir. Toutes les prospérités antiques, toutes les civilisations méridionales qui ont pris quelque consistance, reposent sur ce riche système d'irrigation, en Égypte comme en Perse, comme chez les Romains, qui consacrèrent tant de soins aux travaux hydrauliques, et chez lesquels, nous l'avons vu, leurs plus grands orateurs, leurs hommes politiques, plaidaient pour la rosée du ciel et l'humidité des campagnes.

C'est le souvenir de l'antiquité, c'est le moyen âge, dépositaire de ces traditions, qui placèrent sur notre sol ce germe que je voudrais aujourd'hui développer. Ce qui arrêta ses progrès, c'est qu'une civilisation nouvelle, s'élançant à son tour des bords de la Baltique, toute fondée sur la force, n'espérant rien de l'ingratitude du sol, mais se confiant en l'énergie humaine, est venue briser la civilisation antique, et que les usages septentrionaux ont fini par prévaloir et imprimer leur caractère au reste de l'Europe : cette in-

fluence a été funeste au Midi, elle l'a égaré dans le dédale de l'industrie moderne et des procédés artificiels, pour le faire sortir du système large, calme et fructueux que l'Orient lui avait légué.

Ainsi s'expliquent la résistance et la répugnance de nos colons pour entrer dans les voies étrangères que les théories modernes voudraient leur ouvrir; un vague sentiment traditionnel leur rappelle leur noblesse déchue; ils savent qu'ils appartiennent à une autre civilisation que celle qu'on vient leur imposer; la fierté du Gascon n'a pas d'autre origine. On a beau proposer à nos paysans les plus parfaits assollements, aidés des meilleurs instruments, ils savent qu'ils peuvent avoir mieux que cela; et quand, dans leurs volontés jusqu'ici impuissantes, nos gouvernants ont laissé entrevoir la possibilité d'un canal d'irrigation, que des travaux préparatoires de nivellements ont été ordonnés, comme les sympathies populaires se sont groupées autour de l'idée fécondante! C'est que, quoique la culture irriguée n'existe ici que par échantillon, qu'il ne soit encore employé que de faibles moyens, il y en a assez pour voir la supériorité de ce système sur tout autre. C'est par lui qu'on obtient la fraîcheur constante et proportionnée à chaque climat, les engrais sans soins, les combinaisons de terrains sans frais, les produits sans travaux, l'entretien et la netteté du sol sans instruments, la richesse et le repos, la vie matérielle et la vie intelligente, s'élançant de la même source, et venant prendre les justes proportions qu'elles doivent avoir dans tout corps social bien ordonné.

Il n'est aucune culture qui ne retire avantage de l'irrigation; toutes, à des degrés différents, en réclament le concours. Les arbres arrosés prennent un développement rapide; c'est sur les frais terrains de nos îles du Rhône, c'est sur les rives de la Durance, c'est au fond des vallons des Cévennes et sur les bords des ruisseaux, que le mûrier prend ces dimensions prodigieuses qui peuvent élever sa récolte à 15 et

COMME GRANDE MACHINE AGRICOLE

20 quintaux de feuilles. Les arbres n'endurent pas, dans cette position, cette insumption de suc qui, à la canicule, arrête leur végétation et les jette dans la langueur; leurs progrès sont d'autant plus rapides, qu'une humidité constante vient se combiner à une chaleur plus excessive.

Mais c'est sur la culture des prairies que se manifestent les forces relatives des climats; c'est dans leur exploitation que le Midi peut revendiquer tous ses avantages. Le grain, au midi comme au nord, mûrit sous certaines conditions de chaleur, qui, une fois accomplies, amènent la maturité, un peu plus tôt, un peu plus tard, selon la latitude, ce qui n'apporte pas grande différence dans le produit réel. Mais dans une végétation incessante, comme celle des prairies, l'herbe pousse tant que la chaleur dure et que l'humidité l'accompagne. On obtient ainsi un nombre de coupes proportionné au climat, qui détermine exactement la puissance de chaque contrée. Ces avantages sont les résultats de l'irrigation, qui vient équilibrer ces facultés, quand une humidité régulière, aménagée par l'intelligence de l'homme, vient sans cesse joindre ses effets à ceux de la chaleur. Les saisons peuvent être irrégulières et intempestives, même sous les climats les mieux pondérés; mais les réservoirs de fertilité, remis aux mains savantes de l'homme, proportionneront les secours aux besoins. Chez nous, l'élément régulier est la chaleur, les époques fixes de toutes nos récoltes en font foi, il échappe à notre puissance; l'élément irrégulier est la pluie, qui varie de 1 à 3; mais c'est à cet élément incertain que nous pouvons substituer la certitude de notre action.

Je crois n'avoir point laissé de doutes sur les effets de l'arrosage; il triple, il décuple, il centuple nos moyens, selon les circonstances: l'étendre à toute la surface de nos plaines, de nos vallons, de nos plateaux élevés, c'est amener sur le pays une abondance jusqu'alors inconnue; c'est changer radicalement la base de notre existence, la nature de nos travaux, nos rapports sociaux. Cherchons à soulever le voile qui

couvre cet avenir, osons sonder la profondeur du problème et démontrer que là seulement résident ces biens qu'on cherche par d'autres voies, l'égalité, la liberté, la paix et la rédemption de la matière.

Considérez comme croissent les lis des champs : ils ne travaillent point, ils ne filent point, et cependant je vous déclare que Salomon, dans toute sa gloire, n'a jamais été vêtu comme eux.

(S. MATTHIEU, ch. VI, v. 28.)

Mon frère possède, à Orange, 10 hectares de prairies, qui rendent annuellement 5,000 fr.; il possède, dans une autre partie du même territoire, 20 hectares, affermés 1,000 fr. Le rapport du produit de l'hectare, dans ces deux circonstances, est de 10 à 1. C'est le terrain de la même plaine; le mode de culture et l'arrosage en changeant seuls la valeur : un homme et son cheval suffisent et au delà à l'exploitation de la première propriété; deux ou trois hommes, quatre chevaux, toutes les forces d'un ménage rustique, sont employés à l'exploitation de la seconde. Il résulte donc ici de l'arrosage une immense abondance relative, par rapport au terrain, une économie notable par rapport aux hommes employés. Ainsi la première conséquence de l'équilibre des éléments producteurs, les premiers résultats de l'arrosage, sont l'abondance des produits.

Qu'avons-nous vu, quand un produit industriel ou agricole a été rare? Nous avons vu les consommateurs tendre la main pour l'obtenir et le producteur ne l'accorder qu'au prix le plus élevé possible. Qu'avons-nous vu, quand un produit a été abondant? Le producteur esclave, pressé de réaliser, recevoir la loi du consommateur. Ainsi l'abondance détruit la suprématie de la propriété; le roi devient esclave. Demandez

aujourd'hui au producteur de vin, en Languedoc, quel est le maître de lui ou du soldat qui, pour ses 5 centimes, boit le vin, non au cabaret, mais sous les portiques, dans les salles du propriétaire ; et que de grandes ombres se révolteraient, si elles étaient témoins du changement radical que l'abondance d'un produit seulement a jeté dans la société!

M. *Syriès de Mayrinhac* annonçait, un jour, à la Société d'agriculture de Paris, que la France produisait trop; il avait raison dans son hypothèse aristocratique. Un maire de la Restauration me disait : Une année d'abondance, mon cher monsieur, voilà une mauvaise année : le paysan ne manquera de rien, il sera insolent, il se croira autant que nous. Tout mon principe était développé dans ces paroles. Au bout du compte, la vie et le vêtement sont les besoins indispensables de l'homme ; quand il craint de manquer de ces nécessités impérieuses, il se soumet à tout pour les obtenir.

Mais produire les biens en telle abondance, qu'aucun ne voie la possibilité d'en manquer, c'est détruire une des causes les plus puissantes de servitude, et, si cette abondance n'établit pas complètement l'égalité, elle élève tellement l'échelle sociale, qu'on peut, sans dégradation, se trouver aux premiers degrés. Il faut bien, d'ailleurs, qu'il reste quelques vanités. C'est la vanité qui va à la rencontre du bien-être, c'est la vanité qui fait l'avant-garde du confortable, qui taille nos habits, qui suspend nos voitures, qui orne nos demeures; elle crée ces commodités qui ne tardent pas à devenir vulgaires, et puis l'armée rejoint l'avant-garde, et les tirailleurs rentrent dans les rangs. Mais ces vanités mêmes sont des symptômes de misère qui disparaissent devant l'abondance; ce sont partout les privations qui donnent les désirs insensés. Qui est-ce qui, chez nous, tire vanité de boire le plus généreux vin du monde? Cette vanité est laissée au montagnard, qui s'en enivre, parce que son sol n'en produit pas et qu'un grand prix est attaché à cette consommation. Produire en profusion tous les objets de consommation, c'est rendre de

plus en plus impossibles ou puériles les distinctions fondées sur la vanité.

Nous ne ferons pas comme les Hollandais, qui, aux Moluques, détruisaient l'excédant de leurs récoltes d'épiceries pour ne pas en avilir le prix et conserver ainsi la position stationnaire; nous ne redoutons pas l'abondance, mais nous cherchons le procédé qui la fixe, qui l'étende à tous les produits : elle cessera d'être un cas forfuit, elle se développera non accidentellement, dans telle ou telle circonstance, mais toujours; mais sur la généralité des objets de consommation, nous l'obtiendrons par la meilleure et plus juste combinaison des forces naturelles. Ce que la simple force de l'homme et des animaux n'a pu produire, la puissance des machines d'un côté, et, de l'autre, l'emploi intelligent des ressources du monde, le produiront à coup sûr.

Eh quoi! un peu de mucilage et de fécule, quelques muscles d'animaux, quelques dépouilles de plantes, suffisent à la nourriture et au vêtement de l'homme : on peut créer, par un simple moyen, ces substances en tas, en montagnes, et vous demanderiez toute une vie pour en arracher un lambeau? et toutes ces nobles facultés, déposées dans notre sein comme un témoignage de la grandeur et de l'intelligence de Dieu, se résoudraient, dans nos associations, à quelques transformations de matières?...

Ce n'est, toutefois, que dans les pays méridionaux, où se développe plus complètement l'abondance, que le sentiment d'égalité peut prendre plus de force : la féodalité y avorta complètement, et c'est dans l'Italie du moyen âge qu'on a vu les démocraties modernes. Mais le Nord, luttant sans cesse contre un univers sauvage, a dû régulariser ses forces; car, pour lui, la paix, c'est encore la guerre contre un sol ingrat; or régulariser les forces de l'homme, c'est créer les supériorités : on a appelé cela de la dignité. Il a fallu un nom pour couvrir tant de misères, pour déguiser cette impuissance de faire participer chacun aux dons d'une nature

généreuse, et le Nord, qui peut quelquefois aussi revendiquer des libertés, parce que le Nord a les loisirs des longs mois d'hiver pour méditer et formuler ses pensées, restera toujours sous l'empire des castes, parce que l'abondance indéfinie y est une impossibilité ; mais tout système aristocratique, basé sur la possession, ne peut nous être imposé, nous ne saurions même le comprendre. Que peuvent être pour nous les illustrations ? Que nous importe que, sur le steppe ignoré, tel ou tel soit à la tête d'un plus nombreux troupeau et que quelques bipèdes affamés se soient serrés sous son bâton pastoral ? Pour nous, il n'est point d'illustration, si elle ne se lie à un progrès social, et pour de tels progrès il faut une nation : c'est du concours de tant d'individus que jaillit quelquefois une pensée féconde, et de là sort aussi la gloire, qui est la louange des peuples libres. Les suffrages d'Athènes valent l'adoration du monde!... *Olivier de Serres* plantant le mûrier et écrivant son théâtre d'agriculture, *Riquet* unissant les mers, *Francklin* brisant la foudre aux mains de Jupiter, *Boissy-d'Anglas* enseignant le nouveau courage qui doit devenir celui des Français : voilà nos illustrations affranchies du sabre et qui traverseront les siècles !

Mais peut-on s'occuper de ces hautes questions de politique et d'économie sociale, sans jeter un regard involontaire sur l'organisation de la population corse ? Elle est là comme un monument antique qui jalonne la marche du temps. Tout est changé autour d'elle ; elle est restée stationnaire sous une condition de nourriture. Le peuple mange des châtaignes, c'est-à-dire que sa nourriture est basée sur le fruit d'un arbre qui ne peut être ni planté ni cultivé. L'habitant parcourt les bois en automne, et ramasse ce qu'il lui faut pour lui, son cheval, son chien, et voilà son œuvre accomplie : il peut se reposer le reste de l'année, ou plutôt se livrer aux mâles plaisirs de la classe, dans ce même bois où il a trouvé sa nourriture végétale ; s'occuper de ses fac-

tions de village, de ses fêtes, de son culte ; tout revêt en lui ce caractère d'indépendance et d'égalité qu'accordent les loisirs et l'existence assurée : il est gentilhomme ; il l'est de manières, d'air, de générosité, d'honneur, de foi ; l'abondance a fait tous les frais de ce système.

Maintenant, supposez qu'au lieu de cette abondance d'un produit grossier tous les objets de consommation qui font notre envie soient aussi aisés à recueillir que la châtaigne de Corse ; que nos arrosages jettent en profusion sur notre sol non des marrons, mais du pain, de la viande, des fruits, de la soie, des laines précieuses ; que des forêts couvrent des sols ingrats, indignes de notre culture, et soient remplies de gibier, comme nos lacs de poissons : eh bien, la table serait abondante, les vêtements somptueux, les plaisirs vifs et variés, toutes les habitudes de l'âme et du corps se façonneraient à ce mode élégant ; ce ne seraient plus l'indépendance farouche, les loisirs ignorants, les querelles locales, mais l'égalité largement répartie, la liberté éclairée, l'ordre compris, enfin toute la distance du germe à l'arbre développé.

Mais, me dira-t-on, voyez le Milanais : quelle terre mieux arrosée ? quel pays mieux initié dans votre système ? Une irrigation magnifique et constante y abreuve les plus riches prairies de l'Europe : une faux, un râteau, un chariot, voilà tous les instruments ; fumer, faucher et recueillir, voilà toutes les opérations ; et ce pays est, sans doute, le plus riche de sa latitude, car ici 250 kilomètres d'étendue arrosés assurent la vie presque sans travaux et régularisent les revenus. Quelle est la ville où, comme à Milan, trois mille voitures peuvent parader, le dimanche, sur les promenades publiques, et où le luxe de New-Market se renouvelle chaque jour ? Eh bien, la Lombardie n'a-t-elle pas ses haillons ?

Je ne répondrai qu'un mot : la terre est substituée, la masse de la nation est mise hors du droit commun ; tout ce qui a conservé ses droits y jouit d'une plénitude d'existence

qu'on aurait peine à retrouver ailleurs. Une loi barbare, une loi de conquête, telle qu'on la dicte quand on tient le pied sur la tête, oppose un mur d'airain aux conséquences du meilleur principe.

Ces chevaux, qui brûlent le pavé, sont nés dans le riche comté de Kent : le cocher est Allemand, l'heyduque Esclavon, le jockey Anglais et le coureur Basque : et l'Italien n'a point de place ici, à peine a-t-il le droit de manger à la porte les restes de l'étranger ; il est prêtre ou cicerone, ou pis encore, où, tout à la fois, un principe méconnu jette une nation dans l'opprobre.

Mais un principe vrai, comme celui sur lequel nous fondons ici notre avenir, défend la société tout entière ; il empêche que jamais l'équilibre soit rompu : ainsi l'indépendance, que la propriété générale a donnée aux paysans de Vaucluse, ne leur permettra pas cependant d'être seuls régulateurs du marché ; mon écrit sur les machines leur a révélé le secret de leurs forces ; ils n'ont point eu recours à l'émeute pour fixer leurs tarifs, ils ont serré leurs rangs et pris avantage de leur position ; ils ont obtenu un prix élevé de leur journée par la seule force d'inertie. C'est que les écrits tracés en présence des faits ne peuvent passer sans retentissement ; ils s'adressent bien à une réalité ; la force croissante des travailleurs possédants est envahissante chez nous. Quel remède opposer à cette propension de la main-d'œuvre ? Sera-ce la force brutale des lois d'exception ? Invoquerez-vous l'action féodale ? vous retrancherez-vous derrière les majorats, et proscrirez-vous ainsi la libre appropriation du sol ? Est-ce sur de tels crimes sociaux que vous établirez votre défense ? Non, c'est sur l'invocation des forces de la nature, sur leur combinaison intelligente ; il faut les appeler dans la concurrence, il faut les mettre aux prises avec la force musculaire, et l'intelligence viendra, à son tour, régulariser le marché. C'est l'eau qui deviendra l'arbitre de la question. C'est en triplant, en décuplant, en centuplant,

comme à Sorgues, la valeur du sol ; c'est en récoltant dix au lieu d'un ; c'est en se reposant sur les prairies, un simple râteau à la main, c'est en se confiant à ce mode de culture, qui produit le plus avec le moins de travaux, qui donne le *maximum* des forces végétatives de chaque latitude, que la grande propriété, à son tour, repoussera les conditions onéreuses du marché.

C'est œuvre de bon citoyen de provoquer cette lutte des intérêts ; plus elle sera vive, et plus nous aurons obtenu la seule défense possible des classes possédantes et la juste garantie de tous. La grande propriété peut ainsi licencier son armée travaillante, sans avoir recours à la violence aristocratique et barbare des seigneurs écossais, et les travailleurs, possesseurs de terrains, peuvent augmenter leur aisance en concentrant leurs travaux dans les limites de leurs champs. Ainsi s'établira la division naturelle de l'industrie agricole : tous ces produits, qui ont besoin des détails de la culture, viendront se grouper sur la petite propriété ; et les vastes pâturages, cette garantie de l'avenir, et les bois, régulateurs des sources et des climats, viendront, sur la grande propriété, rétablir l'harmonie naturelle.

Je ne dois point terminer ce chapitre sans repousser une objection : on me dira que l'abondance, en multipliant les individus dans la proportion des produits, ne fera qu'empirer notre position.

Mon pays, il faut le dire, est entré le premier dans la voie régénératrice de l'extrême division du sol et de la propriété générale ; de sorte qu'à moins d'être l'enfant trouvé de l'hôpital, tout le monde y possède. Là, on est propriétaire avant que d'être ouvrier, et l'on désire, avant tout, maintenir cette position à ses enfants. Avec un accroissement de richesse remarquable, la population du pays reste presque stationnaire ; les familles y sont peu nombreuses, les mariages tardifs, et presque toujours, chez nos paysans, la femme est plus âgée que l'homme. La contrainte morale, invoquée par

Malthus, a ici son application; s'il y a des exceptions, c'est presque toujours chez des misérables qui n'ont pas d'avenir à léguer. Ce sont les peuples ennuyés et asservis qui s'amuse à faire des enfants. Les montagnardes faméliques du pays de Galles, les Irlandaises, les Allemandes, sur leur tas de pommes de terre, font pulluler l'espèce humaine. Ce sont les nations déshéritées qui, en donnant la vie et deux bras à l'individu, le dotent du salaire, c'est-à-dire de tout ce qu'il pourra jamais obtenir dans ce monde. C'est le salaire hebdomadaire qui oblitère le sens moral des populations ouvrières; pour elles l'année n'a que sept jours : c'est pour la nation agricole seule que l'année a bien trois cent soixante-cinq jours.

Voilà ce qui crée, d'un côté, nos dangers politiques, et, de l'autre, ce bon sens réfléchi qui est le Palladium de notre existence sociale. Tout ce qui tient à cette nation éphémère, liée aux spéculations à court terme, au mouvement rapide des fortunes, toute cette classe aventureuse, qui influe tellement par sa position dans nos capitales, est menaçant pour la sécurité du pays. On sent en sa présence le besoin d'élever la voix, de s'adresser aux populations agricoles, de rappeler leur importance, de rallier leurs forces, de leur faire comprendre qu'il n'est rien à espérer d'hommes dépendants de circonstances instantanées, qu'on ne peut leur livrer un avenir qu'ils méconnaissent, qu'ils sont bornés à la série passagère des événements de l'année, de la semaine, du jour; ils ne sauraient comprendre ni défendre nos intérêts; et ce n'est pas parmi eux que Henri IV eût choisi son Sully. L'industrie exploitée à Zurich comme à Lyon : elle fait les émentes, mais ne s'associe pas à l'intérêt national. Prenez un almanach d'adresses : les noms allemands, anglais, italiens, que vous y lirez, vous prouveront que la transplantation est récente et que rien n'en garantit la durée. La Restauration, en fixant ses adhérents à Paris, en les rendant capitalistes, en les détachant du sol, a énervé d'un seul coup la vigueur de son parti. Ce sont quelques

paysans du Bocage qui ont porté leurs têtes sur l'échafaud ; citez un indemnisé qui ait ainsi payé sa dette. Si ceux qui prétendaient reconstruire la grande propriété eussent ainsi compris la France, qu'aurait-on fait de ce milliard ? on aurait ouvert douze mille kilomètres de canaux d'irrigation, on aurait triplé le revenu des terres sur lesquelles ils eussent été dirigés, et formé par conséquent de hautes positions agricoles, moins riches par l'étendue que par la valeur du sol. Unie au cours capricieux des ruisseaux, leur existence, hors du mouvement des factions, eût été puissante et durable. Il n'y avait là ni spoliation ni faveur, mais un acte immense de bon sens et de patriotisme. Créer des richesses au lieu de les déplacer, c'est la politique rationnelle, qui, pour différer de tout ce que nous avons vu, n'en est pas plus mauvaise ; une fois dans cette voie, le but eût été atteint, car les travaux productifs s'alimentent d'eux-mêmes ; mais ce que je dis de ce milliard s'applique à tout ce qui s'est perdu, à tout ce qui se dissipe encore. Que n'aurait-on pas fait de ces forces employées à étendre nos limites, vain avantage qui ne remplacera jamais l'intensité des moyens et l'énergie concentrée ? Que n'aurait-on pas fait avec les ressources d'une génération telle que celle qui vient de succomber dans nos luttes insensées, avec cinq millions d'hommes fixés sous les drapeaux de la civilisation, et dix milliards dissipés en fumée, et la force croissante que les moyens auraient acquise de nos pacifiques conquêtes, le développement de l'intelligence et l'anoblissement de l'homme associé à la création ?

LOISIRS, RELIGION, LIBERTÉ.

Combien de temps une pensée,
 Vierge obscure, attend son époux !
 Les sots la traitent d'insensée ;
 Le sage lui dit : Cachez-vous.
 Mais, la rencontrant loin du monde,
 Un fou qui croit au lendemain
 L'épouse, elle devient féconde,
 Pour le bonheur du genre humain.

BÉRANGER.

Avignon, dans ce moment, s'alarme de l'ouverture du canal de Provence, qui viendrait partager les eaux de la Durance. Je n'entrerai point dans cette querelle locale ; on pourrait cependant dire : Voyez ce que l'étiage laisse couler au Rhône, et que le nouveau canal se règle sur la quantité qui se perd ainsi pour l'agriculture. Mais Avignon dit : Vous attendez à nos droits ; notre territoire ne sera plus arrosé ; il deviendra une garigue, une lande. Avignon regarde comme lande tout ce qui ne l'arrose pas ; pour Avignon, la France est une lande.

Le fanatisme avec lequel cette ville professe le culte de l'arrosage, l'exagération même de ses prétentions, l'œil jaloux dont elle envisage la question, tout annonce qu'elle a vraiment apprécié les avantages de notre système, et qu'il est devenu pour elle une condition d'existence. N'est-ce pas à lui qu'elle doit la facile culture de son sol, cette aisance qui se manifeste partout, et dans les constructions, et dans ces physionomies heureuses, et dans ces complexions harmonisées, dans le goût des plaisirs, dans la pompe du culte ? Ne se voit-elle pas à l'élégance des vêtements, à la soie, à l'or des parures, au pas rapide des chevaux, au luxe des équipages ? Tout cela, c'est du bonheur, et il est fondé sur sa véritable base ; il est, nous n'en doutons pas, le fruit de l'irrigation.

Mais, loin de borner le bienfait, nous devons chercher à l'étendre : ce n'est pas seulement la Provence qui a à revendiquer les eaux de sa seule rivière ; mais le canal de Mérindol, déjà si habilement tracé, doit recevoir son accomplissement. Pernes et Carpentras, et une foule de lieux, ont aussi leurs droits à acquérir sur la Durance ; et, au lieu de livrer le combat des lions aux bords de la source expirante, qu'on aille explorer le cours de la rivière, qu'elle entre dans notre système, et ce ne sera plus l'étiage qui réglera les entreprises, mais la moyenne annuelle. C'est ainsi que la Durance est appelée à jouer un rôle immense et qu'elle échappe à la fausse mesure des esprits circonscrits.

J'allai ce printemps à Cavaillon, et là j'appris tout ce qu'on pouvait faire de ses eaux. Les blés, immergés pour la troisième fois, avaient atteint la hauteur d'un homme, quand les nôtres épiaient à 0^m.60 de terre. Ces blés ont donné vingt fois la semence ; les nôtres n'ont produit que cinq pour un, et, dans les années les plus favorables, la pluie, pour eux, ne remplace jamais l'arrosage ; car la pluie s'adresse aux fleurs comme aux racines, et fait avorter les produits, circonstance qui explique cette fertilité du Delta, qui n'a jamais vu crever un nuage. Mais Cavaillon enlève une seconde récolte de haricots, dont la valeur égale celle du blé. Nos terres, brûlées par le soleil, ne peuvent produire de récoltes intercalaires : ainsi c'est une valeur de quarante contre cinq, qu'on peut obtenir sur les champs arrosés ; ainsi, pour obtenir la même quantité de substance alimentaire, on y cultive huit fois moins de terrain. Sur des sols toujours frais, la culture devient un jeu, et les sept huitièmes des forces employées pour faire le pain de la France pourraient être dirigées ailleurs.

Voilà, d'un côté, de vastes champs ouverts à l'industrie agricole ; voilà le système pastoral qui peut s'établir à côté de la charrue ; et voilà les grands loisirs, réclamés par l'humanité, accordés à la classe travaillante : ce n'est donc pas toujours l'intensité des travaux qui donne les produits les

plus élevés, et il est aisé de voir qu'il est d'autres et plus puissants moyens d'accroître les richesses et de jouir plus paisiblement et plus généralement des bienfaits du Créateur. Que deviendrait la société humaine sous ce travail régulier qu'on voudrait lui imposer, que les économistes regardent comme la source unique des richesses, sous la division automatique du travail? une agglomération peut-être aussi active que celle d'une ruche d'abeilles, mais qui ne pourrait compter pour plus que les abeilles dans l'ordre de la création. C'est que l'homme n'est roi que par la pensée; que c'est par elle qu'il s'associe au Créateur, et qu'avoir le temps de formuler cette pensée est un des droits de l'humanité. Ces richesses, invoquées par les économistes, reposent donc sur un principe immoral, qui tend à tirer le plus possible de la machine humaine, même au prix de sa dégradation. On peut déjà voir partout le fruit d'un tel système. Ceux qui ont à peine le temps de dormir prennent quelques délassements vifs et prompts; mais les heures de la méditation n'ont point de place dans leurs vies tourmentées. Ce ne sont point les écrits des philosophes qui ont sapé la religiosité; c'est l'industrialisme, c'est cette tyrannie qui compte les instants, qui couche les heures en compte courant.

Le christianisme, ses fêtes, ses dimanches, ont défendu, pied à pied, le terrain de l'indépendance; car le joug volontaire d'un culte est de l'indépendance sociale; mais ce n'est que dans les loisirs d'une exploitation facile qu'on peut retrouver l'esprit et les fêtes du christianisme. Un bill du Parlement reste impuissant au milieu des clameurs de l'atelier et des besoins impérieux de la vie; mais soustraire les sept huitièmes du terrain à la charrue, mais abandonner ces contrées infertiles, qui ne pourront soutenir la concurrence des pays arrosés, et où s'épuise, pour de vains résultats, l'énergie humaine, les réintégrer à la végétation naturelle des bois; mais déshériter complètement et mettre hors de cause ces climats ingrats où l'on forge sans cesse les fers des na-

tions, leur rendre toute lutte impossible, c'est recréer l'ère pastorale et tout le repos et le bonheur qui en sont la conséquence. Tout cet édifice repose sur ce principe si fécond en richesses et en idées morales, sur ces deux éléments de la végétation, la chaleur et l'eau, qu'il faut mettre en présence : toute l'action sacramentelle est là, toute la religion, toute la politique; l'homme n'est plus l'artisan, il est le prêtre.

L'eau était, pour les anciens, l'image de toutes les prospérités. C'est pour de l'eau que le peuple de Dieu se révolte dans le désert; et Moïse y fore le premier puits artésien. Il parle sans cesse de la fraîcheur des vallées, de la pluie : « Le pays dont vous allez prendre possession n'est pas comme le pays d'Égypte d'où vous êtes sortis, où, quand vous aviez jeté la semence, il fallait ensuite l'arroser avec le pied (sans doute avec la noria, comme font encore les esclaves sur tout le littoral de l'Afrique), au lieu que le pays dont vous allez prendre possession est un pays de montagnes, naturellement arrosé par l'eau qui tombe du ciel; l'Éternel enverra là des pluies sur vos terres, dans la première et dans la deuxième saison, en sorte que vous ferez toujours des récoltes de vin, de froment et d'huile; vous aurez de quoi manger et vous rassasier, et je ferai naître l'herbe pour votre bétail. »

Mais la conquête fut loin de réaliser toutes ces espérances. Il n'en put naître que cette culture arbustive qui a conservé le nom de culture chananéenne. Elle prouve que l'humidité fut médiocre, que les longues racines des arbres durent la puiser profondément dans les entrailles de la terre; les pasteurs devinrent jardiniers, la république devint monarchie. Le législateur n'avait point accompli toutes les promesses qui étaient les conditions indispensables du traité : une multitude, occupée sans cesse, devint esclave de la domesticité, et dut résigner ses pouvoirs. Ainsi les institutions de Moïse durèrent tant qu'il commanda à un peuple pasteur, vaincu et dispersé. Ce même peuple recouvre la vigoureuse em-

nte de son origine; il pend sa harpe aux saules du rivage, oublie pas ses chants; mais, enchaîné à la glèbe d'un sol fat, il méconnaît forcément les principes de son organisation primitive, il demande un roi, et rentre sous le régime des voisins, soumis aux mêmes nécessités. Ce n'est plus le peuple des loisirs, le peuple des cérémonies, des assemblées publiques, des holocaustes, des repas publics; il a son pain en punition ou en conséquence de son travail; et cela est évidemment vrai, que, quand une partie de nation s'affranchit de son travail, elle réclame son indépendance; il s'établit en sa faveur des distinctions, des droits, des privilèges plus ou moins caractérisés en faveur des loisirs; ces affranchissements partiels sont bientôt un obstacle à l'émancipation générale, en rendant plus intenses les efforts de la partie occupée.

Un homme qui réfléchit sur l'organisation sociale n'a donc besoin d'aller fouiller les codes pour concevoir l'état politique d'une population. La nature du travail et des occupations doit toujours lui en rendre compte; car, sans loi, il n'est pas d'indépendance. Quand on est bien pénétré de ce principe, ce n'est qu'avec pitié qu'on peut voir les peuples, enlacés dans les chaînes de l'esclavage industriel, marcher à la république. La civilisation manufacturière nous fait voir le résultat de ses flétrissantes étreintes : ne voyons-nous pas par elle, la dégradation physique et morale faire des progrès effrayants? Qu'on aille aux lieux de son triomphe, aux parcs de nos grandes cités, à ces vastes hôpitaux où les générations vont s'engloutir; qu'y verra-t-on? un peuple condamné à un travail incessant, chez lequel rien ne peut se détacher, si ce n'est quelquefois un muscle, un membre, un organe, tandis que tout le reste s'atrophie et périt. Pour être républicain, il faut être libre de fait, il faut être affranchi du travail journalier. Les républicains de Paris s'obtenaient à peine sous par jour; c'est ainsi qu'on eut un forum. Il faut, pour participer au gouvernement et aux mouvements

politiques, avoir les loisirs qui permettent d'agir dans des vues générales. C'était une forte aristocratie que ces citoyens d'Athènes qui passaient leur temps sur la place publique ou dans les jardins d'Acadème, et remettaient à des esclaves le soin de leurs travaux. C'était une aristocratie bien impérieuse que celle qui dominait à Sparte sur le peuple des ilotes.

C'est donc par l'aristocratie que nous pouvons nous élever au niveau de ces lois libérales qui ont devancé notre civilisation. Mais notre aristocratie, à nous, est ouverte à tout le monde; quand nous recourrons à l'intelligence, nous nous reposerons sur les forces naturelles prodiguées autour de nous : nos ilotes, c'est l'air animant la voile, c'est le feu vivifiant seul l'atelier, c'est l'eau arrosant et fécondant nos champs; et, quand ces éléments constitutifs de la production, quand ces forces, toujours agissantes, seront partout, alors l'humanité sera reine du monde. Mais faire de la liberté avec les esclaves de l'argent, c'est une jacquerie, ce sont des saturnales, de pitoyables mascarades; c'est amener la brutalité dans l'arène politique et préparer ces lendemains où l'impitoyable nécessité se présente avec son visage inflexible.

Ainsi c'est une erreur profonde que celle qui veut moraliser par le travail; il dompte un peuple comme la charrue dompte le coursier, en détruisant son énergie et ses plus nobles facultés.

Et, si l'on me demande quelle a été la fin de ces républiques de trente mille citoyens, je dirai : La fin indispensable de trente mille combattants jetés au milieu d'un univers barbare; ils ont succombé sous l'effort des peuples jaloux, sous la nature même de l'esclavage auquel ils avaient confié leurs travaux; ils ont été absorbés par des éléments étrangers et nombreux qui les entouraient. Il n'en serait pas ainsi de trente millions de citoyens se reposant sur les forces créatrices du monde.

Dans les temps modernes, ce sont des peuples placés dans

circstances particulières de culture qui ont pu pré-
re à la liberté. Qu'est-ce que la Hollande? un comptoir,
euple marchand, qui a ses travailleurs aux Indes. Perd-
ses possessions australes, le travail augmente-t-il sur
propre sol, Guillaume n'est plus stathouder, il est roi.
est parce que l'Angleterre a cent millions d'esclaves
ndus sur la surface du globe, c'est parce qu'elle a sou-
les mers, c'est parce qu'elle emprunte aux machines des
ions de bras, que, malgré son organisation féodale, elle
ni allemande ni russe. Réduisez-la à ses limites, et
nme libre disparaîtra de son sol. Ses richesses ont répu-
nisé ses allures. Toutefois ne sondons pas ses plaies, ne
evons pas ce voile brillant qui couvre tant de douleurs;
isitons pas son vaste hôpital de Manchester, car là se re-
ve encore l'ilotisme de Sparte. Si le concours de tant de
s ne constitue à l'Angleterre qu'une indépendance équi-
ie, c'est que la conquête n'y a rien perdu de sa violence,
le vieux Guillaume y vit encore tout entier; c'est qu'un
d principe s'y trouve blessé, la libre appropriation du
sans laquelle la force relative des individus s'établit
e manière fausse, et parce qu'un tel état perpétue au
oir les races vieilles, dont aucune lutte ne réveille l'é-
ie et l'intelligence et que des habitudes de castes sépa-
toujours plus de la nation, jusqu'au jour où le divorce
omplit au flambeau des guerres civiles.

la démocratie s'établit dans quelques cantons suisses,
là où la culture pastorale crée à la fois l'égalité et les
s; elle est récente et turbulente chez les vigneronns du
on de Vaud, et l'industrie de Zurich, de Bâle et de Ge-
est un symptôme certain de dissolution : en Amérique,
r'ici, l'espace est la garantie de la liberté.

aintenant la France tente une grande et glorieuse expé-
e; elle veut baser sa liberté sur l'égalité générale, aspect
eau qui n'avait point frappé les regards du monde.
ssira-t-elle? Oui, si elle base l'élévation de ses citoyens

sur une nature obéissante, si elle fonde leur indépendance sur la soumission des éléments, si elle dompte l'air, l'eau, le feu, et qu'elle dise : Voilà mes esclaves!

Si l'abondance crée l'égalité en comblant l'abîme immense ouvert entre le producteur et le consommateur, les loisirs seuls font la liberté. Ce bien, si vivement désiré et qui fait vibrer tant de cœurs, ne peut être savouré qu'avec toute une existence, il ne supporte pas de partage; c'est une passion forte et généreuse; mais, comme toutes les passions, elle est exclusive et jalouse.

J'entends les oisifs, ceux qui mènent ici-bas une vie nonchalante, s'alarmer sérieusement des loisirs que je réclame pour l'humanité tout entière; leurs faibles esprits s'inquiètent de ce que feront les masses quand un système nouveau viendra les soulager du travail, quand elles ne seront plus attachées à la glèbe des champs ou aux chaînes de l'atelier. Elles feront ce que vous faites vous-mêmes. Leurs travaux seront mêlés de plaisirs; heureuses à leur tour sur la terre, elles s'attacheront à une vie douce et à l'ordre qui la leur garantit; elles jouiront du bonheur, du repos, du soin de la famille; elles s'assoieront aussi au foyer domestique et savoureront ses douceurs; il surgira de cette masse, non quelques élans de pensées, mais un monde de conceptions, qui recevra de la multitude un type tout national. Ainsi cette époque redoutée, cette époque mal comprise, cette époque de loisirs, sera la noble réhabilitation de l'espèce, le triomphe des Arts, du Forum et de la Religion.

RÉGULARITÉ DES PRODUITS, ORDRE PUBLIC.

Son peuple sanglote, ils cherchent du pain,
ils ont donné ce qu'ils avaient de plus précieux
pour de la nourriture.

JÉRÉME, *Thren.*, 1, 11.

Les plus grands bienfaits, répartis inégalement, ne font porter le trouble dans la société; une aumône inconsciente ruine un malheureux; les plus riches produits du sol peuvent devenir le fléau d'une contrée, s'ils sont le résultat d'un cas fortuit.

En 1816 et 1817, deux récoltes immenses de vin furent obtenues en Languedoc un prix extraordinaire : le revenu égala le prix du sol; on fit des folies qui ont été payées par un repentir. La culture des prairies artificielles, si incertaine dans nos climats, en jetant la perturbation dans les exploitations rurales, en donnant naissance à des entreprises sans cesse soumises à l'intermittence des climats, a été une des causes les plus constantes de la gêne des fermiers. Mais le sage, en réglant un des éléments essentiels de la végétation, règle, on peut le dire, la société tout entière, en disant de l'élément le plus irrégulier, qui, dans nos climats, varie de 1 à 3, et qui, même dans son *maximum*, est insuffisant pour la culture des prairies, pour cette culture qui est la mesure exacte de la force végétative de chaque contrée. Le climat est le régulateur des climats, la garantie des produits; or l'irrégularité est la source de toutes les vicissitudes; c'est elle qui donne aux possesseurs une fausse idée de leur position réelle, qui les jette souvent dans d'inextricables embarras; elle amène les variations d'entreprises, qui entraînent aussi l'existence du travailleur incertaine; elle crée le désappointement du maître et de l'ouvrier, prélude à des commotions politiques.

Joseph profite de sept années de disette pour fonder le pouvoir absolu sur la ruine des Égyptiens ; il crée ses greniers d'abondance et échange ensuite son blé contre leur liberté. Il obtient, la première année de pénurie, leur argent, puis leur bétail, puis leurs terres, enfin leur propre individualité. Ainsi s'établit, sur la base d'une longue calamité, la tyrannie d'un gouvernement ; tout se trouve aliéné après cette funeste période ; le passage de l'abondance au dénûment change radicalement l'état politique d'une nation ; mais aussi, de même que l'hiver et la disette de 1709 avaient ébranlé la puissance de Louis XIV 1789 et les désastres de son hiver précèdent la Révolution française, et l'hiver de 1830 prépare le peuple des campagnes à une commotion politique. C'est que les hivers rigoureux engendrent la famine, que ces malheurs sont les plus affreux qui puissent atteindre un peuple, et que les malheurs font désirer les changements. Mais, avec les ressources étendues de notre commerce, les maux ne peuvent être que passagers : ils exaspèrent les populations sans les abattre ; et, s'il fallait sept ans aux Égyptiens pour perdre leur liberté, trois jours renversent une dynastie. Ainsi c'est le pouvoir, aujourd'hui, qui est le plus intéressé à régulariser l'état de la nation, à entrer dans les voies d'ordre que je lui trace. En vain il inscrirait sur ses bannières *ordre public*, s'il ne s'emparait du perturbateur de cet ordre, de cet élément incertain et fugitif, mais indispensable à la production ; le répartir également, faire que chaque année se ressemble, c'est devenir le dispensateur des biens, la providence des nations ; c'est agrandir l'œuvre et l'influence du pouvoir, et réveiller en sa faveur ces sympathies qui sont une condition de durée.

Le Haut-Dauphiné est tellement détruit par la disparition des bois, qu'un fonctionnaire de ma connaissance, résidant à Barcelonnette, passait les soirées d'un long hiver dans une étable à vache, à faire sa partie avec le sous-préfet et le

procureur du roi : ils trouvaient là une chaleur naturelle, la seule qu'il soit possible d'obtenir dans ce pays dépouillé. Et c'est au milieu de nos Alpes que se passent de telles scènes ! Ainsi un acte d'imprévoyance amène la barbarie dans toutes les habitudes ; mais attendez encore, et ces tristes douceurs seront même ravies, et l'homme ne pourra plus même se chauffer à l'haleine du bétail ni à la fermentation du fumier. L'érosion des montagnes fera disparaître ces restes de végétation qui alimentent les animaux, et la population humaine, expulsée, descendra le cours des eaux pour mendier aux lieux où le sol natal aura été transporté ; mais la dégradation sera successive ; elle est commencée partout, de vallées en vallées, de bassins en bassins ; elle finira par chasser du sol entier ces tristes bipèdes qui n'ont pas compris les lois de leur existence. Où est le remède à tant de maux ? Il est dans l'arrosage dans les retenues, dans les atterrissements ; c'est du bord de nos lacs que s'é lancera la végétation des bois : elle gagnera pied à pied le terrain, et pourra s'élever sur le flanc des montagnes ; sinon, attendez des siècles, des centaines de siècles, et, dans l'absence de l'homme, la mousse s'élèvera sur le lichen, les saxifrages sur la mousse ; puis l'arbuste, puis l'arbrisseau, puis le chêne.

Dans un voyage au milieu de ces contrées désolées, je m'arrêtai dans un petit village situé au revers septentrional de la montagne d'Angel : la maison de mon hôte était vaste et solidement construite ; la charpente était de très-bon bois, cependant pas un arbre n'avait frappé mes regards, et tout transport lointain me paraissait impossible par les sentiers de chèvres que j'avais parcourus. J'interrogeai mon homme ; il me dit que les larges flancs de leurs montagnes étaient, dans sa jeunesse, couverts des plus beaux sapins. C'est avec eux qu'on avait construit sa maison ; maintenant les habitants font des voûtes, ils ne peuvent étendre leurs constructions, et, quand le menu bois manquera même pour cuire la

chaux, ils creuseront le rocher, ils deviendront Troglodytes, ils auront descendu toute l'échelle de la civilisation. Ils ont eu, en revanche, du blé quelques années sur les pentes de leurs montagnes ; et puis la terre a été entraînée à la rivière, et la rivière a joint le Rhône, et le Rhône la mer. Quelle ressource reste-t-il alors pour la conservation du monde ? les grands assolements de la nature, ces cataclysmes qui jettent les sommets aux abîmes et les abîmes aux sommets.

Les nouveaux champs conquis ont disparu, les anciens champs, privés de la protection séculaire des bois qui les avaient garantis jusqu'alors, sont ravinés de toutes parts. On ne retrouve plus ces sangliers, ces lièvres, ces bartavelles, qui venaient changer les repas en fêtes, et dont la poursuite avait été le plaisir des rois. Les champs déchirés ne donnent plus les récoltes accoutumées. On a eu recours à la pomme de terre, et cette culture unique aura bientôt remplacé le gibier, la viande et le pain. Le pain, qu'on a poursuivi sous toutes les formes, ne sera pas même accordé ; la population, resserrée dans un territoire qui fuit à la mer, a recours à la pomme de terre, qui, sur la même étendue du sol, présente quatre fois plus de ressources alimentaires que le blé. Quelle ressource !... la ressource des Irlandais, des Polonais, de tous les esclaves.

Nous venons de voir nos Dauphinois manger d'abord du gibier ; pressés par le désir d'envahissement, défricher les bois et étendre leurs champs de blé ; puis nous avons vu leur marche rétrograde devant la dévastation des eaux, la perte des champs acquis, la destruction des champs héréditaires, l'introduction forcée de la pomme de terre. Cet art de destruction fut regardé, dans le temps, comme une grande liberté conquise ; mais les fruits sont ceux de toute liberté remise aux mains de la sottise : elle produit un état que la tyrannie oserait à peine imposer.

Maintenant, comment peut-on sauver ce pays ?..... Supposons un lac sur la rivière, à la partie supérieure de la

vallée ; supposons que les prairies verdoient sous son influence, que les arbres croissent sur ses rives : eh bien, le lac régularise le torrent ; les sols encore existants, menacés de destruction, sont sauvés ; les arbres arrêtent les éboulements, le lit de la rivière ne s'exhausse plus, on ne craint plus qu'il prenne un niveau supérieur aux terres. Les prairies arrosées nourrissent du bétail, en attendant que le gibier suive la progression des bois qui s'étendent de proche en proche ; le poisson reparait dans les eaux plus tranquilles du lac et de la rivière ; les blés succèdent, par intervalles, aux prairies, et prennent ce développement qui assure le pain avec huit fois moins de travaux que par la culture classique. L'aisance est dans le village, sous l'économie de l'espace et du temps. On établit une usine à la chute régulière des eaux, et l'industrie, telle que nous la concevons, n'empruntant rien aux bras, vient couronner l'édifice de notre régénération. Voilà la viande, le gibier, le poisson, le pain et même la pomme de terre, qui couvrent la table champêtre, voilà les joies du dimanche, les coups de fusil de la forêt, les filets de la pêche, la vie, le mouvement, l'aisance, le bonheur, la dignité, le repos. L'histoire de *Bouvière* serait alors l'exemple du monde.

Mais qui commencera ces travaux ? Est-il possible que des paysans découragés ou de faibles associations reconstruisent la nature primitive ? Non. Il faut qu'un premier lac élève ses eaux, qu'il soit entrepris comme une œuvre nationale et philosophique, avec toutes les conditions du succès. Il faut que l'exemple soit donné par ceux qui peuvent ; et le succès d'un premier essai en fera naître un second, et la progression s'établira, et les intérêts éclairés se réveilleront ; le département, la ville, les sociétés, les individus, entreront successivement dans une voie d'amélioration. Attention, hommes du pouvoir, c'est un champ de gloire que je vous ouvre ; il y a là la conquête du monde.

Le Nord ne comprend pas l'arrosage ; ses sources sont au

ciel, sa nature est glacée; un équilibre mesquin s'est établi sur son univers avorté. Pour concevoir nos conquêtes, il faut connaître ce soleil qui tombe d'aplomb, il faut avoir habité sous ses rayons, il faut avoir foulé une terre de feu, brisé l'herbe desséchée sous ses pieds, et avoir vu succéder à la canicule ces pluies méridionales qui viennent déchirer la terre.

Quel sera le rédempteur qui marchera à ces glorieuses conquêtes? L'héritier des Pharaons, le maître de la terre modèle des irrigations, accomplira-t-il sa tâche civilisatrice? donnera-t-il ses leçons au monde? mettra-t-il partout en présence ces deux éléments de la vie qui se rencontrent chez lui avec tant d'énergie? Sera-ce aux mystères de l'Égypte que nous irons nous initier?

Mais il est une nation dont le rôle est de secouer l'univers; elle l'a parcouru dans tous les sens. Quand elle pose les armes, elle ne fait pas un mouvement, elle ne pousse pas un cri qui ne retentisse à ses extrémités; et les peuples se disent : Que fait-elle?..... C'est d'elle seule que peut partir l'impulsion; il faut de grandes entreprises aux descendants de ces Gaulois qui couvrirent la terre de leurs armes, dont l'histoire est un long duel avec le monde, à qui il faut de la gloire à tout prix. Qu'ils sentent que cette gloire des champs de bataille est devenue vulgaire, qu'ils l'ont enseignée en tout lieu; et, quand une population entière, une population comme la nôtre, aura mis son orgueil dans ces travaux d'ordre et de régénération, qu'elle aura compris cette grande architecture naturelle qui doit ramener le monde à sa construction primitive; quand elle aura attaché son nom à cette œuvre immense, comme les nations viendront se grouper autour de ces monuments d'intelligence! La feuille légère des codes peut être livrée aux vents; mais l'œuvre solide de la régénération, fondée sur le roc des montagnes, parlera à tous les yeux, excitera les sympathies populaires, et le culte sacré des fontaines peut, sans provoquer les sarcasmes, être renouvelé des Grecs.

C'est alors que la France pourra suivre cette propagande dont on s'est occupé trop tôt; on ne fera plus la conquête d'Alger avec trente mille hommes et les misères d'une nation appauvrie, mais avec tous les moyens d'une civilisation vigoureuse. La barbarie sera refoulée dans le désert, et, quand les lacs seront dans l'Atlas, quand ces régulateurs indispensables auront changé les torrents en canaux, qu'ils viendront mesurer l'eau à la plage brûlante, quand le sol africain recevra cette juste proportion d'humidité et de chaleur, quels résultats ne doit-on pas attendre des sources des montagnes mariées aux feux du tropique? Mais, jusqu'alors, qu'aurions-nous à apporter aux populations orientales, à ceux qui sont pasteurs de troupeaux et non gratteurs de terre, à ceux qui montent les meilleurs chevaux du monde, et chez qui les Romains allaient chercher la pourpre de leurs empereurs? changeront-ils le noble turban pour le feutre, ou les tissus de l'Inde pour notre frac boutonné?

Nous sommes loin encore de pouvoir donner des leçons aux autres; nous avons partout à apprendre : soit que de nos Alpes dépouillées nous nous enfoncions dans les forêts de la Suisse et de la Savoie, soit que nous entrions en Belgique ou que nous franchissions le détroit, nous n'avons pour nous, nous n'avons pour modèles que quelques lambeaux arrachés par la violence à nos voisins, l'Alsace, la Flandre, le Comtat, et la culture de nos vignes. Tout le reste porte l'empreinte de notre esprit destructeur, et ce n'est pas sous de tels auspices qu'on acquiert les sympathies du monde.

En jetant les regards sur la France, il est aisé de voir qu'une grande destruction a été consommée. L'habitude presque exclusive du pain en a été le principe; nos travaux inconsiderés, notre sobriété, tout ce que nous regardons comme les vertus caractéristiques de notre nation, n'a abouti qu'à la dégradation du sol. La culture du blé s'est élancée aux montagnes; un instinct de conservation arrêta un moment; on hésita à porter la hache sur les forêts séculaires;

mais ce pouvoir aveugle qui posait des bornes à Paris n'en a point mis aux dévastations. C'est avec une rapidité effroyable qu'elles ont été accomplies depuis Louis XV jusqu'à nos jours; chacune de nos perturbations politiques est venue redoubler l'attentat, et la hache des faisceaux populaires s'est jointe aux dissipations des cours.

J'ai vu le Buis, ville romaine, qui jusqu'alors avait existé avec sécurité aux bords de l'Ouvèze, être obligé de se couvrir d'une digue énorme qui date de cette époque de dévastation. Dès ce moment fatal, les rivières sont changées en torrents; les eaux des plus fortes pluies s'écoulent en vingt-quatre heures, et laissent un lit qui, par son immensité, atteste l'intermittence des courants. Tous ces ponts romains d'une seule arche ne sont plus en proportion avec de telles crues et témoignent du changement radical qui s'est opéré depuis leur construction. C'est qu'on a précipité nos trésors à la mer, pour qu'après avoir ajouté du pain à du pain le ciel se dessèche, le sol se pétrifie, et que le désert, mais le désert affreux, sans eau, sans arbres, sans animaux, brûlant et silencieux, succède à cette nature équilibrée, telle que le Créateur l'avait faite; et cet avilissement de la nature, ces forêts abattues, ces herbages déchirés par le fer, on appelle cela du travail! on donne le nom de vertu à cette diabolique activité! Mais ce travail a désorganisé la création; les racines de ces arbres soulevaient le sol, elles l'ouvraient à l'infiltration, elles fixaient l'humidité dans le terrain, et étaient comme autant de digues qui s'opposaient à la fuite trop rapide des eaux. Le feuillage arrêtait cette évaporation instantanée qui dessèche nos montagnes; l'ombrage des arbres, toujours verts, fixait, et pour longtemps, ces neiges qui rendent à la terre plus qu'elles n'ont reçu du ciel; car elles forment, à sa surface, ces vastes réfrigérants où viennent se condenser l'humidité de l'air et les vapeurs souterraines. Ainsi s'établissaient sur le sol, et par tous les moyens, les trésors de la végétation; ainsi s'alimentaient les sources qui venaient vivifier l'été.

Mais un autre attentat avait précédé le déboisement des montagnes et commencé la démolition du monde. Soit qu'on eût l'espoir de conquérir une vallée sur l'empire des eaux, soit que le monde ait aussi sa décrépitude, qui s'annonce par ces tristes symptômes, les digues naturelles, qui arrêtaient l'impétuosité des torrents et l'atténuaient en cataractes, avaient disparu. Les lacs naturels, qui fixaient les eaux, qui les faisaient déposer, qui préparaient lentement de fertiles contrées, qui régularisaient et harmonisaient les courants jusqu'à la mer, avaient cessé d'exister. Partout on rencontre des ruptures ; nous voyons sur les cartes romaines des lacs qui n'existent plus ; sur l'Ouvèze, au-dessus du Buis, le marteau destructeur a laissé sa trace sur le rocher. Il n'est pas un de nos affluents qui n'ait son resserrement, ses piles où la main de l'homme s'est jointe aux convulsions de la nature.

Citoyens de la Suisse, chez qui j'ai appris à connaître la beauté de la création primitive, chez qui j'ai compris le monde, conservez longtemps encore la jeunesse de votre nature. C'est elle qu'on va admirer chez vous, c'est cette œuvre naïve que l'homme n'a encore attaquée ni de la hache ni du marteau. Ne faites pas la conquête d'une province aux dépens de vos nobles lacs ; gardez ces vastes réservoirs ; qu'ils disent votre génie conservateur, qu'ils soient longtemps encore le cœur qui vivifie l'Europe, sachez bien que sur vos monts, dans vos vallées profondes, à vos sources nombreuses, repose la vie physique, comme la vie morale, comme l'avenir de l'Europe. Et, quand cette compagnie se présentera, qui doit saigner le Léman, qui viendra arracher à votre pays ses titres de noblesse, repoussez les froids calculs de ses plans ; dites-lui que les mathématiques ont couvert le monde d'erreurs ; répondez par la vérité de l'imagination à la fausseté des chiffres. Dites-lui que le Rhône ne doit pas être changé en torrent ; que le marin de la Méditerranée ne doit point porter sa hache sur vos forêts ; que vous ne consentez pas à la destruction de la première vallée du monde ; que vous voulez conserver le

plus beau modèle de la création primitive; repoussez le sacrilège de toutes les forces de vos convictions; jamais plus glorieuse croisade n'aura été formée pour la dignité du monde.

Cette vallée du Rhône, ouverte du nord au midi, continuée par la Saône, et donnant la main à la Seine, est destinée à lier deux hémisphères, à devenir la route de Londres à Calcutta; ce n'est que là que peut s'établir la grande communication du monde commerçant. Gênes doit franchir les Appennins et les Alpes pour pouvoir pénétrer en Allemagne; Trieste est environné de montagnes; Constantinople a ses Balkans; Odessa est le poste avancé de la barbarie à cheval; mais Marseille est l'avant-garde de la civilisation, c'est le lien de l'Asie et de l'Europe; son grand rôle est tout dans la direction de la vallée. Ce ne sont que les communications du nord au midi qui peuvent avoir un grand intérêt social, car elles répondent à des besoins de latitude. L'importance de cette vallée n'est ni locale ni française, elle est universelle. N'est-ce pas sur cette ligne électrique qui traverse la France du Havre à Marseille qu'il convient d'abord d'accorder toutes les satisfactions qui dépendent du pouvoir? Elle doit à sa configuration naturelle sa puissante influence. N'est-ce pas d'elle que jaillit et se propage l'étincelle qui ébranle tout le corps social, soit lorsque Paris donne l'impérieux signal, soit lorsque Lyon y répond, soit quand, sur les pas de Barbaroux, Marseille court dicter son altière volonté, ou que, plus tard, l'émeute emprunte sa fougue au caractère méridional? Toujours vous voyez la France se manifester sur cette ligne généreuse ou fatale qui dirige ses destinées. C'est aussi là qu'il faut commencer l'œuvre régénératrice, parer à ces perturbations qui peuvent, en un seul jour, propager la fièvre politique et soulever ces masses puissantes accoutumées à s'entendre et rompues au mouvement des factions.

C'est par des biens réels et matériels que vous moraliserez la contrée en établissant le lac et le chemin de fer, la pro-

duction à côté de la locomotion. De vains discours ne peuvent plus suffire à de telles populations, et le long règne de la parole doit faire place au règne de la pensée.

Et, si l'on me demande quels sont les moyens pour obtenir de si grands résultats, eh bien, si, dans deux ans, la leçon vous venait des rives du Niéper, si la Russie vous devançait dans la marche de la civilisation, comment croyez-vous qu'aurait agi l'empereur Nicolas? il eût envoyé un ordre et deux régiments. Est-ce que nos formes constitutionnelles nous lient tellement les bras, que nous devons renoncer à toute grande entreprise? que nous devons être devancés dans la carrière par des peuples d'hier? Serait-il vrai que la vulgarité citadine nous ait envahis de toutes parts et ait paralysé nos nobles moyens? N'avons-nous pas aussi nos régiments, des soldats qui languissent dans leurs casernes? n'avons-nous pas un budget immense, dispersé dans quarante mille communes, perdu en futilités, absorbé par de stériles détails, sans pouvoir s'élever à l'ensemble des intérêts? Et nous n'oserions pas tenter une expérience décisive! Ah! il n'en sera point ainsi, ou nous marcherions désormais à la remorque des nations!

Il nous faut, sous peine de mort, donner un aliment à l'activité de cette jeunesse française qui court en foule à Paris prendre, avec une instruction plus solide et plus variée, le goût et les habitudes du luxe, et revient, avec désespoir, se consumer sous l'humble toit de ses pères : l'imagination excitée par tout ce qu'elle a vu, elle se replie douloureusement sur elle-même, et la fermentation se propage, et il n'est pas une folie qui n'ait son armée. Vous pouvez doter tant de misères, vous pouvez ouvrir une carrière immense à tant de désirs, à tant de besoins, à tant de talents; vous pouvez attacher au sol ces existences tourmentées; vous avez trois milliards que vos fleuves roulent à la mer; vous tenez dans vos mains l'indemnité du règne de l'intelligence; vous avez en réserve les soldats de la civilisa-

tion ; ils connaissent l'histoire des premiers soldats du monde : la deuxième légion vit tout entière à Orange, la septième à Nîmes ; leurs numéros ne sont point encore effacés. Distribuez l'eau des campagnes ; il y a là des dotations, des commanderies, de la gloire pour tout le monde.

Ah ! ne vous pressez pas ; ne dites pas : Utopie ! car l'utopie, c'est demain, c'est ce demain imprévu ; toutes les réalités du jour sont les utopies de la veille, qui dès la veille, étaient claires pour les esprits clairs, obscures pour les esprits obscurs. Que celui qui connaît le rayon du cercle que nous avons à parcourir nous le dise donc. L'utopie, c'est la montagne russe préparant les chemins de fer ; c'est Bernard de Palissy regardant le couvercle de sa marmite et pressentant les forces de la vapeur ; c'est le cristal aux mains de l'enfant, prêt à ouvrir la route des cieux.

DE L'EAU A NIMES

DE L'EAU A NIMES

Je me demandais quelquefois compte de ces hésitations, de ces projets divers, de ces velléités et de ces résolutions avortées, qui, depuis trente ans, tiennent en suspens la population de Nîmes. C'est que la question des eaux, bien que souvent posée, a été repoussée par un vague instinct qui semblait prévoir qu'on devait attendre encore.

Renouveler l'œuvre des Romains, se montrer les dignes héritiers de leur gloire, c'est le côté poétique et élégant de la question ; mais ce qui suffisait aux exigences de la civilisation romaine reste au-dessous de nos besoins actuels. Ce ne sont plus des bains et des naumachies qu'on réclame ; c'est une industrie haletante, ce sont des guérets desséchés qui implorent aujourd'hui les forces de l'élément producteur.

On avait senti l'insuffisance que je signale, quand un projet gigantesque vint, à son tour, occuper les esprits. Il ne s'agissait de rien moins que de dévier le Rhône aux environs de Valence à travers le pays le plus âpre et le plus accidenté, et d'amener ses eaux captives dans la cité romaine. L'on s'arrêtera, et toujours ; je l'espère, devant d'insurmontables obstacles.

La mécanique offre aussi ses forces irrésistibles, mais avec toutes ses éventualités, son entretien et ses déboursés journaliers.

De toutes les machines, les plus simples sont aussi les

meilleures. C'est l'étude des niveaux qui, dans les grandes œuvres municipales, offre les moyens les plus assurés, les plus réguliers et les plus impérissables.

Me voilà d'accord, en principe, avec ceux qui voudraient reconquérir les eaux de l'Eure ou amener la déviation du Rhône. Là où je diffère, c'est que je trouve l'Eure trop faible et le Rhône trop loin et trop bien retranché, tandis qu'aux portes de Nîmes, à onze kilomètres, et au niveau que l'art voudra fixer, coule dans le Gardon plus d'eau qu'on n'en consommera jamais.

M. Valz, l'astronome, qui est aussi un grand ingénieur, avait proposé, dans le temps, une déviation souterraine du Gardon; et, quelle que fût la longueur du tunnel, la dépense ne pouvait être comparée à celle du dernier projet, qui a occupé et occupe peut-être encore quelques esprits. Je sais la grande cause qui a fait rejeter cette proposition; elle était fondée: le Gardon est un torrent, ses eaux se troublent dans les crues; c'est de l'eau limpide qu'on voulait, et l'on avait raison.

J'avais signalé, à cette époque, la possibilité d'élever un barrage sur le Gardon, en aval du pont de Saint-Nicolas, de relever le niveau de la rivière, de créer un lac charmant et de métamorphoser une nature sauvage. Il est vrai que je n'avais parlé alors que sous le point de vue de l'arrosage des bassins inférieurs; mais le théâtre s'est agrandi: il s'agit sérieusement aujourd'hui de mettre un terme aux dévastations croissantes qui viennent s'abattre sur nos pays; dès lors mon lac hypothétique est bien près de devenir une réalité, car c'est le point le plus caractérisé de tout le cours du Gardon; ce n'est plus un torrent qui coule à vos portes, c'est l'eau décantée, c'est l'azur du lac où vous pourrez puiser sans mesure.

Dix mille mètres de longueur, depuis le pont de Saint-Nicolas jusqu'à Montpezat-les-Uzès, sur une largeur de six cents mètres, donneraient une surface de six millions de

mètres, qui, multipliés par une moyenne de cinq mètres de profondeur qu'on pourrait donner au lac, produiraient trente millions de mètres cubes d'eau. Un tunnel qui débiterait dix mètres à la seconde n'épuiserait ce réservoir qu'en trente-cinq jours environ, en supposant un dessèchement absolu de la rivière. Sur le Gardou, l'étiage n'est jamais le dessèchement absolu ; mais, à cette époque de la dernière saison et pour remplir leur destination primitive, tous les bassins de retenue devraient être complètement épuisés, prêts à parer aux inondations d'automne.

Jamais un concours de circonstances plus heureuses ne s'était présenté pour la ville de Nîmes. Le gouvernement, par un nouveau système, venant en aide à l'accomplissement du projet, d'autant plus porté à donner un grand développement à ses ouvrages, qu'ils devront être proportionnés aux conditions les plus méridionales, c'est-à-dire pouvoir parer aux pluies torrentielles et instantanées qui constituent le caractère de notre climat ; plus tard, le tribut des syndicats des cours inférieurs désormais garantis, venant coopérer à l'établissement de nouveaux barrages, tous faisant fonction l'un de l'autre et concourant au même but, et l'eau ainsi accumulée, rafraîchie par le système souterrain de transmission ; et puis un pays charmant créé à vos portes, la plus délicieuse des villégiatures avec sa navigation, sa pêche, la fraîcheur, les ombrages, tout ce dont est privé votre pays ; et ce ne sont pas là les moindres biens : la création est un poëme avant d'être une usine utilitaire.

UNE COURSE AU CLAP DE LUC

UNE COURSE AU CLAP DE LUC

Je viens de faire une course au Clap de Luc ; là, un immense éboulement de rochers, qui, dans leur chute, affectent les formes les plus accidentées, est venu fermer le cours de la Drôme et former deux lacs superposés qu'on retrouve dans toutes les cartes anciennes.

Encore une œuvre de la nature que les travaux de l'homme ont fait disparaître. Un tunnel creusé dans le rocher ouvre passage aux eaux et reconstitue la triste uniformité du torrent ; cette uniformité que la main de l'homme a établie partout lance comme un trait les courants des montagnes aux vallées et produit ces désastres toujours croissants qui viennent ravager nos contrées. C'est aussi sur les pentes rapides qui courent des Alpes à la plaine que la création primitive avait multiplié les obstacles et étendu son système préservateur. Pour parler de ce que je connais le mieux, Aigues, qui apporte parfois un contingent considérable, était barré aux Piles, au-dessus de Nyons, et formait un réservoir immense. L'Ouvèze, au-dessus du Buis, était barré par des rochers, et la main qui les a brisés a laissé encore son empreinte. Le Roubion, qui a menacé si souvent l'existence de Montélimar, se précipite par une étroite issue au-dessous de Saou. Sur tous nos torrents, on retrouve ces retenues naturelles que la décrépitude du monde et plus souvent l'imprudence humaine sont venues aplanir partout ; où existait l'arrêt s'est placée l'accélération, et voilà la grande et incontestable cause de ces dangers que nous voyons croître

sous nos yeux, d'inondations en inondations, toujours plus menaçantes et plus destructives.

Voilà la question principale qu'il convient d'étudier; il s'agit de régulariser le débit de chacun de ces affluents du Rhône par des barrages successifs et nombreux, et non pas par un barrage unique qui aurait trop de hauteur, pourrait être renversé et causer plus de maux encore qu'on n'en voudrait prévenir.

Toutes ces rivières, elles-mêmes, ont de nombreux tributaires; c'est là que les tranchées transversales, les enrochements, les claps artificiels, viendraient utilement se placer.

C'est donc par la multiplicité des œuvres plus que par leur importance qu'on atténuerait le danger; tous ces cours d'eau traversent des vallées sauvages aux pentes abruptes que la culture ne peut atteindre; ce sont les points qu'il faudrait choisir; quelquefois on pourrait étendre la limite des réservoirs, et il suffirait pour cela de quelque indemnité pour de misérables cultures.

L'œuvre peut être longue, mais elle est possible; elle est indispensable et d'autant plus encourageante que les fruits peuvent être recueillis immédiatement et successivement, à mesure de l'accomplissement des travaux; combattre la nature insurgée, rétablir l'œuvre de Dieu, insultée si longtemps par notre imprévoyance, discipliner ces forces errantes et les faire concourir à l'harmonie du monde, c'est aussi glorieux, aussi indispensable que de refouler la barbarie dans le désert.

Déjà, au dix-septième siècle, un exemple fut donné aux lieux où la Loire quitte ses sombres vallées et vient se développer dans la plaine du Forez, à Pinnay; Colbert a fait élever un barrage qui atténue encore de nos jours la violence du courant; l'aval a été protégé, autant qu'un ouvrage unique pouvait le faire, l'amont est devenu un pays charmant. Ce n'était là qu'un essai; mais on ne bâtit pas Versailles, l'on ne

fait pas la guerre au monde, on n'assassine pas ses sujets pour s'égarer longtemps dans les voies de l'utile, et Dieu ne permit pas la vraie grandeur à ce roi, puni jusqu'à sa quatrième génération, selon les promesses de l'Écriture.

Si le drainage, cette conséquence d'une nature petite et froide, semble presque exclusivement occuper l'agronomie du jour, quel fruit ne retirerait-on pas de ces réservoirs multipliés dont l'eau accumulée, réchauffée aux rayons du jour et sagement aménagée, viendrait se marier aux ardeurs du soleil du Midi, et produirait ce luxe de végétation qu'on peut toujours se promettre de ces deux éléments de la vie des plantes, la chaleur et l'eau ! Ce point, qui, au souvenir de nos malheurs, paraît accessoire, serait bientôt la question principale, et c'est là qu'on trouverait l'ample dédommagement des sacrifices qu'on croirait faire aujourd'hui. Ce n'est pas pour rien que les tzars de Russie voudraient échanger Pétersbourg contre Constantinople ; ils contemplent de plus près que nous les antiques civilisations méridionales, qui laissent, après tant de siècles, les traces de leur grandeur ; leur puissance reposait sur ce principe, et c'est après avoir arrosé la Mésopotamie qu'on a pu bâtir Ninive et Babylone.

Voyons maintenant dans quelles limites les ouvrages pourront être construits pour atteindre le but sans le dépasser.

L'intéressant travail de M. Vallée viendra servir de base à nos supputations.

Le lac de Genève a 600 millions de mètres de surface ; l'arrêt de 86 millions 400,000 mètres d'eau par jour, 1,000 mètres par seconde, n'augmente le lac que de 144 millimètres ; cet arrêt, prolongé pendant dix jours, terme suffisant pour parer aux éventualités, n'élèverait le lac que de 1 mètre 440 millimètres, tout au plus la moitié du mouvement annuel qui s'y fait sentir, et ne pourrait, dans aucun cas, causer une perturbation sensible sur ses rives ; cet arrêt atténuerait l'inondation de 1 mètre 45 centimètres

à Lyon et de 78 centimètres dans le cours inférieur du fleuve; si, sur les vingt principaux affluents qui forment le cours du Rhône et sur leurs nombreux tributaires, on pouvait mettre en réserve, derrière les barrages que je propose, une superficie égale à celle du lac, l'atténuation serait d'autant plus complète, que ce ne serait plus seulement sur une marge d'un mètre et demi qu'on aurait à agir, mais sur plusieurs mètres, quatre, six, dix peut-être; qu'on aurait ainsi une action tout à fait radicale sur l'inondation, jusqu'à supprimer le courant du fleuve, et que dès lors on pourrait réduire les travaux à des proportions bien moindres, et que la moitié ou même le quart de la surface du lac suffiraient à l'effet utile qu'on devrait obtenir. L'on formerait, en même temps, les réservès puissantes qui assureraient l'irrigation pour le reste de la saison. Des travaux bien moindres à coup sûr que la construction des digues insubmersibles suffiraient à accomplir ce grand acte de civilisation; reconquérir ses plus belles provinces, menacées sans cesse par l'insurrection des eaux, créer d'un autre côté, sur des pentes hideuses, la splendeur des lacs, l'ombrage de leurs rives, le charme des cascades et la fécondité des irrigations, c'est reconquérir la plaine et ressusciter la montagne, c'est créer à la fois une Suisse et une Lombardie, c'est le bois de Boulogne aux flancs de mille coteaux, c'est la richesse et l'abondance, c'est la reconstruction et l'équilibre du monde. Il faut le dire, il y a de nos jours tant de grandes choses exécutées, que ce n'est pas sans espoir que je trace ces lignes; faire ce qui n'a plus été tenté depuis les Romains, c'est une grandeur oubliée qu'il est digne de nôtre âge de faire revivre.

Ce n'est pas qu'on soit resté inactif jusqu'à ce jour; on a endigué les fleuves et accru la force des digues, en raison des forces qu'on avait à combattre; on n'a pas manqué de courage, on a manqué de tactique; à une force aveugle on a opposé une résistance aveugle. On n'agit point ainsi à la guerre: on fait des diversions, on occupe sur cent lieux dif-

férents les forces de l'adversaire, on fait naître l'hésitation, on coupe les communications; c'est en vain qu'en 1852 des masses de socialistes lèvent l'étendard de la destruction; ils ne peuvent réunir en une seule toutes leurs criminelles colonnes; les administrations, les influences locales, les petites garnisons, comme autant de barrages, retiennent ces affluents qu'absorbe le sol même qui les avait vus naître. Ayons donc autant d'esprit pour combattre la nature sauvage qu'on en a montré pour combattre la sauvagerie humaine; et, si l'on n'a pas partout un lac de Genève pour arrêter le danger, créons cette multitude plus puissante, parce qu'elle est partout plus maniable pour agir selon les éventualités, ne défendant pas seulement un point, mais toute la ligne menacée.

Ainsi nous le demandons, profondément pénétré de ces vérités, qu'à vingt ans de distance nous proclamons pour la seconde fois; qu'on fasse les études pour accomplir ce grand acte de rédemption; qu'on les étende sur tous les affluents et sur une surface suffisante pour étreindre le mal; qu'on fasse comprendre à ce pays, toujours prêt à payer sa gloire, que c'est aussi de la gloire qu'on lui demande, que c'est l'insulte sauvage des éléments qu'il est honteux d'endurer plus longtemps.

Ensuite qu'on reboise les montagnes, qu'on circoncrive la pâture; ce sont là des auxiliaires qui viendront sauvegarder les grands travaux, ils viendront en aide à une action plus énergique, mais les effets en seraient trop lents pour la situation; les dangers sont pressants, il faut d'autres moyens, il faut substituer les canons Paixhans et les carabines Minié aux sociétés de la paix. En présence des convulsions du monde, le régime et l'homœopathie sont insuffisants; il nous faut la lancette et le trépan.

FIN

TABLE ANALYTIQUE GÉNÉRALE

DES MATIÈRES

DES SIX VOLUMES DU COURS D'AGRICULTURE

A

- ABREUVOIRS.** Dispositions à adopter, II, 502. — Capacité, II, 503. — Construction des citernes, II, 503, 537.
- ABRICOTIER.** Culture et produit, IV, 737.
- ABRIS.** Définition, I, 193. — Leur objet, I, 193, 476. — Emploi des baies, III, 519. — Influence sur la réverbération, VI, 289 à 293.
- ACHAT.** Circonstances à considérer dans l'acquisition d'un fonds, V, 270 à 280; 553 à 558. — Achat du bétail, V, 538; — des instruments aratoires, 559. — Circonstances qui doivent guider dans les achats, V, 569 à 577.
- ACIDES.** Voyez le nom générique de chaque acide.
- ACTINÉES.** Pronostics météorologiques, II, 579.
- AGE DE LA CHARRUE.** Définition, III, 147.
- AGENTS LURAX.** Sabire et répartition du travail, V, 582. — Éducation des agents inférieurs de l'agriculture, V, 441 à 444. — Choix des agents divers attachés à la ferme, V, 536.
- AGRICULTEURS.** Influence de la richesse des populations agricoles sur la valeur de la propriété rurale, I, 419 à 424. — Influence de l'accroissement ou de la diminution des populations agricoles sur la valeur de la propriété rurale, I, 424 à 427. — Historique de la profession d'agriculteur, V, 421 à 450. — Rôle du propriétaire exploitant par lui-même, V, 623 à 627; des propriétaires cultivateurs, V, 627 à 652.
- AGRICULTURE.** Étendue et limite de cette science, I, 1 à 26. — Marche qu'elle a suivie, I, 3. — Ce qu'elle comprenait chez les anciens, I, 3, 9. — Ce qui la distingue d'un art, I, 4 à 9. — Rang qu'elle occupe parmi les autres sciences, I, 8. — Ses rapports avec l'industrie, I, 9 à 12. — Point où s'arrête la science agricole, I, 15. — L'éducation des animaux fait-elle partie du domaine de la science agricole? I, 14 à 18. — Sciences qui doivent accompagner la science agricole, I, 18 à 24; VI, 6. — Agrologie, I, 19, 27 à 36. — Tableau des études agricoles, I, 25. — Division de l'enseignement agricole en deux ordres, VI, 10. — Partie technique de l'agriculture, III, 314 à 317. — Phythologie, III, 314. — Partie économique de l'agriculture, III, 317 à 526. — Différentes manières d'augmenter les produits, III, 317 à 319. — Technique, économie et administration de l'agriculture, III, 525. — Travaux périodiques, III, 529 à 564. — Diversité des talents agricoles, V, 430 à 434. — Institut agronomique Versailles, VI, 9.
- AGROLOGIE.** Définition, I, 19 à 30. — Généralités, I, 27 à 36. — Applications, I, 33 à 36.
- AGRONOMIE.** Définition, I, 50; VI, 17. — Division et objet, VI, 17 à 20.
- AIL.** Sol qui lui convient, IV, 205. — Culture, IV, 205. — Prix de vente et prix de revient, IV, 205. — Reproduction par les bulbillés, IV, 206.
- AIR.** Influence de l'air dissous dans l'eau sur l'alimentation des plantes, I, 420. — Dosage de la quantité dissoute dans l'eau, I, 457. — Détermination de l'acide carbonique mêlé à l'air confiné dans le sol, VI, 90. — Voyez *Atmosphère*.
- AJONC.** Emploi pour la nourriture du bétail, IV, 480. — Choix du terrain, IV, 481. — Semilles et culture, IV, 481. — Broyage, IV, 482. — Propriétés nutritives, IV, 483. — Emploi comme engrais, IV, 483. — Prix de revient, IV, 484.

- ALBUMINE.** Proportion contenue dans le blé, III, 650; dans le seigle, 684; dans l'orge, 697; dans l'avoine, 741; dans les sarrasin, 724; dans le riz, 729; dans le maïs, 749; dans le lait, VI, 24. — Fumure des terres manquant de substances albuminoïdes, VI, 189.
- ALCALIS.** Composition des végétaux, I, 609. — Moyen de reconnaître les terrains dépourvus d'alcalis, I, 609. — Engrais convenant aux terres manquant d'alcalis solubles, VI, 192 à 194. — Moyen de mettre les alcalis à la disposition des plantes, I, 622. — Effet physiologique, VI, 50. — Sels alcalins contenus dans l'eau de pluie, VI, 105.
- ALCOOL.** Détermination de la quantité contenue dans le vin, IV, 600.
- ALGUES.** Valeur et emploi comme engrais, V, 214.
- ALIMENTATION VÉGÉTALE.** Voyez *Végétaux*.
- ALIMENTS.** Nourriture de l'homme, III, 51 à 55. — Principes nutritifs, V, 387. — Variation de la composition suivant la température et les contrées, IV, 559; V, 591, 595. — Rations correspondant à diverses sortes de travail, V, 391. — Tableau des principales substances à l'état normal et prix de l'azote, V, 392. — Surveillance de la nourriture des hommes, V, 559 à 565. — Nourriture du cheval, III, 77 à 81; du mulet et de l'âne, 85 à 87; des bœufs, 92; des vaches, 98; des bêtes de travail, V, 598 à 410; des bêtes de rente, 410. — Propriétés engraisante et nourrissante, V, 407. — Surveillance de la nourriture des animaux, V, 565 à 565. — Différence entre les aliments des végétaux et des animaux, VI, 23 à 29.
- ALIZARI.** Racine de garance, IV, 253.
- ALLUVION.** Définition, I, 215; VI, 71. — Formation, I, 214. — Composition, I, 215. — Effets du débordement des eaux, I, 216.
- ALTISE.** Moyen de destruction, IV, 127.
- ALTITUDE.** Influence sur la distribution de la chaleur, II, 86 à 89. — Détermination par le baromètre, II, 180. — Influence sur la distribution des pluies, II, 258 à 264; sur le nombre de jours de pluie, 282.
- ALUMINE.** Détermination de la quantité contenue dans la terre, I, 57. — Quantité contenue dans les cendres des végétaux, I, 66. — Rôle dans la végétation, VI, 65.
- AMANDIER.** Limites de la culture, IV, 689. — Origine, IV, 689. — Culture dans les pays méridionaux, IV, 690. — Composition, IV, 691. — Variétés, IV, 691. — Semis, IV, 692. — Greffe, IV, 693. — Plantation, IV, 694. — Soins de culture, IV, 695. — Récolte des amandes, IV, 696. — Rendement et prix de vente, IV, 696.
- AMENDEMENTS.** Définition, I, 434; VI, 121. — Objet, I, 454.
- AMEUBLEMENT DU SOL.** Loi des assolements, V, 58 à 62.
- AMMON.** Quantité contenue dans le blé, III, 650; dans le seigle, 684; dans l'avoine, 741; dans le riz, 729; dans le maïs, 749; dans les fèves, 784; dans la pomme de terre, IV, 10; dans la patate, IV, 58.
- AMMONIAQUE.** Dosage du carbonate d'ammoniaque, I, 54. — Formation de l'ammoniaque dans l'oxydation du fer, I, 92. — Influence exercée par les oxydes de fer sur les gaz ammoniacaux, I, 95. — Mode de formation dans le sol, I, 122. — Son existence dans l'atmosphère et dans l'eau de pluie, I, 125; II, 36; VI, 100. — Formation dans l'eau de neige, I, 124. — Absorption par les racines et les feuilles des végétaux, I, 125. — Influence des sels ammoniacaux sur la végétation, I, 512; VI, 57. — État dans lequel les sels ammoniacaux doivent être administrés aux plantes, I, 512. — Mode d'action des sels ammoniacaux, I, 515. — Expériences entreprises sur le chlorhydrate, le sulfate et le nitrate d'ammoniaque aux environs de Lille et en Angleterre, I, 514, 515. — Effet des phosphates d'ammoniaque, I, 516. — Convenance d'employer les sels ammoniacaux à la culture, I, 516. — Prix du kilogramme d'azote fourni par les sels ammoniacaux, I, 517. — Absorption de la quantité produite dans l'air, VI, 68. — Quantité contenue dans les eaux d'écoulement des drains, VI, 98. — Formation par l'action des corps poreux sur l'air humide, VI, 102. — Durée d'action des sels ammoniacaux employés comme engrais, VI, 214.
- ANALYSE CHIMIQUE.** Analyse des terres, I, 59. — Choix des échantillons à analyser, I, 59 à 45. — Degré de certitude que donne l'analyse, I, 59. — Procédés d'analyse, I, 45, 41. — Dosage de l'azote, I, 45 à 51. — Analyse des substances solubles dans l'eau, I, 51 à 54; VI, 563 à 569. — Analyse des substances insolubles dans l'eau, I, 55 à 59. — Résumé des résultats de l'analyse, I, 59. — Détermination par l'analyse des aliments convenables aux diverses plantes, I, 492 à 499. — Analyse qualitative des terrains, VI, 361. — Procédés à suivre dans l'analyse d'un extrait de terre

obtenu par l'eau, VI, 569. — Analyse des cendres de végétaux, VI, 572 à 580.

ANE. Travail statique, III, 85. — Frais d'entretien et prix de revient du travail, III, 85 à 88. — Composition du lait d'ânesse, VI, 24.

ANÉMOMÈTRE. Mesure de la vitesse des vents, II, 186.

ANIMAUX. Leur éducation rentre-t-elle dans le domaine de la science agricole? I, 14 à 18. — Emploi des chairs comme engrais, I, 519; des débris, 519 à 555; des matières excrétées, 555 à 555. — But des litières, I, 589. — Emploi de la marne en litière, I, 589. — Prix de production des fumiers, I, 675 à 682. — Estimation de la quantité de fumiers produite dans la ferme, II, 500. — Observation des pronostics météorologiques II, 578 à 581. — Voyez *Défil.*

APOGÉE. Définition, II, 418.

APSIDE. Définition, II, 418.

AQUEDUCS. Construction pour les chemins ruraux, II, 567.

ARACHIDE. Composition des tourteaux en azote, I, 574; IV, 175. — Avantages et inconvénients de la culture, IV, 172. — Rendement en huile, IV, 175. — Semences, culture et récolte, IV, 174.

ARAIGNÉES. Pronostics météorologiques, II, 580.

ARAIRE. Voyez *Charrue.*

ARBRES. Limite géographique de la culture de différentes espèces d'après M. Schouw, II, 520, 521. — Importance des plantations auprès des bâtiments ruraux, II, 458. — Transplantation, III, 512 à 514, 523 à 538. — Greffe, III, 542 à 547. — Pincement, effeuillage, cépage, taille et ébourgeonnement, III, 547 à 558. — Calcul de la longueur de l'ombre pour la plantation, IV, 770. — Terres qui leur conviennent, VI, 555 à 557.

ARBUSTES. Avantages et inconvénients de la culture, IV, 512 à 518. — Système des cultures arborescentes, V, 201 à 209. — Partie du capital d'exploitation à affecter aux cultures arbustives, V, 482. — Système à adopter pour ces cultures, V, 517. — Terres qui leur conviennent, VI, 555 à 557.

ARDOISES. Propriétés de la terre qui en provient, I, 208. — Emploi pour les ouvertures, II, 536.

ARGILE. Définition, I, 65. — Proportion contenue dans le sol, I, 65. — Influence sur la végétation, I, 64. — Action sur l'ammoniaque, I, 64. — Propriété de retenir une grande proportion d'eau, I, 65. — Imperméabilité, I, 65. — Influence des labours,

I, 65. — Caractères des terres argilo-calcaires, I, 279. — Formation des terrains argilo-calcaires, I, 279. — Cultures qui conviennent aux terres argilo-calcaires, I, 280. — Terres argilo-calcaires argileuses, I, 280. — Terres argilo-calcaires, calcaires, tenaces, meubles, inconsistantes, I, 280. — Limon, I, 274 à 279. — Glaises inconsistantes, meubles, tenaces et sablonneuses, I, 287 à 290. — Caractères des terres argileuses, I, 290. — Faculté d'absorber l'engrais, I, 64, 590. — Effets produits par le brûlement de l'argile, I, 625; VI, 518.

ARRACHAGE des racines, III, 568 à 570; — des tiges, III, 570.

ARROSAGES. Voyez *Irrigations.*

ARTICHAUTS. Variétés, IV, 229. — Mode de propagation, IV, 229. — Plantation, IV, 250. — Culture, IV, 250. — Soins pendant la durée de la plantation, IV, 251. — Prix de vente et prix de revient, IV, 252.

ASSOLEMENTS. Pratique dans l'antiquité, V, 6. — Préceptes de Virgile, V, 7. — Formule d'après Columelle, V, 8. — Pratique au moyen âge, V, 9. — Progrès en Flandre, V, 9; en Venétie, V, 10. — Assolement de Tarello, V, 11 à 15. — Les assolements aux seizième et dix-septième siècles, V, 13. — Principes posés par Thaër, V, 14 à 17. — Expériences de M. de Voght, V, 17 à 19. — Introduction des expériences chimiques, V, 19. — Expériences de MM. Boussingault et Payen, V, 22 à 25. — Détermination de la faculté épuisante des cultures, V, 25. — Antipathies supposées des plantes, V, 26 à 38. — Hypothèse de l'antipathie des plantes d'espèces différentes les unes pour les autres, V, 39 à 41. — Théorie basée sur la variété des aliments des plantes, V, 42 à 46. — Hypothèse de MM. Macaire et de Candolle sur les déjections excrémentielles des plantes, V, 46 à 50. — Hypothèse de Rozier, fondant la théorie des assolements sur la forme des racines, V, 51. — Théorie fondée sur l'action des racines sur le sol, V, 52 à 56. — Loi dérivant de la nécessité d'aérer le sol, V, 58 à 62; de nettoyer le sol, V, 62 à 66. — Loi dérivant de l'épuisement du sol, V, 67 à 84. — Lois dérivant des forces disponibles pour les cultures, V, 88 à 95; du produit des cultures, 95 à 105; des avances à faire pour les cultures diverses, 105 à 108; des moyens de réalisation des récoltes, V, 109 à 115. — Ordre dans lequel les plantes doivent se succéder, V

- 115 à 122. — Lois météorologiques des assolements, V, 122 à 131. — Récapitulation des lois, V, 131. — Examen de quelques formules : Huntingdon, V, 132; Suffolk, Edinbourg, Aberdeen, 134; — Kensington, Wurtemberg, 135; Alsace, Belgique, 136; pâturages du Holstein et du Mecklembourg, 137. — Assolements italiens, terrains arrosés et terrains secs, V, 138 à 140. — Assolements de Roville, V, 141 à 144; de Grignon, 144 à 146; de Grandjouan, 147 à 149. — Parties du capital à affecter aux assolements avec prépondérance de produits à vendre, V, 480; avec prédominance des fourrages consommés, 481. — Système à adopter pour l'assolement continu, V, 514 à 516.
- ASSURANCES.** Détermination de la prime d'assurance, I, 560. — Valeur de l'amortissement par tête de bétail, V, 416.
- ATMOSPHÈRE.** Constitution, II, 29. — Composition, II, 50; VI, 62. — Constance de la proportion d'oxygène, II, 50. — Poids total, II, 56. — Éléments variables mélangés à l'air, II, 51. — Acide carbonique, II, 52 à 53; VI, 62. — Ammoniaque et acide nitrique, II, 55 à 57. — Sels transportés par les vapeurs aqueuses, II, 57 à 59. — Poussière terreuse, II, 59. — Produits hydrogénés, II, 40 à 42. — Miasmes, II, 42 à 44. — Constataion des matières organiques, II, 44 à 46. — Précautions à prendre dans les lieux infectés, II, 46. — Transmission des rayons solaires, I, 185; II, 48 à 50. — Loi de l'extinction des rayons solaires, II, 226. — Table des épaisseurs traversées pour chaque degré d'élévation du soleil au-dessus de l'horizon, I, 185. — Différence entre la température moyenne des corps et la température de l'air, II, 81 à 84. — Rôle de la lumière joint à celui de l'atmosphère dans la végétation, II, 101 à 108. — Quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, II, 108. — Détermination de l'état hygrométrique, II, 111 à 115. — Hygromètre de Saussure, II, 111. — Nature de l'électricité de l'atmosphère, II, 168. — Répartition progressive de la chaleur et de l'électricité, II, 169. — Explication de l'état électrique, II, 171. — Influence des orages sur les éléments de l'atmosphère, II, 235. — Mesure de la pesanteur de l'air par le baromètre, II, 179. — Effets de la pesanteur de l'air sur la végétation, II, 180. — Explication des mouvements de l'air, II, 181. — Courants tropical et polaire, II, 182 à 184. — Courant topique, II, 184. — Courants supérieurs, II, 184, 185. — Marche et caractères des vents, II, 187 à 195. — Détermination de la direction moyenne des vents, II, 195 à 199. — Effets des vents sur la végétation, II, 199 à 205. — Direction générale des vents; distribution selon les saisons; direction selon les heures de la journée; analyse des directions moyennes; force des vents, II, 236 à 252. — Pronostics météorologiques déduits de la transparence de l'atmosphère, II, 385; tirés du baromètre, 386 à 400; tirés du thermomètre et de l'hygromètre, 400 à 405.
- ATTELAGE.** Mode à employer pour les voitures, III, 267. — Attelage des charrues, III, 268. — Avantages et inconvénients du collier et du joug, III, 270 à 274. — Comptabilité des attelages, V, 610.
- ATERRISSEMENT.** Définition, I, 217; VI, 72. — Composition, I, 218. — Formation, I, 218. — Fertilité des terres, I, 219.
- AUBAINE.** Variétés diverses, III, 607.
- AUTOMNE.** Pronostics, II, 408 à 412. — Température des vents à trois heures, II, 192. — Jours de vent et somme des températures, II, 193. — Direction moyenne des vents, II, 243. — Distribution géographique des pluies, II, 265. — Bandes des pluies d'automne et d'été, II, 266. — Répartition géographique des jours de pluie, II, 286. — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour, II, 298. — Explication des crues d'automne, II, 298 à 500.
- AVELINIER.** Culture, IV, 761.
- AVOINE.** Faculté d'épuiser le sol, I, 525. — Propriétés et usages, III, 706 à 708. — Variétés, III, 708. — Parties constituantes, III, 710. — Engrais, III, 711. — Quantité d'engrais puisé par l'avoine, III, 712. — Convenances météorologiques, III, 713. — Mode de culture, III, 715. — Prix de vente et prix de revient, III, 714 à 717. — Emploi comme fourrage vert, IV, 507.
- AZIMUT.** Rapport avec l'échauffement d'un lieu, I, 184.
- AZOTE.** Son importance en agriculture, I, 45. — Méthode de dosage, I, 46 à 51. — Formule pour ramener le volume du gaz à 0° et à la pression de 0^m.76, I, 48. — Méthode de dosage de MM. Warrentrap et Will, I, 50. — Composition des végétaux, I, 121; VI, 34. — Formes sous lesquelles il se trouve dans le sol, I, 122 à 125. — Quantité contenue dans différentes espèces de terres, VI, 93. — Origine des matières azotées contenues dans

le sol, VI, 94. — Cause qui les rend latentes, VI, 96. — Emploi des sels contenant de l'azote comme engrais, I, 517. — Quantités de sels contenant de l'azote qui remplacent le fumier de ferme, I, 517. — Forme sous laquelle on doit employer les sels contenant de l'azote, I, 518. — État du terrain après l'emploi des sels contenant de l'azote, I, 518. — Quantité d'azote fournie par les principaux engrais, I, 645, 685 à 685. — Mode d'action des engrais végétaux et animaux, I, 125. — Rôle de l'azote dans l'alimentation des plantes, I, 481, 500; II, 51. — Mode d'absorption par les plantes, I, 121; VI, 55 à 59. — Mode d'absorption par les végétaux de l'azote contenu dans l'air, VI, 68. — Source de l'azote absorbé par les plantes, VI, 595. — Combinaison directe avec l'oxygène de l'air, VI, 595. — Prix du kilogramme d'azote fourni par les différents engrais et les aliments. Voyez *Engrais et Aliments*. AZOTIQUE (ACIDE). Voyez *N. trique (Acide)*.

B

BAIL. Circonstances dont il faut tenir compte dans la conclusion d'un bail, I, 558. — Manière de contracter le fermage, V, 505 à 517.

BAROMÈTRE. Mesure de la pesanteur de l'air, II, 179. — Détermination de l'altitude des lieux, II, 180. — Influence du vent sur les observations barométriques, II, 194. — Pronostics météorologiques déduits des observations barométriques, II, 585 à 589. — Influence de la hauteur barométrique sur les vents, II, 589. — Tableau de la hauteur moyenne pendant le règne des différents vents, II, 591. — Tableau des probabilités du vent qui régnera pour chaque hauteur barométrique, II, 595. — Influence de l'élévation de la colonne sur la chute de la pluie, II, 594. — Observations du rapport entre la hauteur barométrique et les pluies, à Montmorency, à Orange et à Genève, II, 594 à 596. — Pronostics tirés des marées barométriques diurnes, II, 598 à 400. — Pronostics du caractère des saisons tirés de la hauteur du baromètre, II, 403. — Hauteur barométrique pour chaque position de la Lune, II, 419 à 422. — Analogie des courbes représentant la marche du baromètre pour Paris et Carlsruhe, II, 422. — Influence de la lune sur la pression barométrique, II, 420, 424 à 426.

BÂTIMENTS RURAUX. Leur valeur locative doit-elle entrer dans les produits d'un domaine? I, 545. — Salubrité de l'emplacement, II, 454, 455. — Humidité du sol, II, 456. — Choix de l'exposition, II, 456. — Élévation au-dessus du sol, II, 458. — Plantations d'arbres, II, 458. — Influence de la configuration du domaine et des prix de transport sur le choix de l'emplacement, II, 459 à 463. — Nécessité de tenir compte des chemins d'exploitation dans le choix de l'emplacement, II, 464. — Proximité des cours d'eau et forage des puits, II, 464. — Résumé des conditions qui doivent guider dans le choix d'un emplacement, II, 465. — Aménagement des bâtiments existants, II, 466. — Dispositions à adopter dans la construction, II, 468. — Proportion des bâtiments et des cours, II, 468 à 472. — Emplacement et distribution des bâtiments d'habitation, II, 472, 475; des bâtiments d'exploitation, 474 à 476. — Importance de la symétrie et des rapports de grandeur des différents bâtiments, II, 476. — Dispositions et capacité à donner aux logements du propriétaire et du fermier, II, 477. — Écuries, II, 479 à 482. — Étables à vaches, II, 482 à 485. — Pêrgeries, II, 485 à 487. — Loges à porcs, II, 487. — Poulailleurs, hangars, II, 488. — Granges, II, 489 à 492. — Greniers à fourrages, II, 495 à 495. — Bâtiments propres à l'éducation des vers à soie, II, 495 à 497. — Celliers, cuves vinaire, II, 497 à 500. — Trous à fumier, II, 500 à 502. — Abreuvoirs, II, 502 à 504. — Greniers à blé, II, 504 à 506. — Matériaux de construction, II, 507. — Moellons et pierres à lâtir, II, 507 à 511. — Pierres de taille, II, 511 à 515. — Briques, II, 515 à 515. — Mortier, II, 515 à 521. — Béton, II, 522. — Plâtre, II, 525. — Pisé, II, 524 à 527. — Bois, II, 527 à 529. — Fer, torcheis, II, 529. — Choix des fondations, II, 550. — Importance des fouilles, II, 551. — Précautions à prendre dans les terrains compressibles, II, 552. — Solidification et empâtement du terrain, II, 552. — Emploi du béton hydraulique pour les fondations dans l'eau, II, 552. — Emploi de plates-formes, de caissons, II, 555. — Choix de la saison pour l'établissement des maçonneries, II, 554. — Fondations, II, 554. — Soins à prendre dans l'élévation des fondations, II, 554. — Établissement des murs, des portes, des planchers, II, 555. — Épaisseur et résistance des murs, II, 555. — Établis-

- sement des cheminées et fosses d'aissances, II, 536. — Établissement des murs en pisé, II, 556 à 540. — Charpentés, II, 540 à 555. — Carrelages, II, 555. — Couvertures, II, 555. — Constructions hydrauliques, II, 557. — Constructions et améliorations des chemins d'exploitation, II, 560 à 568.
- BATTAGE.** Moyen employé chez les anciens pour détacher les grains de la paille, III, 222. — Fléau, III, 224. — L'épiquage, III, 224 à 226. — Machines à battre, III, 226 à 235. — Rouleaux, III, 237 à 245. — Comparaisons des prix des différents modes d'égrenage du blé, III, 245.
- BÊCHE.** Emploi pour déterminer la ténacité des terrains, III, 108, VI, 312. — Travail comparé à celui du coutre, III, 109. — Perfection du travail de la bêche, III, 185. — Variétés de bêches, III, 186 à 188. — Emploi, III, 192. — Détermination du travail mécanique obtenu avec la bêche, III, 194 à 198. — Forme et dimension à adopter, III, 198 à 200.
- BÉLIER HYDRAULIQUE.** Description, III, 285. — Travail produit, III, 286.
- BERGAMOTIER.** Variété de l'Oranger, IV, 520.
- BERGERIES.** Dimensions à adopter, II, 485. — Dimensions des crèches, II, 486. — Hauteur, II, 486.
- BÉTAIL.** Valeur du cheptel relativement au capital d'exploitation, I, 563. — Prix des fourrages appliqués à la production de la viande et du lait, IV, 565 à 569. — Nombre de têtes nécessaires à la conservation des pâturages, IV, 401. — Nombre de têtes entretenues avec le foin par hectare, IV, 411. — Jaturages à la corde, IV, 416. — Détermination des éléments contenus dans le fumier d'après la nourriture des animaux, V, 71 à 76. — Transhumance, V, 166. — Cheptel vivant, V, 556. — Calcul du nombre des animaux à employer sur un domaine, V, 556. — État des journées des bêtes de travail pendant une année, V, 557 à 562. — Choix de l'espèce des bêtes de travail, V, 563 à 569. — Prix de revient des animaux de rente, V, 569 à 575. — Récapitulation du capital de cheptel, V, 578. — Nourriture des bêtes de travail, V, 598 à 610; des bêtes de rente, 610. — Ration d'entretien et ration du travail, V, 601. — Taux de l'amortissement formant la prime d'assurance, V, 616. — Achat de bétail, V, 556. — Surveillance de la nourriture des animaux, V, 563 à 565. — Comptabilité des attelages, V, 610; des animaux de rente, V, 611.
- BÉTON.** Emploi, II, 522. — Composition, II, 522. — Proportions à employer, II, 522. — Fabrication, II, 523. — Emploi du béton hydraulique pour les fondations dans l'eau, II, 532; pour la construction des réservoirs, II, 538.
- BETTERAVES.** Éléments constitutifs des cendres, I, 89. — Valeur des pulpes comme engrais, I, 579. — Rapport du fumier à la récolte des betteraves dans les terres fraîches, I, 655; dans les terres sèches, I, 670. — Avantages de la culture, IV, 76 à 80. — Variétés, IV, 80. — Composition, IV, 81. — Mode de végétation, IV, 82 à 85. — Terres propres à la culture, IV, 85. — Engrais, IV, 86 à 88. — Semis, IV, 88. — Distance des plants, IV, 89. — Culture, IV, 89 à 91. — Transplantation, IV, 91 à 95. — Transplantation hâtive, méthode Kochlin, IV, 93. — Effeuilage, IV, 94 à 96. — Récolte, IV, 96. — Prix de vente et prix de revient, IV, 97 à 100. — Valeur nutritive de la pulpe, IV, 97.
- BIGARADIER.** Variété de l'oranger, IV, 520.
- BILLONS.** Définition, III, 589. — Avantages et inconvénients de la culture en billons, III, 592 à 594.
- BINETTE.** Emploi, III, 204. — Appréciation du travail, III, 204.
- BLÉ.** Composition de la paille, I, 62; III, 626; VI, 204. — Éléments constitutifs des cendres, I, 89 à 99. — Richesse des chaumes en azote, I, 566. — Farine et principe ternaire et quaternaire contenus dans le grain, III, 629 à 635; VI, 204. — Poids du froment, III, 627 à 629. — Origine du froment, III, 599 à 601. — Variétés: grains tendres et grains durs, touzelle, seissette, poulard, aubaine, blé de Pologne, III, 601 à 608. — Parties constituantes, III, 624 à 627. — Rendement, III, 653 à 656. — Faculté d'épuiser le sol, I, 525. — Quantité de semence à employer d'après la dose de fumier, I, 514 à 517. — Mode de végétation, III, 608 à 616. — Convenances météorologiques, III, 616 à 624. — Nature du sol propre au froment, III, 656 à 659. — Qualité des engrais propres au froment, III, 659 à 642. — Quantité d'engrais qu'il absorbe, III, 642 à 646. — Sympathies et antipathies du froment, III, 646. — Choix entre les différentes variétés, III, 647 à 651. — Circonstances qui favorisent la culture du froment, III, 651 à 655. — Culture du blé de printemps, III, 655. — Blé sur jachère, III, 655; sur défrichement, 654 à 656; sur récoltes jacières, 656; en touffes, 657; en li-

- gnes, 638; avec irrigation, 639 à 601. — Maladies du blé, III, 661 à 664. — Culture dans les terres fraîches des bords de la Purance, I, 651. — Rapport de l'engrais à la récolte de blé, I, 652. — Valeur du fumier employé à la culture du blé dans les terres fraîches, I, 652 à 655; dans les terres sèches, 669. — Prix de revient du froment, III, 665 à 668. — Compte d'une culture de froment, V, 606 à 608. — Construction et aménagement des greniers, II, 504 à 506. — Plautoir à deux anses, III, 105. — Météil, III, 717 à 719.
- Bœuf.** Valeur du bœuf comme animal de trait, III, 89. — Évaluation du travail mécanique, III, 89; VI, 558; — Taille et vitesse de la marche, III, 89. — Travail comparé à celui des chevaux, III, 90. — Travaux qui lui conviennent le mieux, III, 90, 96. — Résistance à la fatigue, III, 91. — Influence de la nature des fourrages sur la préférence à donner au bœuf ou au cheval, III, 92. — Conduite des bœufs, III, 95. — Prix de revient du travail, III, 94 à 96. — Valeur de la force comparée à celle de la vache, III, 98. — Avantages et inconvénients de l'attelage au collier et au joug, III, 270 à 274. — Dépense annuelle des animaux de travail, V, 564. — Travail annuel, V, 566. — Répartition des travaux selon les saisons, V, 528. — Quantité de fumier produite et composition du fumier, VI, 155. — Valeur du fumier, I, 679. — Prix de production du kilogramme de viande, IV, 565 à 569.
- Bois.** Influence de l'époque lunaire sur la coupe, II, 458 à 445. — Pans de bois et colombages, II, 527. — Importance du choix des bois pour les constructions, II, 527. — Choix des essences à employer, II, 528. — Voyez *Charpentes*.
- BORDURES.** Avantages et inconvénients, III, 515.
- BORGEONS.** Emploi comme semence pour la reproduction des plantes, III, 485.
- BOUTÉE.** Définition, III, 538. — Choix des borgeons, III, 539. — Préparation du terrain, III, 539. — Profondeur de la plantation, III, 540.
- BREMS.** Voyez *Moutons*.
- BRIQUES.** Composition, II, 515. — Qualité, II, 515. — Briques réfractaires, II, 515. — Caractères auxquels on reconnaît leurs qualités, II, 514. — Résistance à l'écrasement et solidité des constructions, II, 514.
- BRUIE.** Instrument pour extraire la filasse, IV, 532.
- BROUETTE.** Dimensions, III, 276. — Résistance et maximum de travail, III, 276. — Avantages que présente son emploi, III, 277. — Influence des retours à vide sur le prix de transport, III, 277 à 279, 280. — Prix du transport par les brouettes, III, 280, 281.
- BROUILLARD.** Formation, II, 137 à 139. — Diverses sortes de brouillards, II, 159. — Influence sur la végétation, II, 159; VI, 265. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation des brouillards, II, 586.
- BRUYÈRE.** Emploi des rameaux comme engrais, V, 212.
- BUIS.** Emploi comme engrais, I, 555. — Composition à l'état vert, I, 555.
- BUTTAGÉ.** Définition, III, 558, 561. — But de cette opération, III, 561. — Accroissement des récoltes, III, 562. — Circonstances dans lesquelles on doit opérer les buttages, III, 565.
- BUTTOIR.** Construction, III, 140. — Buttoir de Mathieu de Dombasle et de M. Rozé, III, 141. — Travail mécanique, III, 142. — Résistance de l'outil, III, 145.

C

- CADASTRE.** Emploi des indications du cadastre pour l'estimation des terrains, I, 555 à 559.
- CALCAIRE.** Propriétés de la terre qui provient des roches calcaires, I, 210.
- CALORIE.** Définition, III, 25.
- CALORIQUE.** Voyez *Chaleur*.
- CAMELINE.** Rendement, IV, 151. — Quantité d'huile qu'elle contient, IV, 151. — Semences et culture, IV, 151. — Prix de revient, V, 152. — Valeur des tourteaux, IV, 151.
- CANAUX.** Circonstances à envisager dans la construction des canaux d'irrigation, I, 445. — Utilité d'une canalisation générale, I, 446.
- CAPILLARITÉ.** Définition, VI, 270. — Tableau de la hauteur de l'ascension de l'eau, VI, 272 à 274.
- CAPITAL D'EXPLOITATION.** Intérêts qu'il rapporte, I, 559. — Risques auxquels il est exposé selon les cultures, I, 559 à 564. — Profits du fermier, I, 564 à 566. — Augmentation de la valeur des terres quand les capitaux excèdent les besoins de la culture, I, 419. — Capital représenté par chaque individu, V, 175. — Capitaux indispensables au système des jachères, V, 199 à 202. — Placement des capitaux dans la propriété

- rurale, V, 270 à 280. — Parties constituantes du capital, V, 324 à 328. — Ses divers emplois, V, 332 à 334. — Capital fixe ou foncier, V, 334. — Acquisition du fonds, V, 335 à 338. — Partie du capital de fonds employée à la mise en valeur du domaine, V, 338 à 348. — Capital nécessaire pour obtenir le maximum de produit, V, 346. — Partie consacrée à l'entretien, V, 348. — Partie du capital de rente employée à la défense de la propriété, V, 350 à 354. — Capital de cheptel, V, 355. — Cheptel vivant; bêtes de travail, V, 356 à 363; — animaux de rente, V, 369 à 375. — Cheptel mort, V, 376 à 378. — Récapitulation du capital de cheptel, V, 378. — Détermination du capital nécessaire à l'entretien agricole, V, 459 à 462. — Détermination du système agricole à employer avec des capitaux suffisants, V, 469 à 475. — Choix d'un système agricole d'après le capital disponible, V, 475. — Capital nécessaire à la conversion en prairies, V, 476 à 478; — au système des jachères, V, 479; aux assolements avec prépondérance de produits à vendre et de fourrages consommés, V, 480 à 482; aux systèmes de cultures arbustives, V, 482. — Conservation du capital de fonds, V, 613 à 615.
- CAPITAL CIRCULANT.** Différence avec le cheptel, I, 349. — Il est en rapport avec le genre d'exploitation de la terre, I, 350 à 356. — Difficultés que peuvent présenter ces évaluations, I, 357 à 359. — Fonds de roulement, V, 379. — Partie employée au paiement de la rente, V, 414. — Sa répartition dans l'exploitation rurale, V, 580 à 416. — Résumé des frais à la charge du capital circulant, V, 416 à 421.
- CAPRIER.** Pays de culture, IV, 588. — Variétés, IV, 588. — Influence des gelées, IV, 589. — Choix du terrain, IV, 590. — Plantation, culture, récolte, IV, 590. — Prix de vente et prix de revient, IV, 591.
- CARBONATE DE CHAUX.** Voyez *Chaux*.
- CARBONE.** Transformation dans la fermentation du terreau, I, 107. — Action des engrais azotés sur les terrains dépourvus de carbone, I, 606. — Procédés pour rendre du carbone aux terrains, I, 608. — Hypothèse pour expliquer la formation des houillères, II, 33. — Quantité de carbone fixée par un hectare de forêts, et d'autres cultures, II, 34. — Phénomène opposé à l'assimilation, II, 34.
- CARBONIQUE (ACIDE).** Rôle de l'acide carbonique dans la végétation, I, 479; VI, 29. — Proportion d'acide carbonique contenue dans l'air, II, 52. — Variation de cette proportion pendant le jour et la nuit, et suivant l'altitude, II, 52; suivant les climats, 55. — Consommation de l'acide carbonique par les plantes, VI, 62. — Dissolution de l'acide carbonique par la vapeur d'eau, VI, 64. — Détermination de l'acide carbonique mêlé à l'air confiné dans le sol, VI, 90. — Écoulement de l'acide carbonique dans le sol, VI, 91. — Son absorption par les radicelles, VI, 92.
- CARDÈRE.** Caractères distinctifs, IV, 221. — Circonstances météorologiques qui favorisent son développement, IV, 221. — Terrains propres à la culture, IV, 222. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 223. — Semences, IV, 225 à 225. — Écimage de la tige, IV, 223. — Maturité, IV, 226. — Ravages des mulots et des rats, IV, 223, 226. — Récolte, IV, 226. — Rendement, IV, 227. — Emploi de la graine, IV, 228. — Frais de culture, IV, 228.
- CARIE.** Maladie du blé, III, 664.
- CAROTTES.** Avantages et inconvénients de la culture, IV, 106 à 108. — Sols propres à la culture, IV, 108. — Composition, IV, 108. — Variétés, IV, 108. — Fumure et rendement, IV, 109. — Culture, IV, 110. — Semences, IV, 110. — Récoltes, IV, 111. — Prix de vente et prix de revient, IV, 112.
- CAROUBIER.** Pays de culture, IV, 528. — Emploi, IV, 528. — Limites de culture, IV, 529. — Choix du terrain et culture, IV, 530 à 532. — Rendement, IV, 530. — Coutures et greffe, IV, 531. — Taille, IV, 532. — Récolte, IV, 532. — Attaques du ver, IV, 533. — Prix de vente et prix de revient, IV, 533.
- CARRELAGES.** Mode d'établissement, II, 535.
- CARTHAME.** Emploi pour la teinture, IV, 217. — Terrain propre à la culture, IV, 218. — Température nécessaire, IV, 219. — Culture et récolte, IV, 219. — Rendement, IV, 220. — Quantité d'huile fournie, IV, 220.
- CASÉINE.** — Proportion contenue dans le lait, VI, 24.
- CÉDRATIER.** Variétés de l'oranger, IV, 521.
- CELLIERS.** Dimensions à adopter, II, 498. — Place occupée par les cuves vinaïres, II, 499.
- CELLULOSE.** Quantité contenue dans le blé, III, 630.
- CENDRES.** Leur influence sur les terrains privés de potasse, I, 104. — Composition des cendres de fumier, I, 598. —

- Richesse des cendres en alcalis, I, 614. — Composition en alcalis des cendres de plusieurs plantes, I, 612. — Plantes qui profitent le plus de l'application des cendres, I, 613. — Cendres de houilles et cendres lessivées, I, 615. — Composition des cendres pyriteuses, I, 629 à 651. — Effet des cendres pyriteuses sur la végétation, I, 651. — Différence dans la composition des cendres des végétaux, VI, 28. — Matériaux contenus dans les cendres de l'humus, VI, 88. — Richesse en azote, VI, 168; en acide phosphorique, VI, 169. — Analyse des cendres de végétaux, VI, 572 à 575. — Cendres qui contiennent des phosphates alcalins, VI, 575 à 577; — cendres qui ne contiennent pas de phosphates alcalins, VI, 577 à 580.
- CÉPAGES. Nomenclature des principales variétés cultivées en France, IV, 607 à 616. — Circonstances qui doivent guider dans le choix des espèces à cultiver, IV, 616 à 622.
- CERS. Distance entre les plants de vigne, IV, 655 à 659. — Mode de formation, IV, 661.
- CÉRÉALES. Terres qui leur conviennent, VI, 545 à 548. — Valeur des terres dans la période céréale, I, 405 à 410. — Influence de la puissance d'absorption et de conservation des substances fécondantes par les terres, I, 410. — Relations qui existent entre les pluies et les cultures, II, 271 à 289. — Différence entre les périodes de végétation selon la distribution des pluies, II, 305. — Limite géographique de la culture, d'après M. Schouw, II, 522. — Position de la région en Europe, II, 557. — Circonscription de la région, II, 559. — Caractères météorologiques de la région, II, 560. — Rapport de la pluie à l'évaporation dans la région, II, 560. — Agriculture de la région, II, 565 à 568. — Poids moyen du mètre cube des gerbes, II, 489. — Mode d'établissement et de conservation des gerbes, II, 490. — Construction des granges, II, 491. — Instruments employés pour détacher les grains de la paille, III, 221 à 225. — Fléau, III, 224. — Dépiquage, III, 224 à 226. — Machines à battre, III, 226 à 255. — Ventilateurs, tarares, cribles, rouleaux, III, 253 à 243. — Vitesse du vent qui convient le mieux au criblage et au nettoyage, II, 196. — Comparaison des prix des différents modes d'égrenage du blé, III, 245. — Javelage et mise en moyettes, III, 584 à 586. — Précaution à prendre au moment de la récolte, III, 587 à 590. — Motifs qui les ont fait choisir pour base de la nourriture de l'homme, III, 596 à 599. — Soins de conservation, V, 565. — Rats et charançons, V, 565. — Ensilage, V, 566. — Greniers mobiles, V, 567. — Emploi comme fourrage vert, IV, 506.
- CERISIER. Fabrication des liqueurs avec les fruits, IV, 777. — Plantation et rendement, IV, 777. — Richesse alcoolique du jus de cerises, IV, 777.
- CHAIR. — Emploi comme engrais, I, 519; VI, 159. — Valeur des engrais de chair musculaire, I, 519. — Emploi des engrais de poissons, I, 519. — Prix du kilogramme d'azote contenu dans la chair, I, 519. — Emploi des pains de creton comme engrais, I, 550. — Composition de la chair musculaire et de la chair cuite, VI, 159.
- CHALEUR. Propriétés conduites des terres, I, 161. — Expériences de Schüller, I, 161. — Échauffement des terres par la chaleur lumineuse, I, 162. — Influence de la couleur de la surface du sol sur sa faculté d'échauffement, I, 162 à 165. — Effet de la composition minérale des terrains sur l'échauffement, I, 165. — Influence de l'humidité et de la sécheresse sur l'échauffement des terrains, I, 166. — Diminution de la cohésion des particules de terre par la calcination, I, 185. — Loi de l'échauffement d'une surface, I, 185. — Influence de l'atmosphère sur l'échauffement de la terre, I, 185; II, 49, 226. — Influence de l'inclinaison du soleil sur l'horizon, I, 184. — Chaleur reçue le jour du solstice sur des terrains horizontal et incliné, I, 189 à 191. — Influence de l'exposition des terrains sur l'échauffement, I, 192 à 194. — Moyen d'augmenter la chaleur du soleil, I, 475. — Chaleur intérieure de la terre, II, 47. — Irradiation des étoiles, II, 48. — Irradiation du soleil, II, 49; VI, 254 à 258; 422 à 442. — Inégalités dans la distribution de la chaleur à la surface de la terre, II, 49. — Influence de la température sur les plantes, II, 50. — Influence des nuages sur la transmission de la chaleur solaire, II, 155 à 157. — Refroidissement des nuages occasionné par le rayonnement, II, 143. — Différence d'absorption de la chaleur entre les surfaces cultivées et les surfaces stériles, II, 145. — Répartition de la chaleur et de l'électricité de l'atmosphère, II, 168 à 172. — Répartition de la cha-

- leur moyenne à la surface de la terre ; lignes isothermes, II, 213, 214. — Lignes des hivers d'égale intensité, II, 215 à 217. — Lignes d'étés d'égale chaleur, II, 217 à 219. — Répartition de la chaleur solaire, II, 224 à 228. — Chaleur solaire de l'été, II, 228. — Extinction de la chaleur solaire par l'atmosphère, II, 226. — Calorie, III, 25. — Quantités produites par les différents combustibles employés, III, 25. — Quantité de chaleur utilisée dans les foyers, III, 26. — Poids de combustible à employer pour transformer l'eau en vapeur d'une température déterminée, III, 26. — Diverses sources de calorique pour les plantes, VI, 258. — Moyens d'augmenter la chaleur, VI, 288 à 293 ; de diminuer la chaleur, 293. — Appareil pour déterminer la chaleur solaire reçue par les corps opaques, VI, 429. — Radiation solaire des saisons, VI, 440. — Voyez *Température*.
- CHANVRE.** Pays de culture, IV, 520. — Inconvénients de sa culture, IV, 520. — Choix du terrain qui lui convient, IV, 521. — Hauteur du chanvre, IV, 521. — Composition, IV, 522, 524. — Pertes occasionnées par le rouissage et dans le routoir, IV, 525. — Engrais appliqués au chanvre, I, 668 ; IV, 524 à 526. — Culture, IV, 526 à 529. — Récolte III, 570 ; IV, 529. — Récolte de la graine, IV, 530. — Prix de vente, IV, 530. — Rouissage, IV, 531. — Dessiccation, IV, 532. — Extraction de la filasse, broie, IV, 532. — Emploi comme fumure verte, I, 565. — Richesse de cet engrais en azote, I, 566. — Valeur des eaux de rouissage comme engrais, I, 579.
- CHAPELET HYDRAULIQUE.** Emploi pour élever l'eau, III, 295.
- CHAUX.** Dosage des sels de chaux solubles dans l'eau, I, 52. — Dosage des sels insolubles dans l'eau, I, 57. — Proportion de carbonate contenu dans le sol, I, 66. — Influence sur la végétation des fourrages légumineux et des graminées, I, 66 ; VI, 200 à 204. — Propriétés des terrains calcaires, I, 67, 72. — Divergence des opinions relativement à l'action du principe calcaire dans le sol, I, 68 à 71. — Caractère des terres non calcaires, I, 285. — Rôle de la chaux dans l'alimentation des plantes, I, 484 ; VI, 54. — Détermination de la quantité contenue dans la terre, I, 94, 626 ; VI, 361. — Quantité contenue dans l'eau de pluie, VI, 406. — Engrais convenant aux terres manquant de calcaire, VI, 190 à 192. — Caractères des sables calcaires, I, 284. — Emploi de la chaux à l'état caustique, I, 654. — Action sur les différents terrains, I, 634. — Propriétés des terrains chaulés, I, 636. — Quantité de chaux à employer par hectare, I, 636. — Valeur de la chaux hydraulique, I, 657. — Action de la chaux magnésienne, I, 637. — Mode d'emploi de la chaux, I, 658. — Rôle de l'élément calcaire dans la classification des terrains, I, 270 à 273. — Caractères des terres calcaires, I, 66, 273. — Caractères des terres argilo-calcaires, I, 279. — Formation des terrains argilo-calcaires, I, 279. — Cultures qui conviennent aux terres argilo-calcaires, I, 280. — Terres argilo-calcaires argileuses, I, 280. — Terres argilo-calcaires, calcaires, tenaces, meubles, inconsistantes, I, 280. — Caractères des craies, I, 281. — Influence des craies sur la végétation, I, 281. — Composition des terrains crayeux, I, 282. — Cultures qui conviennent aux terrains crayeux, I, 283. — Craie fraîche et sèche, I, 284.
- CHARANÇONS.** Moyen de destruction, V, 565.
- CHARBON.** Maladie du blé, III, 663 ; du maïs, III, 762.
- CHARBON.** Propriété absorbante pour la préparation des engrais, I, 540 ; V, 535.
- CHAROON A FOULON.** Nom donné à la cardère. Voyez *Cardère*.
- CHARIOT.** Voyez *Charrettes*.
- CHARPENTES.** Choix des essences de bois à employer pour les constructions, II, 527 à 529. — Résistance à la flexion et à la rupture, II, 540, 542. — Établissement des planchers, II, 541. — Inconvénients des bois équarris, II, 542. — Moyen d'apprécier les dimensions d'après la résistance, II, 543. — Limite à laquelle on doit s'arrêter dans l'emploi des poutres au soutènement des planchers, II, 544. — Moyen d'augmenter la résistance des poutres, II, 544. — Assemblage pouvant remplacer les poutres, II, 545. — Disposition des solives, II, 545. — Divers modes de construction des toitures, II, 546 à 551. — Différents modes d'assemblage, II, 547 à 555.
- CHARRETTE.** Dimensions et tirage des roues, III, 244 à 246. — Influence de la largeur des bandes, III, 246 à 248. — Poids total et chargement d'une voiture à deux roues, III, 248. — Prix d'achat et entretien, III, 249. — Prix de transport, III, 250. — Emploi des chariots, III, 250. — Dimensions des roues, III, 251. — Pression supportée par les roues, III, 251. — Prix des chariots, III, 252. — Résultat

- économique, III, 255. — Avantages et désavantages des chariots sur les charrettes, III, 254 à 258. — Tirage des voitures selon la nature du sol, III, 258 à 265. — Tirage dans les pentes et dans les montées, III, 261 à 265. — Nombre de chevaux à atteler selon le chargement, III, 263 à 267. — Différents modes d'attelage, III, 267 à 268. — Influence du retour à vide sur le prix du transport, III, 277 à 279. — Avantages des tombereaux, III, 280. — Prix des transports par les tombereaux, III, 281.
- CHARROIS.** Charrois des engrais, III, 426 à 429.
- CHARRUE.** Construction, III, 143. — Dimensions du coutre, III, 144. — Direction du coutre, III, 145. — Parties constituant du soc, III, 143. — Forme et proportion du versoir relativement aux autres pièces de la charrue, III, 146. — Moyen d'attache des outils qui la composent, III, 146. — Age, étançon, sep, III, 147. — Résistances que présente la charrue, III, 147. — Résultante des résistances et point d'application de cette résultante, III, 147 à 149. — Déplacement de la ligne de tirage, III, 149. — Différentes espèces de régulateurs, III, 150 à 155. — Déperdition de force causée par l'emploi du régulateur pour modifier la largeur du sillon, III, 152. — Application de la force de l'homme aux mancherons, III, 155. — Dimensions des mancherons, III, 154. — Direction de la force appliquée au centre des résistances, III, 154. — Charrue à treuil, III, 155 à 157. — Déperdition de force causée par l'obliquité de la ligne de tirage des animaux, III, 157. — Poids supporté par le cheval, III, 157. — Moyen d'empêcher le mouvement de rotation de la charrue, III, 159. — Emploi des leviers pour lier la charrue à l'avant-train, III, 161. — Emploi des socs accouplés pour régulariser la marche, III, 161. — Tri-oc de Bedford, III, 162. — Inconvénients des polysocs, III, 165. — Polysoc de M. Godéroy, III, 165 à 167. — Augmentation de tirage exigée par l'avant-train, III, 167 à 169. — Dimensions des roues de l'avant-train correspondant au minimum de force, III, 169. — Charrue Guillaume, III, 170. — Vérification expérimentale de la théorie, III, 171 à 175. — But des charrues tourne-oreilles, III, 175. — Construction, III, 176. — Charrue navette de Valcourt; tourne-soc de Rozé; à double soc de Dufour, III, 177. — Travail mécanique des charrues à défoncer, III, 178. — Méthode de pelleversage, III, 179. — Charrue Bonnet, III, 179. — Emploi simultané de deux charrues, III, 179, 181. — Charrues sous-sol, III, 182. — Charrue taupe, III, 182. — Récapitulation générale des conditions de la charrue, III, 184. — Différents modes d'attelage, III, 268, 269. — Exécution des semailles avec l'araire, III, 431. — Emploi pour les travaux des vignes, IV, 665. Voyez *Coutre, Soc, Versoir*.
- CHÂTAIGNES.** Composition, IV, 745. — Rôle des châtaignes dans l'alimentation, IV, 742. — Valeur nutritive, IV, 746. — Dessiccation et blanchissage des châtaignes, IV, 751 à 755. — Prix de vente, IV, 745; de revient, 750, 753.
- CHÂTAIGNIER.** Limites de la culture, IV, 740. — Température nécessaire pour la floraison, IV, 740. — Durée de la vie, IV, 741. — Influence de la culture, IV, 742. — Sol propre à la végétation, IV, 745. — Variétés, IV, 741. — Rendement, IV, 746. — Semailles, IV, 747. — Plantation, IV, 748. — Soins de culture, IV, 748. — Taille, IV, 749. — Emploi du bois comme combustible, IV, 749.
- CHAUME.** Richesse en azote, I, 566. — Emploi pour les toitures, II, 557. — Effet du brûlement des chaumes sur place, VI, 522.
- CHEMINÉES.** Établissement dans les constructions rurales, II, 556.
- CHEMINS.** Voyez *Voies de communication*.
- CHENILLES.** Ravages dans les amandiers, IV, 695; les pruniers, 754.
- CHEPTEL.** Origine, V, 555. — Division du capital, I, 563; V, 555. — Le capital tout entier n'est que du travail appliqué à l'exploitation de la ferme, I, 549. — Différence entre le capital de cheptel et le capital circulant, I, 549. — Clause à observer dans la conclusion d'un bail, V, 515. — Cheptel vivant, V, 556. — Calcul du nombre des animaux à employer, V, 556. — État des journées de travail pendant une année, V, 557 à 565. — Animaux de rente, V, 569 à 575. — Évaluation du cheptel mort, V, 576 à 578. — Récapitulation du capital de cheptel, V, 578. Voyez *Capital*.
- CHEVAL.** Quantité d'air nécessaire à la respiration, II, 479. — Substitution de sa force à celle de l'homme, III, 65. — Utilisation selon sa conformation, III, 67. — Taille et poids ordinaire, III, 67. — Valeur de la force statique, III, 68. — Vitesse moyenne selon les différentes allures, III, 68. — Durée d'action des chevaux, III, 68. — Force du tirage, III, 69. — Valeur du tra-

- vail mécanique, d'après des expériences faites à la charrue, sur une charrrette et avec une noria, III, 70, 74; VI, 535, 537. — Emploi comme animal de bât, III, 74. — Travail des chevaux de bât et des chevaux attelés aux véhicules, III, 72. — Cheval agissant par son propre poids, III, 75. — Qualités recherchées dans les chevaux de trait, III, 74 à 76. — Rapport entre la taille et le prix de vente, III, 75. — Mortalité, III, 76. — Composition de la nourriture, III, 77. — Ration d'entretien, III, 78. — Relation entre le travail et la nourriture, III, 79. — Limites entre lesquelles varie le prix de la nourriture, III, 79 à 81. — Compte des frais généraux exigés par l'entretien du cheval, III, 81. — Prix du travail, III, 82 à 85. — Prix comparé à celui du travail de l'ouvrier, III, 84. — Travail comparé à celui du mulet, III, 85. — Travail comparé à celui des bœufs, III, 90. — Influence de la nature des fourrages sur la préférence à donner au bœuf ou au cheval, III, 92. — Nombre de chevaux nécessaires selon le chargement des véhicules, III, 265 à 267. — Mode d'attelage, III, 267 à 269. — Disposition des harnachements, III, 269. — Prix de la nourriture comparée au prix du fumier, I, 674. — Prix des fourrages appliqués à la nourriture des chevaux, IV, 568. — Prix de production du fumier, I, 680. — Dépense annuelle des animaux de travail, V, 565. — Travail annuel, V, 567. — Composition du lait de jument, VI, 24. — Quantité de fumier produite, poids et richesse du fumier, VI, 151. — Compte de l'entretien des chevaux, VI, 592 à 594. — Prix du kilogramme d'azote du fumier produit, VI, 595. — Voyez *Écuries*.
- CHEVAL-VAPEUR.** Définition, III, 5.
- CHÈVRE.** Composition du lait, VI, 24.
- CHICORÉE.** Extension de la culture, IV, 100. — Introduction en France, IV, 101. — Engrais nécessaires à sa culture, IV, 101. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 103. — Culture, IV, 104. — Récolte et rendement, IV, 105. — Valeur nutritive, IV, 105. — Prix de revient, IV, 106.
- CHIFFONS.** Emploi comme engrais, I, 551. — Économie qui résulte de leur emploi, I, 552. — Prix du kilogramme d'azote qu'ils contiennent, I, 552. — Préparation et composition, VI, 160.
- CUIVRE.** Introduction dans les sciences agricoles, I, 28 à 50. — Son importance en agriculture, I, 37 à 59. — Voyez *Analyse*.
- CHLORURE D'AMMONIAQUE.** Ses effets sur la végétation, I, 514.
- CHLOROPHYLLE.** Composition et action sur les plantes, VI, 55.
- CHLORURES.** Dosages des chlorures, I, 53. — Influence du chlorure de sodium sur la végétation, I, 106; VI, 53.
- CHOUX.** Avantages de la culture, IV, 131. — Choux pommés et non pommés, IV, 132. — Rendement, IV, 135. — Engrais qui leur convient, IV, 135. — Distance entre les plants, IV, 134. — Plantation, IV, 134. — Culture, IV, 135. — Récolte, IV, 135. — Prix de vente et valeur nutritive, IV, 136. — Prix de revient, IV, 157.
- CIDRE.** Valeur comme boisson et richesse alcoolique, IV, 763, 764, 772. — Prix de revient, IV, 774.
- CIMENT.** Composition et usage, II, 557, 559.
- CITERNES.** Dimensions à adopter pour les abreuvoirs, II, 503. — Citernes et matériels hydrauliques, II, 558.
- CITRONNIERS.** Limites de la culture, II, 341.
- CIVIÈRES.** Emploi pour les transports, III, 275, 280.
- CLAP DE LUC.** Excursion agricole au clap de Luc, VI, 547 à 551.
- CLASSIFICATION DES TERRAINS AGRICOLES.** Nécessité d'une nomenclature des terres, I, 245. — Examen des divers systèmes de classification, I, 246. — Classifications fondées sur la composition minérale du sol, I, 247. — Classification d'après Varron, I, 247. — Classification moderne, I, 248. — Méthodes de Monnet, Chaptal, Pontier, Oscar Leclerc, Devèze de Chabriol, I, 248 à 251. — Roches formant des sols très-riches, I, 251; des sols de fécondité moyenne, 251; des sols pauvres, 252; des sols très-maigres, 253. — Classifications fondées sur les propriétés physiques des sols, I, 255. — Classifications d'après les cultures, I, 254. — Classification adoptée en Allemagne, I, 255. — Classification de M. Moll, I, 257. — Terre à luzerne de 1^{re} classe, I, 257. — Terre à trèfle de 1^{re} classe, I, 258. — Terre à luzerne de 2^e classe, I, 258. — Terre à sainfoin de 1^{re} classe, I, 258. — Terre à trèfle de 2^e classe, I, 258. — Terre à luzerne de 3^e classe, I, 258. — Terre à trèfle blanc de 1^{re} classe, I, 259. — Terre à sainfoin de 2^e classe, I, 259. — Terre à trèfle blanc de 2^e classe, I, 259. — Classifications mixtes de la société économique de Berne et d'Arthur Young, I, 260, 261. — Principes de la classification, I, 262 à 264. — Caractères des terres rela-

- tivement à l'agriculture, I, 264 à 266. — Moyen d'apprécier la valeur relative des caractères agricoles, I, 266. — Subordination des caractères, I, 267 à 270. — Classification primordiale des terrains, d'après l'influence de l'élément calcaire ou de l'élément organique, I, 270 à 275. — Substances nécessaires pour la vérification des caractères des terres, I, 275. — Terres calcaires ou magnésiennes, I, 275. — Limon, I, 274 à 279. — Terres argilo-calcaires, argileuses et calcaires, I, 279 à 281. — Craie, I, 281 à 284. — Sables calcaires, I, 284. — Terres non calcaires, I, 285. — Terres siliceuses, I, 285 à 287. — Glaies, I, 287 à 290. — Argiles, I, 290. — Terres à bases organiques, terreaux doux, terreaux acides, I, 290 à 293. — Caractères spécifiques des terres, I, 294. — Terres caillouteuses, graveleuses, ocreuses, ferrugineuses, salifères, I, 295 à 299. — Classification des terres d'après la nature de certains produits, I, 313 à 322. — Procédés de classification de Thier, I, 322 à 326; 331 à 334. — Classification de M. de Woght, I, 326 à 331.
- CLIMAT.** Moyen d'en rechercher la nébulosité, II, 105, 155. — Ce qu'on doit entendre par climat humide, II, 161 à 165. — Insuffisance de l'hygromètre comme moyen d'appréciation, II, 163. — L'évaporation donne la mesure de l'humidité et de la sécheresse, II, 164. — Influence des climats secs et humides sur la végétation, II, 164 à 166. — Influence des vents sur les climats, II, 192, 256. — Division de l'Europe en deux zones de vents, II, 240 à 242. — Influence de la distribution des pluies, II, 252. — Influence du groupement des pluies, II, 301. — Premières tentatives d'établissement des climats agricoles, II, 318. — Observations d'Arthur Young, II, 318. — Limites météorologiques des différentes cultures d'après M. de Humboldt, II, 319. — Limites géographiques de la culture de différentes espèces d'arbres d'après M. Schouw, II, 320, 321. — Influence de la configuration des terrains, II, 323. — Influence des circonstances naturelles, II, 324. — Limites météorologiques des cultures, II, 325 à 327. — Limites économiques, II, 327 à 350. — Limites statistiques, II, 350 à 352. — Limites agricoles, II, 352. — Importance relative des différentes limites, II, 353 à 355. — Détermination des régions agricoles, II, 355 à 358. — Région des oliviers, II, 358 à 349. — Région des vignes, II, 349 à 359. — Région des céréales, II, 359 à 365. — Région des pâturages, II, 365 à 371. — Région des forêts, II, 371. — Distribution et rapports réciproques des différentes régions, II, 371 à 373. — Influence sur le choix des plantes cultivées, V, 422 à 426. — Importance des climats comme éléments de l'entreprise agricole, V, 455.
- CLIMATOLOGIE.** Définition, II, 26, 211. — Régions météorologiques, II, 211. — But de la climatologie, II, 211 à 215.
- CLÔTURES.** Avantages et inconvénients des haies, III, 514 à 518. — Arbrisseaux à employer pour fermer les haies, III, 518.
- COCHENILLE.** Ravages sur le figuier, IV, 584.
- COCONS.** Quantités de feuilles consommées par les vers à soie pour la production d'un kilogramme, IV, 703. — Proportion de soie par 10 kilogrammes, IV, 706. — Composition, IV, 714.
- COHÉSION DES TERRES ARABLES.** Influence sur le travail produit, I, 146. — Sa mesure, I, 146. — Résultat des expériences de Schübler, I, 147. — Influence de la gelée, I, 181 à 183. — Influence de la calcination de la terre, I, 183. — Modification de la cohésion du sol par la marne et le sable, VI, 517; par le colmatage et la calcination des argiles, IV, 518 à 521; par le brûlement des chaumes, VI, 522; par les instruments, VI, 522 à 524; par les défrichements, VI, 524 à 530.
- COLLIER.** Forme et dimension à adopter pour les chevaux, III, 269. — Collier pour les bœufs, III, 270. — Avantages du joug sur le collier, III, 275.
- COLMATAGE.** Son importance comme amendement, I, 471. — Manière de conduire l'opération, I, 472 à 475; VI, 518. — Plus-value apportée aux terrains, VI, 520.
- COLOMBINE.** Composition, I, 551. — Prix du kilogramme d'azote, I, 551. — Mode d'emploi, I, 552.
- COLONISATION.** Rôle qu'elle occupe dans l'économie politique, V, 260. — Mode spécial à chaque peuple, V, 260. — Exemple d'une opération entreprise aux Etats-Unis, V, 262 à 264. — Colonisation en Algérie, V, 265.
- COLORATION DU SOL.** Influence sur la température, VI, 291.
- COLORINE.** Extrait alcoolique de la garance, IV, 253.
- COLZA.** Avantages de sa culture, IV, 141. — Composition du colza, IV, 142. — Sol propre à la culture, IV, 142. — Engrais, IV, 143. — Culture par semis en place,

- IV, 144 à 146. — Transplantation, IV, 146. — Récolte, IV, 147. — Rendement en huile, IV, 148. — Prix de vente et prix de revient, IV, 148. — Valeur et emploi des tourteaux de colza comme engrais, I, 573; leur composition, IV, 142. — Prix du kilogramme d'azote dans les tourteaux, I, 574. — Valeur du fumier appliqué à la culture du colza, I, 666.
- COMPTABILITÉ AGRICOLE. Ouvrages spéciaux sur la comptabilité, V, 577. — Choix d'un comptable, V, 577. — Différence entre la comptabilité agricole et les autres comptabilités, V, 580 à 582. — Établissement de la valeur en numéraire des objets destinés à la vente, V, 582 à 586. — Établissement de la valeur des objets destinés à être consommés dans l'exploitation, V, 586. — Unité dont on doit se servir dans le compte-matière des engrais, V, 588. — Méthode rigoureuse d'appréciation de l'unité de compte des engrais, V, 590 à 592. — Clôture des comptes des cultures relativement à l'engrais, V, 604 à 606. — Ouverture des comptes de culture, V, 606. — Compte d'une culture de froment, V, 606 à 608; des cultures pérennes, V, 608; du sol, V, 609; des attelages, V, 610; du bétail de rente, V, 611. — Frais généraux, V, 611 à 613.
- CONCOMBRE. Emploi et culture, IV, 189.
- CONSTRUCTIONS RURALES. Voyez *Bâtimens ruraux, Matériaux, Maçonnerie*.
- COPROLITES. Richesse en phosphore, VI, 169.
- COQUES. Fabrication pour la teinture au pastel, IV, 292.
- COTON. Valeur des tourteaux comme engrais, I, 574.
- COTONNIER. Pays de production, IV, 247. — Température, IV, 248. — Rendement, IV, 248. — Culture, IV, 249. — Prix de revient, IV, 249.
- COUCHES. Disposition et usage, III, 508.
- COURGES. Avantages de leur culture, IV, 182. — Quantité de chaleur nécessaire, IV, 185. — Valeur nutritive, IV, 185. — Préparation pour la nourriture des animaux, IV, 185. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 184. — Choix du terrain, IV, 185. — Culture, IV, 185 à 187. — Récolte et rendement, IV, 187. — Frais de culture et prix de revient, IV, 188.
- COURS DES FERMES. Proportion à observer dans la construction des bâtimens ruraux, II, 468 à 472.
- COURS D'EAU. Voyez *Fleuves*.
- COUTRE. Description, III, 107. — Résistance opposée à son action, III, 107. — Influence de la longueur sur le tirage, III, 109. — Travail comparé à celui de la bêche, III, 109. — Instruments divers conduits au moyen du coutre, III, 110 à 119. — Dimension et direction dans la charrue, III, 144. — Voyez *Charrue*.
- COUVERTURES. Emploi des ardoises et des tuiles, II, 556. — Emploi des planches et des chaumes, II, 557.
- CRAIE. Propriétés de la terre qui en provient, I, 210. — Caractères, I, 281. — Influence sur la végétation, I, 281. — Composition des terrains crayeux, I, 282. — Ténacité, I, 282. — Amendement des terrains crayeux, I, 282. — Cultures qui leur conviennent, I, 285. — Craie fraîche et sèche, I, 284.
- CRÈCHES. Voyez *Mangeoires*.
- CRÉDIT AGRICOLE. Circonstances qui l'entraînent, V, 328 à 332.
- CRETON. Emploi des pains de creton comme engrais, I, 550.
- CRIBLE. Usage, III, 235.
- CRUES. Explication des crues d'automne, II, 298 à 300.
- CUCURBITACÉES. Avantages de leur culture, IV, 179 à 182.
- CULTURE. Classification des terres, I, 254 à 260. — Valeur du capital circulant et du capital de cheptel, I, 351 à 359. — Estimation du fermage pour les cultures industrielles, I, 536 à 568. — Détermination du degré d'humidité d'une terre d'après ses cultures, I, 587. — Cultures qui conviennent aux terrains secs, I, 589. — Influence de la durée de l'état de sécheresse d'une terre sur les cultures, I, 392. — Influence de l'activité de la culture sur la valeur des terres, I, 415 à 417. — Tentatives d'établissement des climats agricoles, II, 518. — Limites assignées à différentes cultures par Arthur Young et M. de Humboldt, II, 518, 519. — Limites géographiques d'après M. Schouw, II, 520 à 522. — Circonstances qui influent sur la détermination des lignes géographiques, II, 325, 324. — Limites météorologiques, II, 525 à 527. — Limites économiques, II, 327 à 350. — Limites statistiques, II, 330 à 332. — Limites agricoles, II, 332. — Importance relative des différentes limites, II, 333 à 335. — Détermination des régions agricoles, II, 535 à 538. — Région des oliviers, II, 558 à 549. — Région des vignes, II, 549 à 559. — Région des céréales, II, 559 à 565. — Région des pâturages, II, 565 à 571. — Région des forêts, II, 371. — Distribution

et rapports réciproques des différentes limites, II, 371 à 373. — Principales conditions de la culture mécanique, III, 527 à 351. — Culture annuelle, III, 564. — But des cultures, III, 365. — Utilité et convenance de la culture à plat ou en billons, III, 591 à 594. — Culture de Tull, III, 595 à 400. — Culture du major Beat-sou, III, 400 à 402. — Division en douze classes, III, 596. — Lois des assolements dérivant des forces disponibles pour les cultures, V, 88 à 95. — Répartition des travaux entre les saisons, V, 90. — Lois d'assolement dérivant du produit des cultures, V, 95 à 105. — Tableau des produits d'un hectare de terrain soumis à différentes cultures, V, 98. — Lois résultant des avances à faire pour les cultures diverses, V, 105 à 107. — Tableau des avances à faire pour les diverses cultures portées au maximum, V, 108. — De l'ordre dans lequel les diverses cultures doivent se succéder dans les assolements, V, 115 à 122. — Valeur et distribution des différents systèmes, V, 149 à 156. — Modes de travail appliqués à la terre dans la petite et la grande culture, V, 175 à 185. — Système celtique ou alternatif, V, 185 à 189. — Système des étangs, V, 189 à 197. — Système des jachères, V, 197 à 204. — Système des cultures arborescentes, V, 205 à 209. — Système continu avec les engrais extérieurs, V, 209 à 229. — Système d'emprunt, V, 220 à 225. — Système hétéroclitique, V, 225 à 229. — Rapport des divers systèmes de culture avec l'état social, V, 229 à 240. — Détermination du système à adopter, V, 469 à 471. — Délibération sur le système à choisir, V, 484; enquête, V, 485 à 505. — Recherche du système à adopter, V, 505 à 518. — Discussion du système proposé, V, 519. — Projet de règlement d'organisation, V, 520 à 551. — Tableau des cultures qui exigent le plus d'engrais, VI, 122.

CUSCUTE. Moyen de la détruire dans les linnières, IV, 545. — Envahissement des luzernières, IV, 455.

CUVES VINAIRES. Prix, aménagement et dimensions, II, 498 à 500; IV, 679.

CYANOMÈTRE. Usage, II, 166.

D

DÉBOISEMENT Influence sur la diminution des pluies, II, 151. — Influence sur les

crues des fleuves, II, 156. — Effets du déboisement des Alpes, V, 166.

DÉBOUCHÉS. Leur importance comme éléments de l'entreprise agricole, V, 457. — Détermination du système agricole à employer d'après les débouchés, V, 471 à 475.

DÉCLINAISONS lunaires. Définition, II, 418.

DÉFONCEMENTS. Effondrement du sol, III, 557; VI, 524. — Défoncement profond à la bêche, III, 558. — Défoncement profond à la charrue, III, 559 à 541. — Emploi de la méthode de pelleversage dans les défoncements profonds, III, 541 à 545. — Défoncement superficiel des Landes, III, 545 à 546. — Marche à suivre dans les terrains argileux et tenaces, III, 546. — Défoncement superficiel des prairies, III, 547. — Comparaison des différents modes de défrichements, III, 555 à 559. — Nécessité des défoncements périodiques, III, 559 à 565.

DÉFONCEUSE GUBAL, VI, 405.

DÉFRICHEMENT. Recherche de l'opportunité des défrichements, III, 551. — Bénéfices du défrichement d'un bois, III, 551 à 555. — Circonstances dans lesquelles le défrichement est avantageux, III, 555 à 555. — Utilisation des terrains qui ne valent pas la peine d'être défrichés, III, 555. — Les différents modes de défrichement, III, 556; VI, 524 à 550. — Défrichement avec écobuage, III, 548 à 555. — Comparaison des différents modes de défrichement, III, 555 à 559. — Système à adopter pour le défrichement complet, V, 508. — Engrais nécessaire à la fertilisation des terres nouvellement défrichées, III, 565. — Culture du blé sur défrichement, III, 654 à 656. — Entrée en jouissance des terres par le défrichement, V, 257 à 266.

DÉGET. Voyez *Gelée*.

DÉJECTIONS. Voyez *Excréments*.

DÉPIQUAGE DES GRAINS. Mode suivi chez les anciens, III, 222. — Travail produit par les animaux selon les allures, III, 225. — Fléau, III, 224. — Machines à battre, III, 226 à 255. — Rouleau, III, 257 à 245. — Comparaison des prix des différents modes d'égrenage du blé, III, 245.

DESCRIPTION d'un terrain, I, 299. — Exemples de description complète, I, 500 à 504.

DESSÈCHEMENT DES TERRES. Construction de fossés dans les terrains en pente, I, 462. — Moyens à employer quand l'humidité est causée par des filtrations, I, 463. — Cas où le terrain est un bassin fermé,

- I, 464. — Cas où l'humidité est due à un excès d'argile, I, 466. — Efficacité des labours profonds, I, 467. — Voyez *Humidité et Drainage*.
- DESSICCATION.** Aptitude des terres à se sécher, I, 154. — Moyen de l'évaluer, I, 155. — Facultés relatives d'évaporation des terres, I, 155 à 157. — Diminution de volume des terres, I, 157. — Moyen de mesurer la diminution de volume des terres, I, 158.
- DEXTRINE.** Quantité contenue dans le blé, III, 650.
- DIGUES.** Construction propre à l'irrigation, I, 440.
- DILUVIUM.** Distribution, I, 199. — Composition, I, 211 à 213; VI, 71.
- DRAINAGE.** Construction de tranchées pour dessécher le sol, I, 473; V, 359. — Description des procédés de drainage, VI, 305. — Profondeur et distance des drains, VI, 304 à 307. — Direction des tranchées, VI, 307. — Aérage du sol, VI, 307. — Convenance des opérations, VI, 308. — Quantité d'ammoniaque et d'acide nitrique contenue dans les eaux d'écoulement des terres drainées, VI, 98, 307. — Phénomènes qui se produisent dans un flacon rempli de terre humide et muni d'une ouverture, VI, 300.
- FUNES.** Formation, I, 220; VI, 72. — Composition, I, 221. — Fertilité, I, 221 à 224.
- DYNAMOMÈTRE.** Emploi pour la mesure du travail des forces, III, 6.
- E**
- Eau.** Substances qu'elle tient en dissolution, I, 51. — Décomposition de l'eau par les plantes, I, 118. — Quantité absorbée par la végétation, I, 118. — Quantité contenue dans le sol, I, 119. — Son rôle dans l'alimentation des végétaux, I, 119, 480, 485; VI, 261 à 264. — Influence de l'air dissous dans l'eau, I, 120, 437. — Influence des sels dissous, I, 120. — Quantité d'eau nécessaire à l'évaporation des plantes, VI, 67. — Sources d'où provient l'eau nécessaire à la végétation, VI, 73. — Réduction de l'eau en vapeur, II, 108. — Table de la tension de la vapeur d'eau, II, 110. — Détermination de l'état hygrométrique de l'air, II, 111 à 113. — Quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, VI, 65. — Rôle de la vapeur d'eau dans la végétation, VI, 66. — Quantité d'eau enlevée au sol par l'évaporation, I, 118. — Importance agricole de l'évaporation, II, 115. — Détermination de l'évaporation des vases, II, 113 à 119. — Dissolution de l'acide carbonique par la vapeur aqueuse de l'air, VI, 64. — Évaporation comparée de la terre et de l'eau, II, 119 à 125. — Tableau de l'évaporation par régions et par localités, II, 314 à 317. — Profondeur du réservoir inférieur des eaux, I, 252. — Influence de l'état du réservoir inférieur sur la végétation, I, 252 à 254. — Puits artésiens, I, 256. — Moyen de faire communiquer le sol avec le réservoir inférieur des eaux, I, 460 à 462. — Analyse des substances solubles dans l'eau, I, 51 à 54; VI, 36 à 369. — Proportion d'eau contenue dans les différents engrais, I, 683 à 685. — Procédés à suivre dans l'analyse d'un extrait de terre obtenu par l'eau, VI, 359. — Influence du prix d'achat de l'eau sur la valeur des terres, I, 378. — Qualité des eaux propres à l'irrigation, I, 436. — Quantité nécessaire pour l'irrigation, I, 443. — Nombre d'arrosages nécessaires, I, 444. — Moyens d'obtenir l'eau pour l'irrigation : canaux, réservoirs artificiels, puits en étage, puits forés, machines élévatoires, I, 445 à 455. — Prix de revient de l'eau, I, 455 à 458. — Valeur de l'amélioration comparée au prix de revient, I, 458 à 460. — Mesurage de la quantité d'eau fournie par un ruisseau, I, 449. — Emploi de l'eau comme force motrice, III, 15, 304; VI, 331. — Comparaison des frais nécessaires à l'élévation de l'eau au moyen des différentes forces motrices, III, 308. — Travail disponible des cours d'eau, III, 16. — Jaugeage des cours d'eau, III, 16; de l'eau s'écoulant par un orifice, 17 à 19; s'écoulant sur un déversoir, III, 20. — Jaugeage de l'eau dans un canal, III, 20. — Évaluation de la force motrice des cours d'eau, III, 21. — Prix du travail mécanique de l'eau, III, 22 à 24. — Travail et force de la vapeur, III, 25 à 50. — Machines élévatoires, III, 282. — De l'eau à Nîmes, VI, 541 à 543.
- ÉBOURGEONNEMENT.** Voyez *Taille*.
- ÉCHALASSEMENT** des vignes, IV, 671 à 674.
- ÉCIMAGE.** Définition, III, 553. — Effet sur les plantes, III, 553.
- ÉCLAIRS.** Causes qui les produisent, II, 172. — Explication de la succession prolongée d'éclairs et de tonnerre, II, 175.
- ÉCOUVAGE.** Définition, I, 582. — Propriétés qu'il communique au sol, I, 583. — Description de l'opération, III, 348 à 353. — Prix de revient, III, 353 à 355.
- ÉCOUVE.** Emploi de cet instrument, III, 204.

ÉCOPE. Emploi comme machine à élever l'eau, III, 283.

ÉCURIES. Quantité d'air nécessaire à la respiration d'un cheval, II, 479. — Dimensions à donner aux stalles, II, 480. — Dispositions des écuries à un et deux rangs de stalles, II, 480, 481. — Dispositions de la mangeoire et du râtelier II, 481. — Pente du sol; conduit des urines, II, 482.

EFFEUILLAISON. But et effets, III, 551.

EFFONDREMENT. Définition, III, 337; VI, 524. Voyez *Défrichement*.

EFFORT. Définition, III, 4. — Kilogrammètre et cheval-vapeur, III, 5. — Dynamomètre, III, 6.

ÉLECTRICITÉ. Effets de l'état électrique du sol sur la végétation, I, 167. — Mode d'action, I, 168 à 170. — Hypothèse de l'existence de deux fluides électriques, II, 166. — Propriétés des deux fluides, II, 167. — Nature de l'électricité du globe et de l'atmosphère, II, 168. — Répartition progressive de la chaleur et de l'électricité dans l'atmosphère, II, 168. — Électricité des nuages, II, 169. — Hypothèse pour expliquer l'état électrique de l'atmosphère, II, 171. — Causes des orages, II, 171. — Éclairs, tonnerre, II, 172. — Effets de la foudre, II, 172. — Explication de la succession prolongée d'éclairs et de tonnerre, II, 175. — Formation de la grêle, II, 174 à 178. — Paratonnerre, II, 172. — Formation et effets des orages, II, 228 à 256.

ENCLOS des prairies permanentes, IV, 402

ENFANTS. Prix moyen du salaire, III, 61.

ENGRAIN. Variété d'épeautre, III, 676.

ENGRAIS. Définition, VI, 121. — Mode d'action sur les terrains, I, 123. — Mode d'application, VI, 218 à 222. — Portion du capital d'exploitation enfouie dans le sol par les engrais, I, 362. — Nécessité d'augmenter la proportion d'engrais dans les terrains irrigués, I, 379, 381 à 383. — Absorption des engrais par l'argile, I, 64, 390. — Déperdition produite dans les terres inconsistantes, I, 391. — Valeur des terrains d'après leur richesse en engrais, I, 393 à 396. — Moyen de déterminer l'effet produit par les engrais sur les plantes, I, 492 à 496. — Détermination des éléments de fertilité qui manquent aux terrains, I, 497. — Engrais qui conviennent aux terres manquant d'humidité, VI, 188; manquant de terreau, 189; de substances albuminoïdes, 189 à 191; de calcaire, 191; d'alcalis solubles, 192 à 194; de phosphates, 194 à

196; de sulfates, 196 — Engrais spéciaux des plantes, VI, 198 à 209. — Considérations sur les différents éléments des engrais, I, 499 à 502. — Engrais contenant de l'azote, I, 505. — Matières servant d'engrais, VI, 146 à 149. — Classification des engrais, VI, 149. — Produits chimiques, VI, 166. — Nitrates, I, 507 à 512. — Sels ammoniacaux, I, 512 à 517. — Emploi des sels azotés, I, 517. — Chair musculaire, I, 519; VI, 159. — Poissons, I, 519; VI, 159. — Sang, I, 520; VI, 158. — Noir de raffinerie, I, 521 à 523. — Os, 525 à 530. — Pains de creton, I, 550. — Suint, I, 531. — Chiffons, I, 551 à 555; VI, 159. — Urine, I, 553. — Excréments, I, 534 à 540. — Engrais désinfectés, I, 540. — Poudrette, VI, 156. — Excréments des bêtes à laine, I, 541 à 545. — Guano, I, 545 à 551; VI, 153. — Colombine, I, 551. — Excréments de poissons, I, 552. — Excréments des insectes, I, 552. — Substances végétales, I, 555. — Emploi et effet des engrais verts, VI, 160 à 163. — Tableau et composition des principaux engrais employés à l'état vert, VI, 163. — Végétaux transportés pour être enfouis, I, 555. — Jeunes pousses de pins, I, 554; V, 212. — Buis, I, 555. — Rosceaux, I, 555; V, 213. — Sarments, I, 556. — Feuilles, bruyères, fougères, V, 212. — Geômon, I, 557; V, 214. — Fourrages, I, 558. — Engrais verts cultivés sur place, I, 558 à 567. — Appréciation de l'emploi des engrais verts, I, 567 à 570; VI, 160 à 163. — Composition des principales matières végétales mortes employées comme engrais, VI, 163. — Merl, trez, tangués, chaux hydratée, marne, VI, 167. — Gypse, cendres pyriteuses, cendres lessivées, coprolithe, VI, 168. — Cendres non lessivées, feldspath, VI, 169. — Terreau, I, 570. — Tourbe, I, 570 à 572. — Marcs, tourteaux, pulpes, tan, I, 572 à 580. — Produits de la combustion des végétaux, I, 580 à 582. — Substances minérales azotées, I, 585 à 588. — Engrais composés, I, 588 à 590. — Préparation du fumier, I, 590 à 592. — Fermentation du fumier, I, 592 à 597. — Qualité et valeur des fumiers, I, 597 à 600. — Effets des engrais employés en couverture, VI, 221. — Préparation des engrais liquides, I, 600. — Lizier suisse, purin, VI, 157. — Rapport de la quantité d'engrais produite à la quantité employée en France, VI, 157. — Valeur des engrais liquides, I, 602. — Invention d'un moyen de trans-

port souterrain imaginé en Angleterre pour l'engrais liquide, VI, 581 à 583. — Frais d'une irrigation avec l'engrais liquide, VI, 586. — Avantages et inconvénients des engrais liquides, I, 602. — Définition de l'engrais flamand, I, 602. — Composition de l'engrais flamand, I, 603; VI, 156. — Effets de l'engrais flamand, I, 603. — Préparation de l'engrais: Jauffret, I, 604 à 606; VI, 184. — Valeur commerciale des engrais, I, 642. — Disproportion entre la valeur de l'azote des engrais et celle des autres éléments de l'alimentation végétale, I, 642. — Prix d'achat des principaux engrais, quantité d'azote qu'ils fournissent, et prix du kilogramme d'azote, I, 643; VI, 223 à 232. — Prix de transport des engrais, I, 644; III, 426 à 429. — Choix des engrais suivant leur destination, I, 645. — Nécessité des engrais spéciaux dans la culture de la garance, VI, 417 à 422. — Résultats produits par les engrais suivant les différentes cultures, I, 647. — Tableau des cultures les plus exigeantes, VI, 122. — Quantité d'engrais suffisante pour obtenir à volonté une récolte quelconque, VI, 122. — Engrais absolus, engrais complémentaires, engrais complets, VI, 122 à 125. — Influence de la nature du sol sur la valeur des engrais, VI, 151 à 154. — Établissement du prix de revient des engrais, I, 647 à 650. — Table des engrais dans l'ordre de leur richesse à l'état sec, I, 683 à 685. — Circonstances à considérer dans le choix des engrais, I, 686 à 688. — Meilleure manière de placer les engrais par rapport aux plantes, III, 450 à 453. — Tableau de la consommation des engrais et de la restitution qu'en font les plantes, V, 83, 84. — Aliquote d'engrais consommé par les plantes fourragères, V, 85 à 88. — Tableau des quantités d'engrais à fournir au sol, des quantités restantes et des quantités consommées par les cultures, V, 117; VI, 125, 126 à 131. — Détermination scientifique de la qualité des engrais à donner à la terre, III, 405 à 407. — Méthode empirique pour faire cette détermination, III, 407. — Détermination de la quantité à donner au sol, III, 408 à 413; VI, 126 à 131. — Moyens de déterminer la quantité qui reste dans le sol après chaque culture, III, 414 à 418. — Intervalle entre les fumures, III, 418 à 421. — Manière de répartir un engrais insuffisant, III, 421 à 424. — Influence de l'état des engrais à l'époque de leur emploi, III, 424 à 426. —

Influence de la fermentation et du mode de culture sur la durée d'action des engrais, VI, 210 à 213. — Divers modes de production des engrais, V, 209 à 213. — Avantages de l'achat des engrais extérieurs, V, 220 à 223. — Avantages et prix de revient de la fabrication des engrais, V, 223 à 229. — Entretien de la fertilité de la terre par les engrais, V, 412. — Évaluation de la quantité d'engrais nécessaire à l'entreprise agricole, V, 466 à 468. — Conservation et distribution des engrais, V, 555 à 559. — Comptabilité des engrais, V, 587. — Unité dont on doit se servir dans le compte-matières des engrais, V, 588. — Méthode rigoureuse d'appréciation de l'unité de compte, V, 590 à 592. — Méthodes approchées pour apprécier la valeur des engrais, V, 592 à 604. — Clôture des comptes de culture relativement à l'engrais, V, 604 à 606.

ENSEIGNEMENT AGRICOLE. Fondation de l'Institut agronomique, VI, 8. — Enseignement technique et scientifique, VI, 10.

ENTREPRISE AGRICOLE. Voyez *Exploitation*.

ÉPEAUTRE. Définition, III, 669. — Propriété du grand épeautre, III, 669. — Variétés, III, 670. — Mode de végétation, III, 671. — Proportion de la paille et du grain, III, 671 à 675. — Rendement, III, 673 à 675. — Mode de culture, III, 675. — Valeur, III, 675. — Valeur et variétés du petit épeautre, III, 676.

ÉPIERREMENT. Circonstances dans lesquelles on le pratique, I, 469. — Époque où il convient de le faire, I, 470.

ÉPUISEMENT DU SOL. Loi des assolements, V, 67 à 84.

ERGOT. Maladie du blé, III, 664; du seigle, III, 689; du maïs, III, 762.

ESCORGEON. Variétés de l'orge, III, 693.

ESPADON. Machine à teiller le lin, IV, 347.

ESPARCETTE. Voyez *Sainfoin*.

ESTIMATION DES TERRES. Estimation en bloc, I, 335 à 339. — Estimation parcellaire, I, 339 à 341. — Estimation détaillée par les récoltes et les frais, I, 341 à 366. — Terres arrosées, I, 375 à 385. — Terres fraîches, I, 383 à 388. — Terrains secs, I, 388 à 399. — Terres sèches en été et humides en hiver, I, 399 à 401. — Terres humides, I, 401. — Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité, I, 402 à 404. — Valeur des sols selon leur profondeur, I, 404. — Valeur des terres dans la période céréale, I, 405 à 410. — Valeur des terres dans les périodes commerciale et jardinière, I, 410 à 415. — Circonstances qui affectent la valeur

- des terres : activité de la culture ; richesse locale ; richesse de la population agricole ; influence de la population ; distances des marchés et voies de communication, I, 413 à 429. — Circonstances qui affectent les produits de la valeur des terres, I, 429 à 452.
- ÉTABLES.** Aménagement des étables en Suisse, I, 601. — Dimensions à adopter, II, 482. — Hauteur des planchers, II, 485. — Conduits des urines, II, 484. — Dispositions à adopter quand la nourriture est jetée d'en haut ou apportée du dehors, II, 484. — Place des veaux, II, 485. — Pavage en maçonnerie hydraulique, II, 558. — Voyez *Litière*.
- ÉTANÇON.** Définition III, 147.
- ÉTRANGS.** Système de culture alternatif, V, 189 à 197.
- ÉTÉ.** Définition des lignes isothermes, II, 217. — Position des lignes isothermes, relativement aux lignes isothermes et isochimères, II, 218. — Influence de l'humidité et de la chaleur de l'été sur la végétation, II, 219. — Jours éclairés par le Soleil, II, 225. — Quantité de chaleur transmise par le Soleil, II, 224. — Moyenne solaire des jours clairs, II, 225. — Chaleur solaire de l'été, II, 228. — Température des vents à 3 heures, en été, II, 192. — Jours de vent et somme des températures en été, II, 195. — Direction moyenne des vents en été, II, 245. — Distribution géographique des pluies d'été, II, 265. — Bandes des pluies d'automne et d'été, II, 266. — Action des pluies d'été sur la végétation, II, 273. — Répartition géographique des jours de pluie en été, II, 286. — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour, en été, II, 298. — Pronostics du caractère des étés, II, 403 à 407.
- ÉTOILES.** Influence de l'irradiation des étoiles sur la chaleur de la Terre, II, 48.
- ÉTRÉPAGE.** Description, V, 214. — Avantages et inconvénients de ce mode d'exploitation, V, 215 à 220.
- ÉTUDES AGRICOLES.** Tableau des études agricoles, I, 25.
- ÉVAPORATION** de l'eau, II, 108 ; — dans le vide et dans l'air, II, 109. — Importance de la connaissance de l'évaporation au point de vue agricole, II, 113. — Loi de l'évaporation dans les vases, II, 114. — Formule pour calculer l'évaporation dans un vase, II, 114. — Influence du vent sur la recherche de l'évaporation, II, 115 à 117. — Influence des vents sur l'évaporation du sol, II, 194, 203, 314. — Influence des nuages sur l'évaporation, II, 117 à 119. — Explication des différences constatées entre l'évaporation des temps nuageux et serains, II, 170. — Influence de l'évaporation sur la température des terres, VI, 290. — Effets de l'évaporation des terres, II, 119. — Sa détermination pour des terres de nature différente, I, 154 à 157. — Influence des labours sur l'évaporation des terres, I, 585. — Expériences faites pour constater les rapports de l'eau absorbée par la filtration et perdue par l'évaporation, VI, 76. — Evaporation comparée de l'eau et de la terre, II, 120 à 122. — Influence de l'évaporation sur la formation de la rosée et de la gelée blanche, II, 123 à 129 ; sur la formation des nuages, II, 129 à 157, 141 à 146 ; sur la formation des brouillards, II, 157 à 140. — Détermination du degré d'humidité ou de sécheresse d'un climat, II, 164. — Evaporation des marais salants, II, 514. — Evaporation par régions, II, 515. — Evaporation des plantes, VI, 76. — Tableau de l'évaporation par mois et par année des principales villes d'Europe, II, 516, 517.
- EXCRÈMENTS.** Valeur et usage de l'urine, I, 553. — Guano, I, 543 à 551. — Colombine, I, 551. — Excréments de poissons et d'insectes, I, 552. — Valeur des excréments comme engrais, I, 534 ; VI, 150. — Rapport entre l'azote consommé et l'azote excrété par les animaux, I, 556 ; expériences comparatives sur le cheval, la vache et le mouton, I, 557. — Préparation des engrais humains, I, 558. — Poudrette, I, 559. — Engrais désinfectés, I, 540. — Propriétés absorbantes du charbon, I, 540. — Composition des engrais désinfectés, I, 541. — Valeur des excréments des bêtes à laine et prix du kilogramme d'azote, I, 541. — Manière d'employer les crottins de brebis, I, 542. — Engrais flamand, I, 602 à 604. — Hypothèse de MM Macaire et de Candolle sur les déjections excrémentielles des plantes, V, 46 à 50.
- EXPLOITATION.** Éléments de l'exploitation agricole, V, 175, 241 à 243. — Frais exigés par les divers modes, V, 177. — Grande et petite culture, V, 178 à 183. — Titres de possession, V, 449. — De la propriété, V, 243 à 246. — Grande et petite propriété, V, 246 à 257. — Entrée en jouissance des terres par le défrichement, V, 257 à 266. — Entrée en jouissance des terres par hérédité,

V, 266 à 270. — Entrée en possession par achat, V, 270 à 280; 335 à 338. — Entrée en jouissance par location; du fermage en général, V, 280 à 303. — Manière de contracter le fermage, V, 305 à 317. — Nature du capital d'exploitation, V, 324 à 328. — Emplois divers du capital agricole, V, 332 à 334. — Capital fixe ou foncier, V, 334. — Partie du capital de fonds employée à la mise en valeur du domaine, V, 338 à 348. — Partie du capital de fonds consacrée à l'entretien, V, 348. — Partie du capital de rente employée à la défense de la propriété rurale, V, 350 à 354. — Ordre de travaux à suivre dans l'amélioration d'un domaine rural, V, 268. — Eléments de l'organisation de l'entreprise agricole, V, 448. — De la valeur du travail produit sur un domaine, I, 349. — Capital de cheptel, I, 349. — Valeur du capital circulant et du capital de cheptel dans diverses conditions de culture, I, 351 à 359. — De l'intérêt du capital d'exploitation, I, 359 à 364. — Evaluation du fermage des exploitations à cultures industrielles, I, 366 à 368. — Estimation d'une ferme soumise à la jachère, I, 368 à 372. — Influence sur l'entreprise agricole de la surface du terrain, V, 450; de sa stratification, V, 451; de sa composition minéralogique et chimique, V, 451. — Propriétés culturales du sol, V, 452. — Climats, V, 453. — Fertilité du sol, V, 454 à 457. — Débouchés, V, 457. — Communications, V, 458. — Détermination du capital nécessaire à l'entreprise agricole, V, 459 à 462. — Travail des forces mécaniques, V, 462 à 466. — Détermination des éléments nutritifs des plantes, V, 466 à 468. — Détermination du système de culture à employer, V, 469 à 471. — Capital suffisant, sol mauvais, débouchés difficiles, V, 471 à 473. — Capital suffisant, sol mauvais, bons débouchés, V, 473. — Capital suffisant, bon sol, débouchés difficiles, V, 474. — Capital suffisant, sol bon, bons débouchés, V, 475. — Choix d'un système agricole d'après le capital disponible, V, 475. — Capital pour la conversion en prairies et leur exploitation, V, 476 à 478. — Assolements avec prépondérance de produits à vendre, V, 480. — Assolements avec prédominance des fourrages consommés, V, 481. — Cultures arborescentes, V, 482. — Projet de règlement d'organisation, V, 520 à 531. — Entrée en jouissance, V, 532 à 534. — Etat des lieux, V, 534. — In-

stallation du local, V, 535. — Choix des agents divers, V, 536. — Règlement de service, V, 540 à 543. — Fonctions du directeur, V, 543 à 546. — Distribution des travaux entre les différentes saisons de l'année, V, 546 à 553. Surveillance de la nourriture des hommes, V, 559 à 563; de la nourriture des animaux, 563 à 565. — Conservation du capital de fonds, V, 615 à 618. — Rôle du propriétaire exploitant par lui-même, V, 623 à 627.

EXTIRPATEUR. Construction, III, 124. — Extirpateur de Roville, de Grignon, de Hayvard, de Wilkie, III, 124, 125. — Usage des extirpateurs, III, 125. — Travail mécanique, III, 126. — Règlement de l'instrument, III, 128. — Houe à cheval, III, 126 à 128.

F

FARINE. Proportion contenue dans le blé, III, 629. — Composition, III, 630.

FAROUCHE. Voyez *Trèfle incarnat*.

FAUCHAGE. Céréales, III, 572, 574. — Prairies, III, 573. — Prix du fauchage des prairies naturelles et artificielles, III, 200. — Nécessités de faucher court ou de faucher haut, III, 574. — Époques et fréquence des coupes de prairies, IV, 406.

FAUCILLES. Forme, III, 218. — Emploi, III, 220. — Sape, III, 220, 573. — Emploi pour le sciage des tiges, III, 574.

FAUX. Forme, III, 218. — Quantité de travail produit, III, 219. — Sape, III, 220, 573. — Emploi pour le sciage des tiges, III, 574.

FÉCONDITÉ. Puissance et richesse des sols, I, 326.

FÉCULE. Quantité contenue dans la pomme de terre, IV, 10, 14; dans la patate, IV, 58; dans l'orge, 697.

FELDSPATH. Propriétés physiques et action sur le sol, I, 62. — Propriétés de la terre qui en provient, I, 205. — Composition, VI, 169.

FEMMES. Valeur de la force musculaire des femmes suivant l'âge, III, 39. — Prix de la journée, III, 58. — Rôle de la femme de ménage, V, 386. — Du rôle des femmes dans la profession agricole, V, 444 à 447. — Composition du lait de femme, VI, 24.

FER. Dosage des sels de fer, I, 54 à 57. — Proportion d'oxyde de fer contenu dans les terres, I, 91. — Action exercée par l'oxyde de fer sur la végétation, I, 92. — Principales propriétés des oxydes, I, 92. — Formation de l'ammoniac dans

- l'oxydation, I, 92. — Effets combinés du sulfate de fer et du charbon sur les terrains, I, 94. — Terres ocreuses, ferrugineuses, I, 296. — Usage du sulfate de fer en agriculture, I, 652. — Effets du sulfate de fer sur la végétation, I, 94, 632; VI, 55. — Mode d'action du sulfate de fer, I, 635. — Choix de la qualité de fer propre aux constructions, II, 529.
- FERMAGE.** Évaluation pour les cultures industrielles I, 366 à 368. — Estimation pour une ferme soumise à la jachère, I, 368 à 372. — Système d'Adam Smith, V, 281 à 285, 287 à 292, — de Say, 284, 292 à 294; — de Ricardo, 286, 294 à 296. — Nouvelle théorie du fermage, V, 296 à 500. — Valeur de la rente, V, 500 à 505. — Circonstances à prendre en considération et manière de contracter le fermage, V, 503 à 517. — Rôle du propriétaire de biens affermés, V, 615 à 621.
- FERME.** Voyez *Exploitation*.
- FERMENTATION.** Définition, VI, 82. — Putréfaction, VI, 85. — Température nécessaire à la fermentation du terreau, VI, 81. — Humidité, VI, 85. — Effets que la fermentation produit sur les fumiers, I, 592 à 595.
- FERMIER.** Profits comparés à ceux des ouvriers, I, 548. — Distribution des dépenses, I, 548. — Capital circulant et capital de cheptel, I, 549 à 551. — Profits relativement au capital d'exploitation, I, 564 à 566. — Disposition du logement du fermier, II, 478.
- FEUILLES.** Valeur comme engrais, I, 566. — Richesse en azote et action sur le sol des forêts, V, 212. — Effeuilaison, III, 551.
- FÈVES.** Éléments constitutifs des cendres, I, 89, 99. — Emploi comme engrais, I, 562. — Sols propres à la culture, III, 779. — Composition et usage, III, 780. — Avantages de la culture, III, 781. — Mode de culture, III, 782. — Récolte et rendement, III, 782, 785 à 787. — Mode d'alimentation de la plante, III, 785. — Prix de vente et prix de revient, III, 787.
- FIÈVRES.** Génération dans les terrains marécageux, II, 40. — Difficulté d'en trouver la cause, II, 41. — Propagation, II, 42. — Précautions à prendre, II, 46.
- FIGES.** Composition des figes, IV, 570. — Rôle des figes dans l'alimentation des habitants des contrées méridionales, IV, 575. — Figes blanches, colorées, noires, IV, 576 à 578. — Valeur des différentes variétés, IV, 578. — Prix de vente et prix de revient des figes, IV, 585. — Emploi des figes d'Inde dans l'alimentation, IV, 535.
- FIGUIER.** Marche de la végétation suivant la température, IV, 574. — Choix des variétés, IV, 575. — Terrains propres à sa culture, IV, 579. — Mode de végétation, IV, 580. — Engrais, IV, 581. — Boutures, IV, 581. — Plantation, greffe et taille IV, 582. — Travaux de culture après la récolte, IV, 583. — Ravages de la cochenille, IV, 584. — Rendement et dimension des plants, IV, 584.
- FIGUIER D'INDE.** Avantages de la culture, IV, 534. — Pays de culture, IV, 534. — Composition des fruits, IV, 536. — Plantation, IV, 537. — Emploi pour les clôtures, IV, 537.
- FILASSE.** Proportion contenue dans le chanvre, IV, 522. — Extraction, IV, 532. — Prix de revient, IV, 534 à 537. — Rendement du lin, IV, 341, 348.
- FILTRATION.** Marche de l'eau reçue par filtration dans les terrains, VI, 73. — Rapport de l'eau absorbée par la filtration et perdue par l'évaporation, VI, 76.
- FLÉAU.** Emploi pour le battage des grains, III, 223. — Travail développé par le batteur et travail produit, III, 224. — Travail comparé au dépiquage, III, 226.
- FLEURS.** But et effets de l'écimage, III, 535.
- FLEUVES.** Influence du déboisement des montagnes, de l'amélioration des cultures et des irrigations sur les crues des fleuves, II, 456. — Explication des crues d'automne, II, 28 à 500. — Importance de la proximité des cours d'eau pour l'établissement des bâtiments ruraux, II, 464. — Travail et force des eaux courantes. Voyez *Eau*.
- FLORAISON.** Époque météorologique où elle se produit, II, 99 à 101. — Influence de la température, VI, 449.
- FOIN.** Époque de la coupe, III, 575 à 580. — Fanage, III, 580 à 582. — Mise en greniers ou en meules, III, 582 à 584. — Prix des fourrages dans les différentes parties de l'Europe, IV, 564. — Production de la viande, IV, 365. — Production du lait, IV, 367. — Circonstances qui doivent déterminer à faire paître ou à faucher les prairies, IV, 369 à 374. — Circonstances dans lesquelles on doit consacrer le terrain à la production du foin, IV, 374 à 380. — Frais de production du foin, IV, 376. — Qualités des herbes des prairies, IV, 385 à 387. — Récolte de foin par hectare, azote pour 100, perte par la fenaison dans les terrains humides, IV, 387; dans les terrains frais, IV, 589; dans les terrains secs, IV, 390. — Foin

- des terrains acides, IV, 591. — Estimation de la valeur des prairies, IV, 417. — Valeur relative des différentes espèces de foin, IV, 418 à 420.
- FOLIATION.** Époque météorologique où elle se produit, II, 99 à 101.
- FONDACTIONS.** Importance du choix du terrain, II, 530. — Fouilles, II, 531. — Précautions à prendre dans les terrains compressibles et humides, II, 532 à 535. — Emploi de plates-formes, de caissons, II, 533. — Fondations des maçonneries, II, 534. — Emploi des constructions hydrauliques, II, 539.
- FORCE.** Définition, III, 4. — Effort, III, 4. — Kilogrammètre, III, 5. — Cheval-vapeur, III, 5. — Dynamomètre, III, 6. — Travail et force du vent, III, 7 à 15; de l'eau, 15 à 24; de la vapeur, 25 à 30. — Avantages des machines à vapeur sur les moteurs animés, III, 30 à 32. — Acquisition du travail de l'homme, III, 32 à 38. — Force musculaire de l'homme, III, 38 à 45; du cheval, 67 à 71. — Emploi du cheval comme animal de bât, III, 71 à 75. — Cheval agissant par son propre poids, III, 73. — Prix du travail de l'ouvrier, III, 65 à 65. — Prix du travail du cheval, III, 82 à 85. — Travail du mulet et de l'âne, III, 85 à 88; des bœufs, 88 à 97; des vaches, 97 à 100. — Emploi des machines comme moyen de transmettre les forces, III, 101. — Perte de force occasionnée par les machines, III, 101. — Emploi du vent comme moteur pour l'élévation des eaux, III, 300 à 304. — Travail de l'eau comme moteur, III, 304. — Prix et travail de la vapeur comme force motrice pour l'élévation de l'eau, III, 503 à 507. — Comparaison des frais nécessaires à l'élévation de l'eau au moyen des différents moteurs, III, 308. — Évaluation des forces mécaniques nécessaires à l'entreprise agricole, V, 462 à 466; VI, 350 à 359. — Lettre à M. Léonce de Lavergne sur la modification du sol par les agents mécaniques, VI, 596 à 605. — Travail et force des différents instruments d'agriculture. Voyez le nom de l'instrument.
- FORÊTS.** Quantité de carbone fixé par un hectare de forêt, II, 34. — Position de la région forestière en Europe, II, 337. — Circonscription et agriculture de la région, II, 371. — Bénéfice à retirer des défrichements des forêts, III, 331. — Détermination de la valeur du fonds par le produit des coupes, III, 352. — Plantation des terrains qui ne valent pas la peine d'être défrichés, III, 353. — Cultures forestières, V, 157. — Diminution progressive des forêts, V, 158. — Destruction progressive des futaies, V, 159. — Reconstitution des taillis, V, 160. — Influence du déboisement des Alpes, V, 166. — Influence de l'époque lunaire sur la coupe des bois, II, 438 à 445. — Richesse en azote des feuilles des forêts et action sur le sol comme engrais, V, 212.
- FOSSE A FUMIER.** Voyez *Fumier*.
- FOSSES D'ASSAINISSEMENT.** Établissement dans les constructions rurales, II, 536. — Construction des conduits, II, 539.
- FOSSES.** Construction dans les terrains en pente pour dessécher le sol, I, 462; VI, 302. — Inconvénients qu'ils présentent, I, 463.
- FOURRE.** Effets, II, 172. — Paratonnerre, II, 172.
- FOUGÈRES.** Emploi des rameaux de fougères comme engrais, V, 212.
- FOURCHE.** Emploi dans les terrains consistants, III, 200. — Cas où elle remplace la bêche, III, 201. — Travail mécanique, III, 202.
- FOURRAGES.** Appréciation de la valeur d'un terrain d'après la production des fourrages, I, 314 à 317; procédé de M. Royer pour apprécier la valeur des terrains, I, 317 à 322. — Composition des fourrages, I, 338. — Emploi des fourrages comme engrais, prix du kilogramme d'azote, I, 338. — Époque de la coupe des fourrages, III, 575 à 580. — Composition des fourrages à diverses époques de la végétation, III, 579. — Tableau de la composition, V, 404. — Fanage des foin, III, 580 à 582. — Mise en meules ou en greniers, III, 582 à 584. — Avantages de la culture des plantes fourragères, IV, 354 à 359. — Prix des fourrages dans les différentes parties de l'Europe, IV, 364. — Production de la viande, IV, 365. — Production du lait, IV, 367. — Circonstances qui doivent déterminer à faire paître ou à faucher les prairies, IV, 369 à 374. — Plantes fourragères pérennes, IV, 495, 504. — Plantes fourragères annuelles, IV, 504 à 506. — Aliquote de l'engrais consommé par les plantes fourragères, V, 85 à 88. — Partie du capital à affecter aux assolements avec prépondérance des fourrages consommés, V, 481. — Construction des greniers à fourrages, II, 493 à 495. — Voyez *Foin*.
- FRAICHEUR DE LA TERRE.** Voyez *Hygroscopicité*.
- FRISOLEX.** Maladie des pommes de terre, IV, 49.

FROID. Voyez *Gelée*.

FROMENT. Voyez *Blé*.

FROTTEMENT. Influence sur la transmission du travail des machines, III, 102.

— Résistance dans les socs, III, 158. — Lois du frottement, III, 158.

FRUITS. Circonstances qui déterminent le moment de la récolte, III, 564. — Cueillette : pommes, noix, olives, III, 567. — Récolte des fruits qu'on ne peut recueillir sur l'arbre, III, 568. — Avantages et inconvénients des cultures frutescentes, IV, 512 à 518.

FUMIER. Appréciation de la valeur d'un terrain d'après la production du fumier, I, 314 à 322. — Composition et valeur des différentes espèces de fumier, VI, 169 à 174. — Mode de préparation du fumier, I, 590; VI, 172. — Quantité de litière à employer, I, 590. — Mise en tas du fumier, I, 591. — Solubilité des principes fertilisants du fumier, VI, 172. — Soins d'entretien, I, 592. — Conservation et distribution, V, 553 à 559; VI, 180. — Abris contre le vent et le soleil, VI, 181. — Moyen d'arrêter la déperdition de l'ammoniaque, I, 596; VI, 181. — Stratification par le moyen de couches de terre répandues dans l'étable, VI, 182. — Epannage immédiat à la production, VI, 184. — Fermentation, I, 592. — Pertes éprouvées par la fermentation, I, 593 à 595. — Moyen d'éviter la perte des principes fertilisants, VI, 174. — Analyses de fumiers fermentés, I, 594. — Dessiccation, I, 595; VI, 183. — Composition des fumiers réduits en masse pâteuse, I, 597. — Composition normale du fumier, I, 598. — Composition des cendres de fumier, I, 598. — Composition à l'état sec et à l'état humide, I, 599. — Composition du fumier normal comparé aux autres engrais, I, 685. — Détermination des éléments contenus dans le fumier d'après la nourriture du bétail, V, 71 à 76. — Qualité et valeur du fumier suivant les animaux, I, 599. — Valeur du fumier de cheval, VI, 151; de bœuf, 152; de mouton, 153; de porc, 154; de poule, 154; de pigeon, 155; de ver à soie, 155. — Fumier normal, I, 600. — Durée d'action du fumier, VI, 243. — Prix du kilogramme d'azote du fumier, I, 642; du fumier produit à Hohenheim, VI, 387; du fumier de vache, VI, 589; du fumier de mouton, 392; de chevaux, 393; de ferme, 394. — Établissement du prix de revient du fumier, I, 647 à 650. — Valeur du fumier employé à la culture du froment dans les terres fraî-

ches, I, 651 à 655; dans les terres sèches, 669. — Valeur du fumier appliqué aux betteraves dans les terres fraîches, I, 652, 655; dans les terres sèches, 670. — Valeur du fumier appliqué aux prairies, I, 656 à 659. — Valeur du fumier appliqué à la luzerne dans les terres fraîches, I, 659 à 664. — Valeur du fumier appliqué à la garance dans les terres fraîches, I, 664 à 665; dans les terres sèches, I, 671. — Valeur du fumier appliqué au colza, aux pommes de terre, au chanvre, I, 666 à 668. — Valeur du fumier appliqué aux oliviers et à la vigne, I, 671 à 673. — Valeur du fumier selon les cultures, I, 673 à 675. — Prix de production du fumier, I, 675. — Éléments dont se compose le prix des fumiers, I, 676. — Exemples de prix de revient de fumiers fournis par des moutons, I, 677 à 679; par des bœufs et des vaches, 679; par des porcs et des chevaux, I, 680. — Avantages qui résultent pour le cultivateur de la production des fumiers, I, 681 à 682. — Estimation de la quantité de fumier produite dans une ferme, II, 500. — Disposition de la fosse à fumier, II, 501. — Construction de la fosse en maçonnerie hydraulique, II, 558. — Déduction apportée par la production du fumier dans le prix du travail des chevaux, III, 82 à 84. — Réduction apportée dans le prix de revient du travail des bœufs par la production du fumier, III, 94. — Tableau de la consommation et de la restitution de fumier selon les plantes, V, 83, 84. — Avantages des engrais liquides, VI, 176; — application, 177; — inconvénients, 178; — emploi en Angleterre, 179.

FUTAIES. Causes de leur destruction progressive, V, 159.

G

GALV. Maladie des pommes de terre, IV, 49.

GARANCE. Rapport du fumier à la récolte dans les terres fraîches, I, 664 à 666; dans les terres sèches, I, 671. — Emploi comme substance tinctoriale, IV, 253. — Proportion de la matière colorante dans les racines de différents âges, IV, 273. — Alizari, garancine, colorine, IV, 253. — Culture chez les anciens, IV, 253 à 255. — Mode de végétation, IV, 255. — Composition, IV, 256 à 258. — Engrais, IV, 258 à 260. — Nécessité des engrais spéciaux, VI, 417 à 422. —

- Sol propre à la culture de la garance, IV, 260. — Culture générale, IV, 261 à 265. — Culture par semis, IV, 265 à 272. — Arrachage, IV, 272 à 275. — Plantation, IV, 275. — Compte de la culture d'un hectare, IV, 276 à 282.
- GARANCINE.** Poudre de garance, IV, 253.
- GAUDE.** Emploi comme matière tinctoriale, IV, 299. — Préparation du terrain et semences, IV, 300. — Culture, IV, 301. — Dessiccation des tiges, IV, 301. — Prix de vente et prix de revient, IV, 301.
- GELÉE.** Influence sur la cohésion de la terre, I, 181. — Action sur les terres humides, I, 182. — Effets sur les végétaux, II, 54. — Effets des dégels, II, 56 à 59. — Variation des effets du froid selon l'état des cultures, II, 60. — Rayonnement nocturne, II, 60. — Mesure des gelées par l'observation des températures minima, II, 61. — Mesure de l'effet du froid par l'observation de l'épaisseur de la glace, II, 63. — Comparaison de l'intensité et de la durée du froid à la profondeur de la gelée dans la terre, II, 63 à 68. — Effets des gelées suivant l'époque à laquelle elles se produisent, II, 69. — Effets de la lune rousse, II, 72. — Action des gelées tardives sur le caractère des saisons, II, 205. — Nombre de jours de gelée comparés à la température de l'hiver pour un grand nombre de lieux de l'Europe, II, 216. — Fardeaux que peut supporter la glace, II, 68. — Pronostics météorologiques de la gelée. Voyez *Pronostics*.
- GELÉE BLANCHE.** Circonstances dans lesquelles elle se produit, II, 70, 124 à 127. — Nombre de jours observés à Orange et à Rome, II, 128. — Influence des lieux sur sa production, II, 128. — Influence de la gelée blanche sur la végétation, II, 128. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation des gelées blanches, II, 386.
- GENET D'ESPAGNE.** Avantages et inconvénients de sa culture, IV, 484, 485. — Terres propres à sa culture, IV, 485. — Valeur nutritive, IV, 486. — Rendement, IV, 487.
- GÉNIE RURAL.** Définition, VI, 6.
- GÉOLOGIE.** Formation des terrains agricoles, I, 199. — Distribution des terrains dans l'Europe occidentale, I, 201. — Formation des terrains en place, I, 202. — Décomposition des roches, I, 202. — Terrains diluviens, I, 210. — Caractères du diluvium, I, 211. — Terrains d'alluvion, I, 215 à 217. — Terrains d'atterrissement, I, 217 à 219. — Terrains paludiens, I, 219. — Dunes, I, 220 à 224. — Terrains volcaniques, I, 224 à 226. — Disposition des couches des terrains agricoles, I, 226. — Sol actif, I, 227. — Sol inerte, I, 228. — Sous-sol filtrant, I, 229. — Sous-sol peu filtrant, I, 229 à 232. — Couche imperméable et réservoir des eaux, I, 232 à 234. — Défaut de parallélisme des couches des terrains, I, 234 à 258. — Importance de la stratification du terrain comme élément de l'entreprise agricole, V, 451.
- GÉONOMIE.** Définition, I, 50.
- GERBES.** Établissement et conservation entre la récolte et le battage, II, 490.
- GESSES.** Semences, IV, 477. — Choix du terrain, IV, 478. — Culture et récolte, IV, 478.
- GIRAUMON.** Variété de courge, IV, 181. Voyez *Courges*.
- G. ROUETTE.** Observation de la direction des vents, II, 186.
- GLACE.** Corrélation entre l'épaisseur de la glace, l'intensité et la durée de la gelée, II, 63 à 68. — Poids que la glace peut supporter, II, 68.
- GLAISE.** Caractères, I, 287. — Composition, I, 287. — Influence des pluies, I, 288. — Glaises inconsistantes, meubles, micacées, schisteuses, volcaniques, sablonneuses, I, 288; — ténaces, I, 289.
- GLUEN.** Proportion contenue dans le blé, III, 630; dans le seigle, 681; dans l'orge, 697; dans l'avoine, 711; dans le riz, 729; dans le maïs, 749.
- GNEISS.** Propriétés de la terre qui en provient, I, 204.
- GGEMON.** Emploi comme engrais, I, 557; V, 214. — Composition, I, 557.
- GRAINS.** Voyez *Céréales*.
- GRAISSE.** Proportion contenue dans le blé, III, 630. — Emploi des pains de ciéton comme engrais, I, 550.
- GRANGES.** Poids qu'elles ont à supporter, II, 489. — Dimensions et dispositions à adopter, II, 491.
- GRANITE.** Propriétés de la terre qui en provient, I, 204 à 207.
- GREFFE.** Définition, III, 543. — Conditions qu'elle doit remplir, III, 542. — Son impossibilité entre des plantes de familles différentes, III, 545. — Différents genres usités dans la culture, III, 544. — Greffes par scions, par gemme et en couronne, III, 544 à 546. — Greffe en écusson et en fûte, III, 546.
- GRÈLE.** Explication de sa formation, II, 174 à 178. — Ravages qu'elle produit, II, 178. — Paragrêles, II, 178. — Compagnies d'assurance contre la grêle, II, 178.

— Effets de la grêle sur les plantes, VI, 263.

GRENIERS. Dimensions des greniers à fourrages, II, 493, 494. — Dispositions à adopter, II, 495, 504. — Greniers mobiles, II, 505; V, 567.

GRÈS. Propriétés de la terre qui en provient, I, 200.

GRÉSIL. Formation, II, 149.

GRIFFONS. Usage dans le midi de la France, III, 118.

GROSEILLES. Composition des groseilles, IV, 778. — Prix de revient, IV, 779. — Fabrication de l'acide citrique, IV, 779.

GROSELLIER. Culture, IV, 778. — Rendement, IV, 779.

GUANO. Époque de sa découverte, I, 543. — Formation, I, 545. — Composition, I, 544; VI, 156. — Effets sur la végétation, I, 545 à 550. — Durées d'action, VI, 214. — Prix du kilogramme d'azote du guano, I, 551. — Fabrication du guano artificiel, I, 550.

GYRSE. Propriétés de la terre qui provient des terrains gypseux, I, 210. — Analyse chimique des pierres à plâtre, VI, 168. — Voyez *Sulfates et Plâtre*.

H

HABITATION. Emplacement et distribution des bâtiments, II, 472.

HABITATION DES PLANTES, VI, 255 à 358.

HAIES. Avantages, III, 514 à 516. — Inconvénients, III, 516 à 518. — Arbrisseaux à employer pour fermer les haies de clôture, III, 518. — Haies d'abri, III, 519; — forestières, 521 à 523; — de produit, 523.

HANGARS. Dispositions et dimensions à adopter, II, 488.

HARICOTS. Éléments constitutifs des cendres, I, 89. — Avantages de leur culture, III, 772. — Haricots ramés, III, 773. — Haricots nains, III, 775. — Nature du sol propre à leur culture, III, 774. — Mode de culture, III, 775. — Cultures accessoires, III, 777. — Prix de vente et prix de revient, III, 777 à 779.

HARNACHEMENT. Forme et dimension du collier, III, 269. — Collier pour les bœufs, III, 270. — Du joug, III, 270 à 273. — Avantages du joug sur le collier, III, 273.

HERBAGES. Voyez *Pâturages et Herbes*.

HERBES. Causes de la production des plantes herbacées, IV, 361. — Circonstances qui doivent déterminer à faire paître ou à faucher les prairies, IV, 369, 374. — Circonstances dans lesquelles on doit

consacrer le terrain à la production des herbages, IV, 374 à 380. — Plantes des terrains humides, IV, 387; des terrains frais, 389; des terrains secs, 390; des terrains acides, 391. — Époque de la végétation des plantes des prairies, IV, 392 à 395.

HERBE DE GUINÉE. Valeur comme fourrage, IV, 501. — Rendement, IV, 502. — Avantages et inconvénients de la culture en France, IV, 503. — Prix de revient, IV, 504.

HERBES PARASITES. Principales variétés, III, 370 à 373. — Terres gâtées, III, 373 à 379.

HÉRÉDITÉ. Entrée en possession de la terre par hérédité, V, 266 à 270.

HÉRISSE. Ent de cette opération, III, 559.

HERSE. Usage, III, 111. — Herse triangulaires et quadrangulaires, III, 112. — Herse Valcourt, III, 112. — Mode d'attelage des chevaux, III, 113. — Herse concave, III, 115, 114. — Peignes, scarificateurs, griffons, III, 114 à 119. — Emploi pour les semailles, III, 492 à 494.

HIVER. Tracé des lignes isochimènes, II, 215. — Nombre de jours de gelée, et température de l'hiver d'un grand nombre de lieux de l'Europe, II, 216. — Influence des expositions sur l'intensité et la durée des hivers, II, 216. — Température des vents à trois heures pendant l'hiver, II, 192. — Jours de vent et somme des températures en hiver, II, 195. — Direction moyenne des vents, II, 243. — Distribution géographique des pluies, II, 265. — Répartition géographique des jours de pluie, II, 286. — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour, II, 298. — Conditions dans lesquelles les neiges persistent, II, 310. — Pronostics du caractère de l'hiver, II, 407, 410 à 412.

HOMME. Évaluation de sa force musculaire, III, 58; VI, 555 à 555. — Valeur de la force musculaire des mains et des reins selon le sexe et l'âge, III, 59. — Influence de la taille, III, 59; du poids, 40. — Éléments qui constituent le travail de l'homme, III, 40. — Vitesses maximum, minimum et moyenne, III, 40. — Vitesse sous une charge déterminée, III, 41. — Travail développé dans l'élevation des fardeaux, III, 42 à 45.

HOTTE. Emploi pour les transports, III, 275. — Influence du retour à vide sur le prix du transport, III, 277 à 279. — Prix du transport, III, 279, 281.

HOUTON. Emploi pour la fabrication de la bière, IV, 253. — Richesse des différen

- tes variétés, IV, 233. — Détermination de la richesse, IV, 234. — Analyse des principes minéraux, IV, 235. — Proportion des cônes, des tiges et des feuilles, IV, 235. — Composition de 100 kilogr. de cônes, IV, 236. — Quantité d'azote enlevée au sol par la culture du houblon, IV, 236. — Rendement, IV, 237. — Culture, IV, 238. — Plantation, IV, 239. — Emploi d'échelas dans les cultures, IV, 241. — Fumure, IV, 242. — Maturité, IV, 242. — Récolte, IV, 243. — Dessiccation et emballage, IV, 244. — Soins à prendre après la récolte, IV, 245. — Prix de vente et prix de revient, IV, 245 à 247.
- HOUE.** Construction de la houe à cheval, III, 126. — Travail mécanique, III, 127. — Règlement de l'instrument, III, 128. — Formes qu'on lui donne pour le travail à la main, III, 203 à 205. — Houe des jardiniers, III, 204. — Travail de la houe comparé à celui de la hêche, III, 205.
- HOUILLE.** Évaluation du travail produit dans les machines à vapeur, III, 26 à 29.
- HOULLIÈRES.** Hypothèse pour expliquer leur formation, II, 53.
- HUILE.** Culture des plantes oléagineuses, IV, 158 à 141. — Rendement en huile du colza, IV, 148; de la navette, 149; de la cameline, 151; de la moutarde, 153; de la julienne, 154; du pavot, 155; du sésame, 162; du madia, 169; de l'arachide, 173; du ricin, 176; du carthame, 220. — Emploi de l'huile dans l'alimentation et pour l'industrie, IV, 538 à 540. — Prix de vente et prix de revient de l'huile d'olive selon les situations, IV, 566 à 575. — Huile de noix, IV, 753, 758.
- HUMIDITÉ.** Moyen de reconnaître l'hygroscopicité d'une terre, I, 145 à 151. — Fraicheur de la terre, I, 151 à 153. — Aptitude des terres à attirer l'humidité de l'atmosphère, I, 153. — Influence de l'humidité sur la faculté d'échauffement des terres, I, 166. — Comment une terre peut être fraîche, I, 385 à 385. — Terres humides en hiver, I, 599. — Valeur des terres constamment humides, I, 401. — Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité, I, 402 à 404. — Moyens d'augmenter l'humidité du sol, I, 435; VI, 295; voyez *Irrigations*. — Moyens de dessécher les terrains humides, I, 462 à 468; VI, 296 à 309; voyez *Drainage*. — Marche de l'humidité à l'intérieur de la terre, VI, 75. — Effet sur les plantes, VI, 259 à 261. — Saison végétale d'humidité, VI, 279 à 287. — Ce qu'on doit entendre par un climat humide, II, 161 à 164. — Influence des climats humides sur la végétation, II, 164 à 166. — Influence sur le caractère des saisons, II, 205 à 209. — Phénomènes qui se passent dans un flacon rempli de terre humide et muni d'une ouverture, VI, 300.
- HUMUS.** Composition, VI, 86. — Analyse des terres de Versailles, VI, 88. — Matériaux contenus dans les cendres de l'humus, VI, 88. — Absorption de l'humus par les racines des plantes, VI, 89.
- HYDROGÈNE.** Sa formation par la décomposition de l'eau pour l'alimentation des plantes, I, 118. — Absorption par les végétaux, VI, 54. — Produits hydrogénés contenus dans l'air, II, 40.
- HYGROMÈTRE.** Détermination de l'état hygrométrique de l'air, II, 111 à 113. — Hygromètre de Saussure, II, 111. — Pronostics météorologiques, II, 402.
- HYGROSCOPICITÉ.** Définition, I, 151; VI, 74, 266. — Moyen de la reconnaître, I, 149. — Résultat des expériences de Schübler, I, 150. — Influence de l'hygroscopicité sur la valeur des terrains, I, 150. — Effets sur la végétation, VI, 265 à 267. — Propriétés qui en résultent, I, 153. — Influence des dimensions des parties de terre sur l'hygroscopicité, I, 177 à 179. — Importance de la fraîcheur de la terre, I, 151, 294. — Ce qu'on entend par terre fraîche, terre humide et terre sèche, I, 293, 383. — Comment une terre peut être fraîche, I, 385 à 385. — Moyen de déterminer la fraîcheur de la terre, I, 152.

I

- IMPÔT.** Influence sur l'extension de la propriété, V, 351 à 354.
- INDIGO.** Introduction en France, IV, 282. — Pays de culture, IV, 283. — Choix du terrain propre à la culture de l'indigotier, IV, 284. — Rendement, IV, 285. — Valeur de la récolte, IV, 286.
- INSTITUT AGRONOMIQUE.** Sa fondation et ses progrès, VI, 8.
- INSTRUMENTS DE CULTURE.** Manière dont ils modifient le sol, III, 103. — Instruments perforants, III, 104 à 107. — Instruments destinés à couper la terre en bandes verticales : coutre, râteau, herse, peignes, scarificateur, III, 107 à 119. — Instruments destinés à couper la terre en tranches horizontales, III, 119 à 128.

— Instruments destinés à retourner la terre sur elle-même par bandes, III, 128 à 143. — Charrues, III, 143 à 185. — Bêche, pelle, III, 185 à 200. — Fourche, III, 200 à 202. — Pic, serfouette, binette, III, 205 à 206. — Rouleau, III, 206 à 209. — Semoir, III, 210 à 217. — Faux, faucille, III, 218, 221. — Instruments employés pour détacher les grains de la paille, III, 221 à 245. — Véhicules et instruments de transport, III, 244 à 282. — Machines à élever l'eau, III, 282 à 309. — Achat des instruments aratoires, V, 539.

IODE. Sa présence dans les végétaux, VI, 45.

IRRIGATIONS. Emploi de l'eau comme amendement, VI, 135. — Effets de l'irrigation, VI, 137. — Bassinage, VI, 137. — Qualités des terres arrosées, I, 375 à 377. — Caractères qui font la perfection des terres arrosées, I, 377. — Cas où l'eau produit des effets utiles ou nuisibles, VI, 141, 142. — Mareites, VI, 143. — Estimation de l'utilité des irrigations, VI, 145. — Irrigations des terres manquant d'humidité, VI, 188. — Emploi des irrigations comme moyen de diminuer la chaleur, VI, 293. — Moyen d'augmenter l'humidité du sol, VI, 295. — Modification de la cohésion du sol, VI, 321. — Effets de la composition du terrain sur la valeur des terres arrosées, I, 379. — Influence de la rapidité du dessèchement des terrains, I, 379. — Consommation des engrais dans les terres arrosées, I, 379, 381 à 383. — Influence de la qualité des eaux, I, 436 à 439; VI, 159 à 141. — Irrigations par immersion et par infiltration, I, 459. — Dispositions à adopter pour l'irrigation des terrains, I, 440. — Influence des pentes, I, 441. — Principes de la théorie des arrosements, I, 442. — Quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation, I, 443 à 445; VI, 158. — Cas où la quantité d'eau est trop faible et où le terrain est trop incliné, VI, 159. — Construction des canaux, I, 445 à 447. — Réservoirs artifiels, I, 447 à 450. — Puits en étage, I, 450 à 452. — Puits forés, I, 452 à 454. — Machines à élever l'eau, I, 454. — Du prix de revient de l'eau, I, 455 à 458; III, 25; VI, 144. — Valeur de l'amélioration comparée au prix de l'eau, I, 458 à 460. — Colmatage, I, 471. — Culture du blé, III, 659 à 661. — Effets de l'irrigation sur les prairies, IV, 412. — Assollement des terrains arrosés, V, 158. — Irrigations en Lombardie, VI, 157. —

Frais d'une irrigation avec l'engrais liquide, VI, 386.

IVRAIE (*Ray-grass*). Emploi comme fourrage, IV, 495. — Ray-grass anglais, IV, 495. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 496. — Composition, IV, 496. — Semences et culture, IV, 497. — Rendement et prix de revient, IV, 498. — Ivraie multicolore, IV, 499. — Ray-grass d'Italie, IV, 499; — rendement, IV, 500; — composition et prix de revient, IV, 500.

J

JACHÈRE. Fertilité restituée à la terre par la jachère, d'après Thaër, I, 524. — Répartition des capitaux annuels du fermier dans les cultures avec jachères, I, 355; V, 479. — Estimation du fermage dans les exploitations soumises à la jachère, I, 368 à 372. — Diverses conditions de la jachère, III, 582 à 584. — Culture du blé, III, 655 à 656. — Culture des navets, IV, 120. — Valeur et coût du système de culture par jachères, V, 197 à 204. — Système de la jachère biennale, V, 508; de la jachère portée à son maximum de fertilité, V, 509 à 514.

JAVELAGE. But de cette opération, III, 584.

JEUGEAGE de l'eau, III, 16 à 21.

JOURNÉE. Voyez *Ouvriers ruraux*.

JUBIER. Avantages et inconvénients de la culture, IV, 586. — Culture, IV, 586. — Récolte, IV, 587.

JULIENNE. Rendement en huile, IV, 154.

JUMENT. Voyez *Cheval*.

K

KILOGRAMMÈTRE. Définition, III, 5.

L

LABOURAGE à la vapeur, VI, 352.

LABOURS. Influence sur l'évaporation des terres, I, 385. — Efficacité des labours profonds pour dessécher le sol, I, 467; VI, 299. — But des labours, III, 366. — Surface exposée à l'air par les labours, III, 366. — Rapport de la largeur à la profondeur, III, 368. — Labour d'ameublissement du sol, III, 369 à 373. — Époques des labours d'ameublissement et de nettoyage des terres, III, 379; moyen d'exécuter ces travaux, III, 380. — Coût des labours, III, 582. — Influence

- des saisons sur les labours, III, 384 à 386. — Labours à plat, III, 386. — Avantages et inconvénients des labours à plat, III, 394. — Labour des terrains horizontaux et peu inclinés, III, 387. — Labours propres à niveler les champs, III, 388. — Billons, III, 589. — Contrées cultivées à plat et en billons, III, 391. — Avantages et inconvénients de la culture en billons, III, 592 à 394. — Labour en planches, III, 390. — Dimensions des planches et rigoles extérieures, III, 390.
- LAIT.** Perte de lait occasionnée par le travail des vaches, III, 98. — Prix des fourrages appliqués à la production du lait, IV, 367. — Composition du lait chez différents animaux, VI, 24. — Emploi le plus avantageux du lait, VI, 390.
- LANDES.** Défoncement superficiel, III, 343 à 346. — Conversion en prairie, V, 257.
- LATITUDE.** Détermination, I, 187. — Influence sur la quantité de pluie annuelle, II, 236 à 238. — Influence sur le nombre de jours de pluie, II, 281.
- LATRINES.** Voyez *Fosses d'aisance*.
- LÉGUMES.** Avantages de leur culture, III, 769 à 772. — Voyez *le nom du légume*.
- LENTILLES.** Sols propres à leur culture, III, 797. — Semences et récolte, III, 797. — Rendement et composition, III, 797. — Prix de vente et prix de revient, III, 798.
- LÉVIGATION.** Méthode employée pour examiner l'état des particules du sol, I, 172.
- LIGNES MÉTÉOROLOGIQUES.** Définition des lignes isothermes, II, 213; points les plus hauts et les plus bas, II, 214; réduction des températures au niveau de la mer, II, 214. — Définition des lignes isochimènes, II, 215. — Lignes isothermes, II, 217 à 219.
- LIMITES DES CULTURES.** Voyez *Culture*.
- LIMON.** Caractères, I, 274. — Formation, I, 274. — Composition, I, 274. — Influence dans la végétation, I, 275. — Limon inconsistant, I, 275. — Limon meuble, I, 276. — Analyse des limons de Russie, I, 277. — Limon tenace, I, 278.
- LI MONIEN et LIMONIER.** Variétés de l'oranger, IV, 321.
- LIN.** Pays de production du lin, IV, 337. — Choix de la meilleure variété, IV, 338. — Composition, IV, 339. — Choix du terrain, IV, 339. — Culture, IV, 340. — Engrais, IV, 341. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 342. — Culture des lins de printemps, IV, 343 à 346. — Rendement en flasse, IV, 341. — Destruction de la cuscute, IV, 345. — Lin ramé, IV, 346. — Récolte, III, 570; IV, 346. — Séparation des graines, IV, 347. — Rouissage, IV, 347. — Teillage, IV, 347. — Proportion relative de la graine et de la flasse, IV, 348. — Prix de revient et prix de vente, IV, 349 à 354. — Valeur et emploi des tourteaux de lin comme engrais, I, 574; prix du kilogramme d'azote des tourteaux, I, 574. — Valeur des eaux de rouissage comme engrais, I, 579.
- LITIÈRE.** Propriétés qu'elle doit avoir, I, 589. — Emploi de la marne, I, 589. — Quantité à employer, I, 590. — Composition des principales substances végétales employées comme litière ou enfouies dans le sol, VI, 163 à 165.
- LIZIER.** Composition, VI, 157.
- LOCULAR.** Variété d'épeautre, III, 676.
- LOGES A PORCS.** Voyez *Porcheries*.
- LONGITUDE.** Détermination, I, 187.
- LOYER DES BATIMENTS RURAUX.** Doit-il entrer dans les produits du domaine? I, 345.
- LUMIÈRE.** Rôle dans la végétation, II, 101. — Influence sur l'acide carbonique de l'atmosphère, II, 102. — Ftiollement des plantes, II, 103. — Action de la lumière sur la fructification, II, 103. — Quantité de lumière nécessaire aux plantes, II, 104. — Action des différents rayons du spectre solaire, II, 105. — Instruments pour comparer l'intensité du rayonnement atmosphérique, II, 106. — Détermination des intensités d'action exercées sur les végétaux, II, 107, 108. — Répartition de la lumière à la surface de la Terre, II, 220. — Jours éclairés par le Soleil sur les côtes occidentales, dans les continents et dans les pays de montagnes, II, 221, 222; VI, 459. — Jours éclairés par le Soleil pendant l'été, II, 223. — Extinction des rayons solaires dans l'atmosphère, II, 226; observations d'Orange et de Saint-Petersbourg, II, 226.
- LUNE.** Action sur la terre, II, 414. — Action sur l'atmosphère, II, 415 à 417. — Définition des mots périgée, apogée, apside, déclinaison, syzygie, quadrature, II, 418. — Marées, II, 418. — Hauteur du baromètre pour chaque position de la Lune, II, 419 à 422. — Influence de la Lune sur le baromètre, II, 420, 424 à 426. — Hypothèses sur l'influence de la Lune sur le temps, II, 426 à 429. — Rapports entre les changements de Lune et les changements de temps, II, 429 à 433. — Influence de la distance à la Terre sur la production des pluies, II, 434 à 437.

— Influence sur la végétation, II, 437.
 — Lune rousse, II, 72. — Influence de l'époque lunaire sur la coupe des bois, II, 458 à 443; sur les semis et les plantations, 443 à 447; sur les récoltes, 448; sur les vendanges, 449 à 451.

LUPIN. Epoque de la semaille, I, 560; VI, 380. — Semence à employer par hectare, I, 561; VI, 580. — Sols qui lui conviennent, I, 561. — Composition de la plante desséchée, I, 561. — Effet du sulfate de chaux sur le lupin, VI, 203. — Prix de vente et prix de revient, VI, 580. — Emploi de la semence comme engrais, I, 561. — Usage du lupin comme engrais vert, I, 560; VI, 580; prix du kilogramme d'azote de cet engrais, VI, 581.

LUPULINE (Minette). Terre propre à sa culture, IV, 474. — Semailles et culture, IV, 475.

LUZERNE. Origine, IV, 423. — Composition des sols propres à sa culture, I, 257, 258; IV, 451; VI, 548 à 555. — Valeur des débris et des racines comme engrais, I, 567. — Valeur du fumier appliqué à la culture de la luzerne, I, 659 à 664. — Culture en Italie, IV, 424. — Circonstances climatériques qui favorisent la végétation de la luzerne, IV, 425. — Valeur successive des coupes, IV, 426. — Effets de la gelée, IV, 427. — Composition de la luzerne, IV, 427. — Culture sur les différents sols, IV, 428 à 450. — Effet améliorant, IV, 430. — Fumure, IV, 450 à 455. — Effet du sulfate de chaux sur les luzernières, IV, 200 à 202. — Durée de la luzerne, IV, 435. — Rhizoctone et cuscute, IV, 435. — Attaques des insectes, IV, 456. — Semis, IV, 438. — Semis d'automne, IV, 439 à 441; de printemps, 441; en lignes, 442. — Transplantation, IV, 442. — Soins de culture, IV, 442. — Fauchage, pâturage, défrichement, IV, 443. — Prix de vente et prix de revient, IV, 444.

III

MACHINES. Emploi des machines à élever l'eau pour l'amendement des terres, I, 454. — Évaluation du travail des machines, VI, 356. — Évaluation du travail produit dans les machines à vapeur à haute et basse pression, III, 28. — Prix du travail de la vapeur, III, 28 à 50. — Avantage des machines à vapeur sur les moteurs animés, III, 50 à 52. — Rôle des machines dans la transmission des forces, III, 101. — Perte de force qu'elles occa-

sionnent, III, 101. — Division en cinq classes des instruments d'agriculture, III, 102. — Avantages que présentent les machines à battre, III, 226 à 228; — parties constituantes des machines à battre III, 228 à 250; — quantité de grains débitée par heure, III, 250; — brisement de la paille, III, 251; — avantages de la facilité du transport des machines à battre, III, 251; — économie qui résulte de l'emploi des machines à battre, III, 252, 255; — annexion des cribles et des tarares aux machines à battre, III, 256. — Division des machines hydrauliques, III, 285; machines à percussion, III, 285; agissant par l'adhérence de l'eau, 284; employant la force d'inertie, 284 à 287; employant une force agissant en sens contraire de la pesanteur; roue et chapelet hydraulique, 287 à 295; agissant par l'effet du plan incliné, 294. — Pompes, III, 295 à 500. — Emploi du vent comme moteur pour élever l'eau, III, 500. — Machine de M. Amédée-Durand, III, 501; prix de revient et coût du travail, III, 502. — Application du moteur à vent à l'irrigation, III, 503. — Coût de l'entretien des machines, V, 411. — Importance de l'invention des machines à moissonner, VI, 399 à 403. — Considérations sur les machines, par M. Auguste de Gasparin, VI, 455 à 486. — Du plan incliné comme grande machine agricole, par le même, VI, 489 à 538.

MAÇONNERIE. Choix de la saison, pour les constructions en maçonnerie, II, 534. — Fondations, II, 534. — Établissement des murs, II, 555. — Épaisseur et résistance des murs, II, 555. — Établissement des cheminées, des fosses d'aisance, II, 536. — Établissement des murs en pisé, II, 536 à 540. — Différents modes de constructions hydrauliques, II, 557.

MADIA. Avantages et inconvénients de sa culture, IV, 166. — Quantité de pluie et de chaleur nécessaire, IV, 167, 168. — Composition, IV, 169. — Rendement en huile, IV, 169. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 169 à 171. — Culture, IV, 171. — Prix de revient, IV, 172. — Emploi comme fumure verte, I, 564. — Richesse en azote, I, 564. — Composition et emploi des tourteaux de madia comme engrais, I, 574; IV, 169; — prix du kilogramme d'azote, I, 574.

MAGNANERIES. Voyez *Vers à soie*.

MAGNÉSIE. Dosage des sels de magnésie solubles dans l'eau, I, 52; des sels

- insolubles dans l'eau, 57. — Forme sous laquelle on rencontre la magnésie dans les terres arables, I, 81. — Détermination de la quantité contenue dans la terre, VI, 362. — Caractères des terres magnésiennes, I, 273. — Absorption de la magnésie par les végétaux, I, 81. — Action de la magnésie sur les différents sols, I, 81. — Rôle de la magnésie dans la végétation, VI, 54. — Quantité contenue dans l'eau de pluie, VI, 106.
- MAÏS.** Éléments constitutifs des cendres, I, 89, 99. — Région de la culture du maïs, II, 354 à 356. — Avantages de la culture du maïs, III, 745. — Variétés à grains jaunes et à grains blancs, III, 746 à 748. — Parties constituantes, III, 748. — Engrais, III, 749 à 753. — Mode de culture, III, 753 à 758. — Récolte, III, 758 à 760. — Cultures associées au maïs, III, 760. — Maladies du maïs, III, 761. — Prix de vente et prix de revient, III, 762 à 766. — Emploi comme fourrage, IV, 509. — Quantité de fourrage sec récolté par hectare, IV, 510. — Détails de la culture du maïs-fourrage, IV, 510; — valeur nutritive, IV, 511; — prix de revient, IV, 512.
- MANCHERONS.** Emploi dans la charrue comme moyen transitoire de faire varier les points d'application de la force, III, 153. — Application de la force de l'homme, III, 153. — Dimensions, III, 154. — Emploi dans les semoirs pour régler l'enture, III, 215, 216.
- MANGANÈSE.** Détermination de la quantité contenue dans la terre, I, 57. — Terrains dans lesquels on le rencontre, I, 95. — Effets sur la végétation, I, 95; VI, 56.
- MANGEOIRES.** Dispositions à adopter pour les écuries, II, 481; — dans les étables, II, 484. — Dimensions des crèches de bergerie, II, 486.
- MARAIS.** Terrains paludiens, I, 219; — composition, 220. — Fertilité des marais, I, 220. — Évaporation des marais salants, II, 514. — Valeur et emploi des plantes marécageuses comme engrais, V, 213.
- MARCHÉS.** Influence de leur distance sur la valeur des exploitations rurales, I, 427.
- MARCILES.** Revenu par hectare, IV, 412. — Irrigations dans le Milanais, IV, 143.
- MARCOTTE.** Définition, III, 541. — Choix des ges, III, 541.
- MARCS.** Utilisation comme engrais, I, 572. — Richesse en azote, I, 572. — Marcs d'olive, I, 573. — Prix du kilogramme d'azote fourni par cet engrais, I, 573. — Valeur et emploi des marcs de pommes à cidre, de raisin et de pommes de terre, I, 578.
- MARÉES.** Définition, II, 418.
- MARGAL.** Voyez *Ivraie*.
- MARNE.** Composition, I, 73, 75, 78. — Détermination de la proportion de carbonate de chaux qu'elle renferme, I, 79. — Analyse chimique de la marne, VI, 167. — Formation de la marne dans le sol, I, 73. — Différents aspects de la marne, I, 74. — But de son emploi, I, 74; VI, 317. — Différences observées dans ses effets sur la végétation, I, 75 à 77. — Moyen d'apprécier les qualités relatives des marnes, I, 78. — Avantages de l'emploi des marnes, I, 79. — Influence de l'époque de leur formation sur leur puissance fertilisante, I, 80. — Quantité à employer par hectare, I, 639. — Mode d'action, I, 639. — Signes auxquels on reconnaît la nécessité de renouveler les marnages, I, 641. — Frais de marnages, I, 641. — Rôle de la marne dans l'alimentation des plantes, I, 484. — Emploi en litière, I, 589. — Propriétés des litières de marne, I, 590. — Emploi des sondages comme moyen de recherche, I, 638.
- MARRONS.** Choix des principales variétés, IV, 744. — Valeur nutritive, IV, 746. — Prix de revient, IV, 750. — Dessiccation et blanchissage, IV, 751 à 753.
- MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.** Moellons ou pierres de bâtir, II, 507 à 511. — Pierres de taille, II, 511 à 515. — Briques, II, 513 à 515. — Mortier, II, 515 à 521. — Béton, II, 522. — Plâtre, II, 523. — Pisé, II, 524 à 527. — Bois, II, 527 à 529. — Fer, torchis, II, 529.
- MATURATION.** Époque météorologique où elle se produit, II, 99 à 101.
- MAURELLE ou TOURNESOL.** Emploi comme matière tinctoriale, IV, 294. — Pays de culture, IV, 294. — Choix du terrain, IV, 295. — Préparation du terrain et culture, IV, 296. — Rendement, IV, 297. — Extraction de la matière colorante, IV, 297. — Prix de vente et prix de revient, IV, 298.
- MÉCANIQUE AGRICOLE.** Son but, III, 1 à 3. — Sujets qu'elle embrasse, III, 4. — Définition des principaux termes employés, III, 4 à 6. — Division en cinq classes des instruments d'agriculture, III, 102.
- MELON.** Variétés, IV, 193. — Choix de l'exposition, IV, 194. — Température nécessaire, IV, 194. — Préparation du terrain, IV, 195. — Maturité, IV, 196. — Produit, IV, 197. — Melon d'eau, ou pastèque. Voyez *Pastèque*.

- MERL.** Valeur comme engrais, I, 587; VI, 167. — Quantité à employer par hectare, I, 587. — Composition, I, 588.
- MÉTAYAGE.** Définition, V, 517. — Situation relative du propriétaire et du colon, V, 519 à 524. — Rôle du propriétaire de biens en métayage, V, 624 à 625.
- MÉTÉIL.** Définition, III, 717. — Avantages et inconvénients de la culture, III, 717 à 719.
- MÉTÉORES.** Action de la Lune sur les météores, II, 426 à 434.
- MÉTÉOROGNOSIE.** Définition, II, 26. — Son objet, II, 374. — Circonstances météorologiques probables pour certaines époques, II, 576. — Pronostics météorologiques fournis par les animaux, II, 578 à 581. — Pronostics tirés des végétaux, II, 581; de l'état du ciel, 582 à 586; du baromètre, 586 à 400; du thermomètre, II, 401; de l'hygromètre, II, 402. — Prévision du caractère des saisons et des années futures, II, 403 à 414. — Pronostics fondés sur la position et les mouvements de la Lune, II, 414 à 451.
- MÉTÉOROLOGIE.** Définition, II, 26. — Divisions, II, 26. — But de la météorologie agricole, II, 26. — Lois météorologiques des assolements, V, 122 à 151.
- MÉTHODE HISTORIQUE,** pour apprécier la valeur des terrains, I, 554. — Estimation en bloc, I, 555 à 559. — Estimation parcellaire, I, 559 à 541. — Estimation détaillée par les récoltes et les frais, I, 541 à 566.
- MEULES.** Mise du foin en meules, III, 582 à 584.
- MIASMES.** Formation dans l'atmosphère, II, 40. — Fièvres eau-ées par les miasmes, II, 40 à 42. — Production des miasmes par les terres souillées pour la première fois à la culture, II, 42. — Difficulté de trouver la cause des miasmes, II, 43. — Constatation des matières organiques dans l'air, II, 44. — Précautions à prendre contre les miasmes, II, 46.
- MILLET.** Avantages de sa culture, III, 740. — Variétés, III, 741. — Mode de culture, III, 741. — Produit de la récolte, III, 742. — Prix de vente et prix de revient, III, 745 à 745.
- MINETTE.** Voyez *Lupuline*.
- MOELLONS.** Voyez *Pierres à bâtir*.
- MOHA.** Emploi comme fourrage, IV, 508. — Rendement et culture, IV, 508. — Choix du terrain, IV, 508. — Prix de revient, IV, 509.
- MOISSONNEUSES.** Importance de leur invention, VI, 599 à 405.
- MONTAGNES.** Influence du déboisement des montagnes sur la diminution des pluies et les crues des fleuves, II, 151 à 157; sur la distribution des pluies, II, 262.
- MORTIER.** Chaux propres à sa fabrication, II, 515 à 517. — Composition des mortiers ordinaires, II, 518. — Rôle du sable dans le mortier, II, 519. — Précautions à prendre dans la fabrication des mortiers à chaux grasse, II, 519. — Importance de la qualité des mortiers dans les constructions, II, 520. — Corroyage des mortiers, II, 521. — Moulins à mortiers, II, 521. — Béton, II, 522. — Pisé, II, 524 à 527. — Torchis, II, 550. — Composition et emploi des ciments, II, 559.
- MOTEUR.** Voyez *Force*.
- MOULINS.** Emploi pour la fabrication des mortiers, II, 521. — Travail des moulins à vent; expériences de Coulomb et de M. Poncelet, III, 12 à 14.
- MOUTARDE.** Rendement en huile, IV, 155. — Emploi et culture de la moutarde blanche et noire, IV, 155.
- MOUTONS.** Valeur des excréments comme engrais, I, 541. — Quantité de fumier produite et composition du fumier, VI, 155. — Prix du kilogramme d'azote fourni par les excréments, I, 541, 677; VI, 592. — Mode d'emploi du crottin de brebis, I, 542. — Prix des fourrages appliqués à leur nourriture, IV, 568. — Examen du mode d'exploitation par le parcage, V, 269. — Emplacement occupé par chaque tête de mouton dans les bergeries, II, 485. — Composition du lait de brebis, VI, 24. — Compte d'un engraissement de moutons, VI, 591. — Voyez *Bergeries*.
- MOYETTES.** Construction, III, 585.
- MULETS.** Travail comparé à celui du cheval, III, 85; VI, 557. — Résistance à la fatigue et sobriété, III, 86. — Prix d'achat, III, 87. — Prix de revient du travail, III, 87. — Dépense et travail annuels des mules, V, 565.
- MURIERS.** Limites de leur culture, II, 557 à 545; IV, 697. — Variétés connues des anciens, IV, 697. — Importance de leur culture, IV, 698. — Limites économiques de la culture des mûriers, IV, 699. — Végétation, IV, 700 à 705. — Espèces et variétés, IV, 705 à 707. — Constitution des feuilles, IV, 705. — Poids et nombre des feuilles et produit en soie, IV, 706. — Composition chimique des feuilles, IV, 708 à 712. — Durée de la vie des mûriers et faculté productive aux différents âges, IV, 712 à 717. — Mode de propagation et frais de culture des mûriers, IV, 717 à 725. — Taille, IV, 725 à 728.

- Prix de vente et prix de revient des feuilles de mûrier, IV, 728 à 731.
- MURS. Précautions à prendre dans leur construction, II, 535. — Épaisseur suivant les matériaux, II, 535. — Principes à observer dans l'établissement des maçonneries en pisé, II, 536. — Fondations des maçonneries en pisé, II, 536. — Mode de construction en pisé, II, 537 à 540. — Construction des murs de soutènement pour les chemins, II, 566.
- N**
- NAVETS. Inconvénients et avantages de leur culture, IV, 115. — Variétés, IV, 116. — Composition, IV, 117; VI, 207. — Terrains et climats propres à la culture, IV, 118. — Engrais, IV, 118 à 120. — Culture jachère, IV, 120 à 125. — Culture dérobée, IV, 125. — Valeur nutritive, IV, 125. — Prix de revient, IV, 124. — Effets des phosphates appliqués à leur culture, VI, 207 à 209.
- NAVETTE. Avantages et inconvénients de la culture, IV, 149. — Rendement en huile, IV, 149. — Semailles, culture et récolte, IV, 150. — Rendement, IV, 150. — Emploi comme fumure verte, I, 565. — Époque de la semaille et de l'enfouissement, I, 565.
- NEIGE. Formation, II, 148. — Neiges polaire, ordinaire et élémentaire, II, 148. — Estimation de la quantité d'eau qui résulte des neiges, II, 148. — Tableau de la quantité de pluie et de neige qui tombe en Europe, II, 274 à 281. — Tableau du nombre de jours de pluie et de neige, II, 290 à 297, 312, 315. — Effet protecteur de la neige par rapport aux récoltes, II, 308; VI, 262. — Différence entre la température sous la neige et sur la neige, II, 309. — Influence de la neige dans le midi de la France, II, 309. — Conditions dans lesquelles les neiges persistent pendant l'hiver, II, 310. — Répartition des neiges en Europe, II, 311. — Époques des principales chutes de neige, II, 311. — Influence de la neige sur les vents, II, 311. — Pronostics météorologiques. Voyez *Pronostics*.
- NICOTINE. Propriétés vénéneuses, IV, 305. — Proportions contenues dans le tabac, IV, 307.
- NITRATES. Dosage des nitrates, I, 53. — Influence des nitrates dans les terres, I, 125. — Mode de formation des nitrates, I, 126; VI, 395. — Valeur comme engrais, I, 507. — Moyen d'obtenir le salpêtre, I, 508. — Efficacité des nitrates de soude, I, 509. — Résultats de l'emploi du nitrate de soude dans le nord de la France, I, 510. — Extension de l'emploi du nitrate de soude en Angleterre, I, 511. — Résultats obtenus sur le nitrate d'ammoniaque employé comme engrais, I, 515. — Prix du kilogramme d'azote fourni par les nitrates, I, 508, 509.
- NITRIQUE (acide). Quantité contenue dans l'eau d'écoulement des drains, VI, 98; dans l'eau de pluie, 100 à 102. — Formation de l'acide nitrique dans les eaux de pluie, I, 127 à 150; II, 56.
- NOIR DE RAFFINERIE. Effet comme engrais, I, 521, 525; VI, 195. — Composition, I, 521 à 525. — Sa décomposition à l'air, I, 524. — Fixation de l'ammoniaque, I, 524. — Prix du kilogramme d'azote du noir, I, 525.
- NOISETIER. Culture, IV, 761.
- NOIX. Mode de récolte, III, 567. — Extraction de l'huile, IV, 755. — Conservation des noix, IV, 757.
- NOMENCLATURE DES TERRES. Voyez *Classification*.
- NORIA. Description, III, 290. — Rapport de la force employée à l'effet utile, III, 291. — Prix de revient de l'eau élevée par les norias, III, 292. — Machine à chapelets, III, 295.
- NOURRITURE. Voyez *Aliments*.
- NOYER. Avantages de la culture, IV, 754. — Végétation, IV, 755. — Variétés, IV, 755. — Formation des pépinières, IV, 756. — Plantation et greffe, IV, 756. — Rendement, IV, 758 à 761.
- NUAGES. Formation, II, 129. — Explication de leur élévation, II, 150. — Élévations maxima et minima, II, 150. — Cumulus, II, 151. — Cirrus, stratus, II, 151. — Cirro-stratus, cirro-cumulus, cumulo-stratus, nimbus, II, 152. — Aspect des nuages électrisés, II, 152. — Influence des nuages sur la végétation, II, 152. — Moyen de déterminer la nébulosité des climats, II, 153. — Étendue, épaisseur, masse des nuages, II, 153. — Tableau des moyennes mensuelles des nébulosités observées à Orange, II, 154. — Masses des nuages comparées aux effets calorifiques du soleil, II, 154. — Effets des nuages sur les jours clairs et les jours couverts, II, 156. — Influence des nuages sur la transmission des rayons calorifiques, II, 156, 157, 145 à 147; sur l'évaporation de l'eau, II, 117. — Formation des nuages chargés d'électricité contraire, II, 169. — Pronostics météo-

rologiques déduits de la disposition des nuages, II, 584.



CELLETTE. — Voyez *Pavot*.

OIGNONS. Variétés, IV, 200. — Composition, IV, 200. — Choix du terrain, IV, 200. — Culture par transplantation, IV, 201 à 203. — Culture par semis, IV, 203. — Prix de vente et prix de revient, IV, 204. — Rendement, IV, 204.

OLIVES. Cueillette des olives, III, 567; IV, 565 à 566. — Composition des olives, IV, 545 à 547. — Prix de vente et prix de revient de l'huile d'olive selon les situations, IV, 506 à 573. — Emploi et valeur des mares d'olive comme engrais, I, 573. — Prix du kilogramme d'azote de ces engrais, I, 573.

OLIVIERS. Position de la région cultivable en Europe, II, 557. — Pays de culture, et limites de la région, II, 558 à 543. — Division de la région, II, 545. — Circonstances météorologiques de la région, II, 544, 545. — Agriculture de la région, II, 546. — Quantité de chaleur nécessaire à la culture des oliviers, II, 544. — Avantages de leur culture, IV, 541. — Prix du fumier appliqué à leur culture, I, 671. — Influence de la gelée et des dégels sur la mortalité des oliviers, II, 57. — Influence de la position des plantations sur la culture, II, 523. — Mode de végétation, IV, 542 à 544. — Durée des oliviers, IV, 544. — Variétés, IV, 547 à 549. — Moyen d'obtenir des plants et prix de revient des pépinières, IV, 550 à 552. — Terrains propres à la culture, IV, 553. — Plantation, IV, 554 à 558. — Culture annuelle, IV, 558 à 560. — Taille, IV, 560 à 562. — Maladies des oliviers, IV, 562.

OPIMUM. Frais de production de l'opium, IV, 159 à 161.

ORAGES. Phénomènes qui les accompagnent, II, 146. — Cause qui les produit, II, 171. — Effets de la foudre, II, 172 à 174. — Orages linéaires et rayonnants, II, 229. — Orages de 1785, II, 250 à 253. — Orages de la zone équinoxiale, II, 255. — Nombres moyens d'orages dans différents lieux, II, 234. — Influence des orages sur la végétation, II, 255. — Époque où ils se produisent, II, 256.

ORANGERS. Limites de leur culture, II, 541; IV, 518. — Variétés, IV, 520. — Bigaradier, Lergamotier, limotier, limonier,

cédratier, IV, 520. — Semis, IV, 522. — Arrosage, IV, 523. — Plantation, IV, 524. — Fumure, IV, 524. — Taille, IV, 525. — Récolte des fleurs, IV, 525.

ORANGES. Cueillette des oranges, IV, 526. — Prix de vente et prix de revient des oranges, IV, 527.

ORGE. Faculté d'épuiser le sol, I, 523. — Propriétés et usages, III, 191. — Variétés: espèce sur six rangs, espèce sur deux rangs, III, 693 à 695. — Mode de végétation, III, 695. — Parties constituantes, III, 696 à 698. — Sol propre à sa culture, III, 698. — Engrais et rendement, III, 699 à 701. — Mode de culture, III, 701 à 705. — Prix de vente et prix de revient, III, 704 à 706. — Emploi de l'orge comme fourrage vert, IV, 507.

OS. Effet des os pulvérisés comme engrais, I, 525. — Composition des os, I, 525. — Effet sur la végétation, I, 98, 526. — Durée totale de l'action des os, I, 527. — Prix du kilogramme d'azote des os, I, 527. — Solubilité des os dans l'acide sulfurique, I, 530.

OUVRIERS RURAUX. Portion des produits attribués pour le paiement de leur travail, I, 547. — Profits des ouvriers ruraux, I, 548. — Conditions dans lesquelles on acquiert leur travail, III, 34. — Travail à la journée et à l'année, III, 35. — Travail à la tâche, III, 35. — Fermage et travail par association, III, 36 à 38. — Variation de la durée des journées, III, 45. — Durée des journées dans le département de Vaucluse et aux colonies anglaises, III, 46. — Mesure du travail journalier, III, 47. — Nombre de mètres enbes de terre déblayés par jour suivant la force de l'ouvrier, III, 48. — Limites entre lesquelles varie le travail d'un ouvrier à la tâche et à la journée, III, 48. — Limites du prix de la journée, III, 49 à 51. — Entretien des ouvriers, III, 51. — Fixation du salaire, III, 52. — Subsistance de l'ouvrier rural, V, 297. — Composition de la nourriture normale, III, 52. — Ration d'entretien, III, 52. — Proportion à ajouter à la ration d'entretien dans les journées de fatigue, III, 54. — Nourriture de la famille, III, 54. — Nature et principes de l'alimentation, V, 387 à 389. — Nature de l'alimentation suivant le travail, V, 389 à 391. — Variation de la nourriture suivant les climats, V, 391, 395. — Dépenses d'entretien autres que la nourriture, III, 55 à 57. — Coût du travail des femmes et

- des enfants, III, 58. — Prix moyen de la journée de travail en Angleterre et en Allemagne, III, 59. — Circonstances qui influent sur le bien-être de l'ouvrier, III, 60. — Prix de la journée à différents âges, III, 61. — Salaire des valets de ferme, III, 62. — Prix de la journée selon les travaux, III, 63 à 64. — Prix du travail de l'homme comparé à celui du cheval, III, 84. — Salaire des ouvriers supplémentaires, V, 413.
- OXYDE DE FER.** Voyez *Fer*.
- OXYGÈNE.** Son rôle dans l'alimentation des plantes, I, 118, 479; II, 30. — Absorption par les terres, I, 159. — Circonstances dans lesquelles se produit l'absorption, I, 160. — Causes qui augmentent la faculté d'absorption des terres, I, 160. — Quantité d'oxygène absorbée par la respiration, II, 50. — Rôle de l'oxygène dans la respiration des plantes, VI, 50; dans la formation des acides végétaux, VI, 33. — Sa combinaison directe avec l'azote de l'air, VI, 505.
- P**
- PAIN.** Composition, V, 562. — Valeur nutritive des différentes qualités, V, 562.
- PANELLE.** Variété de l'orge, III, 695.
- PANAIS.** Composition, IV, 113. — Sol propre à leur culture, IV, 114. — Mode de culture, IV, 114.
- PANIER.** Emploi pour les transports, III, 274. — Influence des retours à vide sur le prix du transport, III, 277 à 279. — Prix du transport par paniers, III, 279, 281.
- PARATONNERRE.** Usage, II, 172.
- PARCAGE.** Avantages du parcage pour l'utilisation des excréments, I, 542. — Quantité d'azote fournie par un parc de cent moutons, I, 543. — Examen du mode d'exploitation par le parcage, V, 210.
- PARTICULES.** Leur agrégation dans le sol, I, 171. — Manière de les séparer, I, 172. — Méthode de lévigation, I, 172. — Formes qu'elles affectent dans les différentes terres, I, 173 à 175. — Dimensions des particules, I, 176. — Influence de leur dimension sur la pesanteur spécifique des terres, I, 176; sur l'hygroscopicité, 177 à 179; sur la ténacité, 179 à 181.
- PASTEL.** Pays de culture, IV, 290. — Choix du terrain propre à sa culture, IV, 290. — Engrais, IV, 290. — Variétés, IV, 291. — Semences et culture, IV, 291. — Récolte et rendement, IV, 292. — Extraction de la matière tinctoriale, IV, 282. — Fabrication des coques, IV, 292. — Prix de vente et prix de revient, IV, 293. — Uredo, IV, 292.
- PASTÈQUES.** Culture en Italie, IV, 181, 189. — Avantages de la culture, IV, 190. — Choix du terrain et mode de culture, IV, 190. — Engrais, IV, 191. — Arrochage, IV, 192. — Produit, IV, 192. — Maladies des pastèques, IV, 195.
- PATATES.** Avantages de leur culture, IV, 56. — Difficulté de l'introduction des patates dans les régions centrales du continent, IV, 56. — Composition, IV, 58. — Valeur nutritive, IV, 60. — Engrais, IV, 61. — Température, IV, 61. — Variétés, IV, 62. — Culture, IV, 65 à 65. — Comptes comparés de la culture des patates à celle des pommes de terre, IV, 65 à 69.
- PATURAGES.** Position de la région des pâturages en Europe, II, 537. — Circonscription de la région, II, 365 à 367. — Division en sous-régions, II, 366. — Caractères météorologiques de la région, II, 367 à 369. — Agriculture de la région, II, 369 à 371. — Circonstances qui doivent déterminer à faire pâturer les prairies, IV, 369 à 374. — Soins de conservation des pâturages, IV, 400. — Étaupinage, IV, 401. — Enclos, IV, 402. — Pâturage à la corde, IV, 416. — Assolements avec pâturages, IV, 457. — Division des pâturages en deux espèces, V, 161. — Causes de leur transformation en champs cultivés, V, 162 à 166. — Circonstances qui conduisent à transformer les terres labourables en herbages, V, 169. — Causes qui doivent favoriser la transformation des terrains en pâturages, V, 169 à 172. — Système à adopter pour la conversion des terrains en pâturages, V, 506 à 508. — Valeur du capital annuel dans les fermes à pâturages, I, 556.
- PAVOT ou ŒILLETTE.** Avantages de la culture, IV, 154. — Composition, IV, 154. — Rendement en huile, IV, 155. — Valeur des tourteaux, IV, 155. — Produit de l'œillette par hectare, IV, 156. — Variétés, IV, 156. — Culture et récolte, IV, 157 à 159. — Culture pour l'opium, IV, 159 à 161. — Prix de vente et prix de revient, IV, 161.
- PÊCHER.** Culture et produit, IV, 758.
- PEIGNE (Herse).** Usage, III, 114. — Peigne Machon, III, 115.
- PELLE.** Usage, III, 186. — Variétés, III, 187. — Appréciation du travail mécanique des pelles, III, 188 à 191. — Ravale, III, 191.
- PELLEVERSAGE.** But de cette opération, III, 179. — Emploi de la méthode de pelle-

- versage pour les défoncements profonds, III, 341 à 343.
- PENTES.** Influence de l'inclinaison du sol sur la culture et la stabilité des terres cultivées, I, 194. — Influence des pentes sur l'irrigation, I, 441.
- PÉRIGÉE.** Définition, II, 417.
- PERMÉABILITÉ.** Définition, VI, 267. — Temps employé par l'eau pour traverser des couches de nature différente, VI, 268. — Caractères des terrains perméables, VI, 269.
- PERSICAIRE.** Terrain propre à sa culture, IV, 286. — Culture, IV, 287. — Engrais, IV, 287. — Fauchage, IV, 287. — Extraction de la matière tinctoriale, IV, 288. — Prix de vente et prix de revient, IV, 289.
- PESANTEUR spécifique des terres,** I, 137 à 139. — Influence des dimensions des particules de terre sur la pesanteur spécifique, I, 176.
- PHOSPHATES.** Dosage des phosphates contenus dans la terre, I, 58; VI, 362. — Rôle des phosphates dans la composition des corps animaux, I, 96. — Ils forment un élément constitutif des végétaux, I, 97. — Rôle des phosphates dans la composition des sols, I, 98, 501; VI, 103. — Effet des phosphates sur les plantes, VI, 204 à 209; VI, 42 à 44. — Effets du phosphate d'ammoniaque sur la végétation, I, 516. — Quantité de phosphates enlevée à la terre par les récoltes, I, 527 à 530. — Proportion de phosphates contenue dans les eaux de pluie, II, 38. — Engrais convenant aux terres manquant de phosphates, VI, 194 à 196.
- PHYTOLOGIE.** Objet de cette science, III, 314 à 317.
- PIC.** Emploi, III, 203. — Évaluation du travail des pies, III, 203.
- PIED-D'OISEAU.** Valeur comme fourrage, IV, 401. — Culture, IV, 492.
- PIERRES A BATIR.** Choix des moellons, II, 507. — Qualité qu'on doit rechercher dans les moellons, II, 508. — Pierres géhives, II, 508. — Résistance des pierres à l'écrasement et pesantier des pierres, II, 509. — Importance de la forme et des dimensions des pierres, II, 510, 511. — Avantages de l'emploi des pierres de taille, II, 511. — Caractères qui distinguent les pierres de taille des moellons, II, 512. — Matériaux qui peuvent remplacer les pierres de taille, II, 512.
- PIGEONS.** Emploi et valeur de la colombine comme engrais, I, 551; VI, 154.
- PIX.** Emploi et valeur des jeunes pousses comme engrais, II, 554; V, 212.
- PISCEMENT.** But et effet de cette opération, III, 549. — Époque à laquelle on doit la pratiquer, III, 550.
- PICHE.** Emploi de cet instrument, III, 203.
- PISÉ.** Terre propre à la fabrication du pisé, II, 524. — Moyen de reconnaître les meilleures terres à pisé, II, 525. — Composition des terres à pisé, II, 525. — Emploi du pisé, II, 527. — Construction des murs en pisé, II, 536 à 540.
- PISTACHE DE TERRE.** Voyez *Arachide*, IV, 172.
- PLAINES.** Influence des plaines sur la distribution des pluies, II, 263.
- PLAN INCLINÉ** considéré comme grande machine agricole, VI, 489 à 538.
- PLANCHES.** Emploi pour les toitures, II, 557.
- PLANCHERS.** Ordre de leur établissement dans les maçonneries, II, 535. — Construction des planchers, II, 541. — Résistance des poutres, II, 542 à 545.
- PLANTATIONS.** Définition, III, 439. — Distance à mettre entre les plantes, III, 467. — Époque des plantations, III, 523 à 525. — Préparation du terrain, III, 526. — Préparation des sujets à transplanter, III, 527 à 531. — Creusement des fosses et exécution des plantations, III, 530 à 537. — Soins ultérieurs à donner aux plantations d'arbres, III, 537. — Boutures, III, 538 à 541. — Marcottes, III, 541. — Transplantation des plantes herbacées, III, 509 à 512; des plantes vivaces et des arbres, 512 à 514. — Influence des époques lunaires sur les plantations, II, 443 à 447. — Importance des plantations d'arbres auprès des bâtiments ruraux, II, 458.
- PLANTES.** Voyez *Végétaux*.
- PLANTOIR.** Plautoir des jardiniers et plantoir à deux branches, III, 103. — Plautoir pour le blé, III, 105. — Rouleau-plautoir de M. A. de Gasparin, III, 105. — Main-d'œuvre nécessaire pour exécuter les semailles avec les plantoirs, III, 487.
- PLÂTRE.** Quantité contenue dans le sol, I, 82. — Détermination de la quantité de plâtre contenue dans un terrain, I, 91, 626. — Effets du plâtre sur la végétation, I, 83, 624; VI, 41. — Manière d'employer le plâtre, I, 628. — Plantes sur lesquelles il a le plus d'action, I, 83. — Différence entre les plantes plâtrées et celles qui ne le sont pas, I, 90. — Sols auxquels il convient le mieux, I, 83. — Effets du plâtre sur les terrains dépourvus de carbonate de chaux, I, 625. — Mode d'action du plâtre sur les terres, I, 84 à 89. — Quantité de plâtre contenue dans les cendres des récoltes, I, 89. — Emploi du plâtre cuit et cru, I, 626. — Emploi du

- plâtre en couverture, I, 627. — Cuisson, qualité et emploi du plâtre dans les constructions, II, 523.
- PLUIE.** Quantité fournie au sol, I, 119. — Quantité enlevée au sol par l'évaporation, I, 118; II, 122. — Formation de l'ammoniacque et de l'acide nitrique dans l'eau de pluie, I, 122 à 130; II, 35; VI, 100. — Seis dissous dans les eaux de pluie, II, 37 à 39; VI, 103. — Formation de la pluie, II, 140. — Hypothèses imaginées pour expliquer cette formation, II, 141. — Udomètre, II, 147. — Influence des vents sur la pluie, II, 150. — Influence des déboisements sur la diminution des pluies, II, 152; observation concernant les bassins de Paris et de Milan, II, 153. — Accroissement progressif du nombre de jours de pluie, II, 153. — Comparaison des pluies de l'année entière à celles de l'été, II, 153. — Effets des pluies sur la végétation, II, 157 à 161; VI, 78, 261. — Moyen d'apprécier la bonne ou la mauvaise répartition des pluies, II, 161. — Formation et fréquence des orages, II, 228 à 256. — Influence des pluies sur le caractère des climats, II, 252. — Bande équatoriale à pluies d'été, II, 253. — Distribution des pluies selon les régions, II, 253 à 256. — Influence de la latitude sur la quantité totale annuelle de pluie, II, 256; quantité totale annuelle pour un grand nombre de lieux, II, 256, 258. — Causes modificatrices des pluies, II, 258. — Influence de l'altitude des lieux sur l'abondance des pluies, II, 258. — Quantités annuelles de pluie mesurées dans les vallées du Rhône, de la Saône, du Danube, du Pô et du Rhin, II, 260. — Influence des circonstances locales sur la quantité annuelle, II, 261. — Tableau des lieux des plus fortes pluies, II, 261. — Influence de la situation des lieux et du trajet des vents humides sur la production de la pluie, II, 263. — Distribution géographique des pluies, II, 264. — Répartition des quantités de pluie selon les saisons, II, 264. — Prédominance des pluies d'automne sur les pluies d'été, sur les bords de la Méditerranée, II, 265. — Bandes des pays à pluies d'automne et à pluies d'été, II, 265, 266. — Courbes représentant les quantités de pluie des deux bandes, II, 270. — Répartition des pluies par mois, II, 267. — Variation des quantités mensuelles de pluie, II, 267. — Tableau des quantités mensuelles et totales de pluie observées dans les contrées de l'Europe, II, 269. — Influence des pluies du printemps et d'été sur les récoltes, II, 271 à 273. — Tableau de la quantité de pluie qui tombe dans les principales villes d'Europe, II, 274 à 281. — Influence de la latitude et de l'altitude sur le nombre de jours de pluie, II, 281. — Influence des circonstances locales sur le nombre de jours de pluie, II, 283 à 285. — Répartition des jours de pluie selon les saisons, II, 286. — Répartition des jours de pluie selon les mois, II, 287. — Tableau du nombre moyen de jours de pluie par mois, observés dans les différentes contrées de l'Europe, II, 288. — Tableau du nombre de jours de pluie et de neige observés dans les principales villes de l'Europe, II, 290 à 297. — Moyenne de la quantité d'eau tombée par jour de pluie dans les différentes contrées de l'Europe, II, 298. — Explication des crues d'automne, II, 298 à 300. — Influence du groupement des pluies sur la végétation, II, 301. — Tableaux des jours consécutifs de pluie et des jours d'intervalle pour chaque mois, II, 303. — Influence de l'évaporation sur l'action de chaque pluie, II, 304. — Influence des intervalles entre les jours de pluie sur la période de végétation des localités, II, 304, 305. — Rapport entre les vents de pluie et les quantités d'eau tombée, II, 306. — Tableau des vents de pluie, II, 307. — Accumulation des eaux de pluie pour l'irrigation, I, 447. — Pronostics météorologiques de la pluie. Voyez *Pronostics, Lune, Baromètre*.
- POIRÉ.** Fabrication, IV, 774.
- POIRIER.** Avantages de sa culture, IV, 773. — Terrains propres à sa culture, IV, 775. — Durée de la vie des poiriers, IV, 775. — Variétés, IV, 776.
- POIS.** Avantages de leur culture, III, 788. — Sols propres à leur culture, III, 788. — Variétés et composition, III, 789. — Récolte, III, 790. — Mode de culture, III, 790 à 792. — Prix de vente et prix de revient, III, 792. — Culture des pois chiches, III, 796.
- POISSONS.** Emploi des débris comme engrais, I, 519; VI, 159. — Emploi des excréments comme engrais, I, 552. — Composition de l'engrais de poisson, VI, 160.
- POLYSOCS.** Avantages et inconvénients qu'ils présentent, III, 161 à 165. — Polysocs de Bedford et de M. Godefroy, III, 162 à 167.
- POMMES.** Composition, IV, 765. — Maturité des pommes, IV, 772. — Fabrication du cidre, IV, 762, 773. — Valeur des

- mares de pommes comme engrais, I, 578.
- POMMES DE TERRE.** Origine, IV, 5 à 7. — Avantages de leur culture, IV, 7. — Valeur nutritive, IV, 8, 15. — Composition, IV, 8 à 10. — Variétés, IV, 10 à 19. — Tableau de la composition, du poids, de la valeur alimentaire et de l'époque de maturité des différentes variétés, IV, 14. — Mode de végétation, IV, 19 à 25. — Température nécessaire à leur végétation, IV, 15, 22. — Choix de l'engrais, IV, 25 à 29. — Prix du fumier appliqué à leur culture, I, 667. — Terrain propre à la culture des pommes de terre, IV, 29. — Préparation du terrain, IV, 50 à 52. — Mode de propagation des pommes de terre, IV, 52 à 59. — Produit par hectare, IV, 54 à 57. — Plantation, espacement des plants, IV, 59 à 62. — Soins de culture pendant la végétation, IV, 62. — Récolte, IV, 65. — Conservation, IV, 64. — Plantation d'été, IV, 63. — Plantation d'automne, IV, 64. — Maladies des pommes de terre : gale, frisoïée; rouille des feuilles, maladie proprement dite, IV, 67 à 72. — Prix de vente et prix de revient, IV, 52 à 56. — Comparaison de la culture des pommes de terre à celle des patates, IV, 63 à 69. — Valeur des mares comme engrais, I, 578.
- POMMIER.** Importance des pommiers dans les exploitations rurales, IV, 705. — Choix du terrain, IV, 704. — Rendement, IV, 704. — Influence des froids sur la végétation des pommiers, IV, 706. — Variétés, IV, 706 à 708. — Formation des pépinières, IV, 708. — Plantation, IV, 709. — Exposition, IV, 710. — Taille, IV, 711. — Frais de plantation des arbres, IV, 713.
- POMPES.** Description de la pompe foulante, III, 295. — Pompe aspirante, III, 296. — Pompe aspirante et foulante, III, 297. — Détermination du travail produit, III, 297. — Travail développé pour faire mouvoir le piston, III, 298. — Avantage de l'emploi des pompes, III, 299.
- PONTCEAUX.** Construction pour les chemins ruraux, II, 567.
- POPULATIONS AGRICOLES.** Influence de leur richesse sur la valeur de la propriété rurale, I, 419 à 429. — Influence de l'accroissement ou de la diminution de la population sur la valeur de la propriété rurale, I, 424 à 427.
- POQUETS.** Semis par poquets, II, 488.
- PORCS.** Emplacement que chaque tête occupe dans les loges, II, 487. — Disposition et dimension des loges, II, 487. — Quantité de fumier produite et composition du fumier de porcs, VI, 154.
- PORCHÈMES.** Dispositions et dimensions à adopter, II, 487.
- PORTEES.** Position qu'elles doivent occuper dans les constructions rurales, II, 535.
- POTASSE.** Méthode de dosage, I, 54. — Quantité de potasse contenue dans les cendres des plantes, I, 99. — Rôle de la potasse dans la végétation, I, 100 à 102; VI, 52. — Proportion de potasse contenue dans divers terrains, I, 102. — Forme sous laquelle on la rencontre dans la terre, I, 104. — Valeur du nitrate de potasse comme engrais, I, 507. — Moyen d'obtenir le nitrate de potasse, I, 510. — Valeur du carbonate de potasse comme engrais, I, 610. — Quantité de potasse enlevée au sol par hectolitre de blé, I, 610. — Quantité de potasse à employer comme engrais, I, 611.
- POTIRALMON.** Variété de courge, IV, 182. Voyez *Courge*.
- POTIRON.** Variété de courge, IV, 181. Voyez *Courge*.
- POUDRETTE.** Composition, VI, 156. — Préparation, I, 559. — Prix du kilogramme d'azote de la poudrette, I, 559.
- POULAILLER.** Dimensions à adopter, II, 488.
- POULARD.** Variété de blé, III, 606.
- POULES.** Emploi et valeur des excréments comme engrais, I, 552; VI, 154.
- PRAIRIES.** Supériorité des terres cultivées longtemps en prairies, I, 559. — Prix du fanchage des prairies, III, 219, 220. — Époque de la coupe des fourrages, III, 575, 580. — Circonstances qui doivent déterminer à faire pâturer ou à faucher les prairies, IV, 569 à 574. — Circonstances dans lesquelles on doit consacrer le terrain à la production des herbages, IV, 574 à 580. — Terres propres aux prairies permanentes, VI, 555 à 555. — Mode de végétation des prairies, IV, 580 à 585. — Qualité des herbes, IV, 585 à 587. — Foin récolté par hectare, richesse en azote et perte par la fenaison des plantes des terrains humides, 587; des plantes des terrains frais, 589; des plantes des terrains secs, 590; des plantes des terrains acides, 591. — Époques de la végétation, température, produit en azote par hectare des plantes des prairies humides, fraîches et sèches, IV, 592 à 595. — Proportion de graines et prix de revient des travaux nécessaires à la création des prairies dans des terrains de diverses natures, IV, 595 à 490. —

- Soins annuels de conservation des prés-pâturages, IV, 400 à 406. — Soins de conservation des prairies fauchées, IV, 406 à 412. — Durée des prairies, IV, 415 à 416. — Estimation de la valeur des prairies, IV, 417. — Frais de culture des prairies par hectare, IV, 408 à 411. — Effet des eaux d'irrigation sur les prairies, IV, 412. — Prairies temporaires, IV, 420 à 435. — Partie du capital d'exploitation à employer à la conversion en prairies, V, 476 à 478. — Compte des cultures pérennes, V, 608. — Méthode de défichement, III, 547.
- PRALINAGE des semences, MI, 480.
- PRÉS. Voyez *Prairies*.
- PRESSOIRS. Frais d'entretien, IV, 678.
- PRINTEMPS. Température des vents de printemps à trois heures, II, 192. — Jours de vent et somme des températures pendant le printemps, II, 193. — Direction moyenne des vents de printemps, II, 243. — Distribution géographique des pluies de printemps, II, 265. — Influence des pluies de printemps sur la végétation, II, 271 à 273. — Répartition géographique des jours de pluie de printemps, II, 286. — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour pendant le printemps, II, 298. — Pronostics du caractère du printemps, II, 409 à 412.
- PROBABILITÉS. Calcul du retour d'un événement, II, 375. — Détermination des phénomènes prochains par les faits actuels, II, 377. Voyez *Pronostics*.
- PROFONDEUR DU SOL. Son influence sur la valeur des terrains, I, 404.
- PRONOSTICS météorologiques fournis par certains animaux, II, 378; par les sangsues et les actinées, 379; les araignées, 380. — Pronostics tirés des végétaux, II, 381; de l'état du ciel, 382; de la pâleur et de la dimension apparentes du Soleil et de la Lune, 382; de la position et du mouvement de la Lune, 414 à 419; de la transparence de l'air, 383; de l'observation des vents et des nuages, des brouillards, de la rosée et de la gelée blanche, 384 à 386; du baromètre, 386 à 400; du thermomètre, 401; de l'hygromètre, 402. — Prévision du caractère des saisons et des années futures, II, 403 à 414.
- PROPRIÉTÉ RURALE. Sa formation, V, 243 à 245. — Exploitation en commun, V, 245. — Distinction entre la grande et la petite propriété, V, 247. — Avantages et limites de la division de la propriété, V, 249 à 255. — Causes de la formation des petites propriétés, V, 255 à 257. — De l'administration de la propriété rurale, V, 531. — Entrée en jouissance, V, 532 à 534. — Etat des lieux, V, 534. — Installation du local, V, 535. — Choix des agents divers attachés à la ferme, V, 536. — Rôle du propriétaire de biens affermés, V, 615 à 621; de biens en métayage, 621 à 623. — Rôle des propriétaires exploitant par eux-mêmes, V, 623 à 627; des propriétaires cultivateurs, 627 à 632.
- PRUNEAUX. Préparation, IV, 735.
- PRUNES. Composition, IV, 732. — Variétés, IV, 733.
- PRUNIER. Avantages de leur culture, IV, 732. — Variétés, IV, 733. — Plantation, IV, 734. — Rendement, IV, 734. — Ravages des chenilles, IV, 734.
- PUCONNIE. Maladie du blé, III, 661; du seigle, 688.
- PUITS. Formation des puits artésiens, I, 256. — Construction des puits en étage pour l'irrigation, I, 450. — Forage des puits pour l'irrigation, I, 452. — Quantité d'eau fournie par des puits forés, I, 453. — Frais des opérations de forage, I, 454. — Considération de la possibilité du forage des puits dans l'établissement des bâtiments ruraux, II, 464.
- PULPES. Valeur des pulpes de betterave comme engrais, I, 379; valeur nutritive, IV, 97.
- PURIN. Voyez *Engrais*.

Q

- QUADRATURE. Définition, II, 418.
- QUARTZ. Propriétés de la terre qui en provient, I, 204.

R

- RACINES. Différents modes de récolte, III, 568 à 570. — Avantage et rôle des racines alimentaires dans les cultures, IV, 1 à 3. — Valeur des racines comme aliment et composition, IV, 3 à 5. — Racines tinctoriales, IV, 250 à 253. — Ensilage des racines, V, 568. — Terres qui conviennent à la culture des racines, VI, 348 à 355. — Hypothèse de Rozier fondant la théorie des assolements sur la forme des racines des végétaux, V, 51. — Théorie des assolements fondés sur l'action des racines des végétaux dans le sol, V, 52 à 56.
- RAISIN. Valeur des mares de raisin comme engrais, I, 578. — Composition des mares,

- IV, 598. — Influence des époques lunaires sur les vendanges, II, 449, 451.
- RATEAU.** Usage de cet instrument, III, 111.
- RATELIER.** Dispositions à adopter pour les écuries, II, 481.
- RATISSOIRE.** Définition, III, 123. — Râtissoire à cheval, III, 123.
- RATS.** Moyen de destruction, IV, 214; V, 565.
- RAVALE.** Forme et usage de cet instrument, III, 191.
- RAVES.** Variété de navets, IV, 116.
- RAY-GRASS.** Voyez *Ivraie*.
- RÉCOLTES.** Evaluation des récoltes par les semences employées, I, 342; par les produits d'une ou de plusieurs années, I, 545. — Estimation des récoltes moyennes par des résultats positifs de plusieurs années, I, 544. — Influence des époques lunaires sur les récoltes, II, 448. — Récolte des fruits, des racines, des tiges, des fourrages et des céréales, III, 564 à 590. — Choix de l'époque des récoltes, III, 564. — Tableau des récoltes d'un hectare de terrain soumis à différentes cultures, V, 98. — Lois des assolements dépendant des moyens de réalisation des récoltes, V, 109 à 115. — Théorie des récoltes dérobées, V, 126. — Soins à prendre pour la conservation des récoltes, V, 563 à 569.
- REGAIN.** Produit de la coupe du regain, IV, 408.
- RÉGIONS AGRICOLES.** Circonstances dont il faut tenir compte dans leur détermination, II, 555. — Division de l'Europe en cinq régions, II, 557. — Régions des oliviers, II, 538 à 549; des vignes, 549 à 659; des céréales, 359 à 365; des pâturages, 365 à 571; des forêts, 571 à 575.
- RÉGISSEURS.** Salaires qu'il convient de leur donner, V, 381. — Education des régisseurs agricoles, V, 454 à 440.
- RÉGULATEUR.** Emploi pour modifier la ligne de tirage de la charrue, III, 150. — Régulateurs à cheville et à manivelle, III, 150, 151. — Régulateurs à crémaillère, III, 151. — Déperdition de force causée par l'emploi du régulateur pour modifier la largeur du sillon, III, 152.
- RENTE.** Définition d'après Adam Smith, V, 281, 288; d'après Say, 284, 293; d'après Ricardo, 286, 295. — Valeur réelle de la rente, V, 500 à 505. — Partie du capital circulant employé au paiement de la rente, V, 414.
- RÉSERVOIRS.** Accumulation dans des réservoirs des eaux de pluie et de sources pour l'irrigation, I, 447. — Constructions des Romains, I, 447. — Constructions modernes, I, 448. — Mesurage de la quantité d'eau emmagasinée dans les réservoirs, I, 449. — Emploi de la machinerie hydraulique dans la construction des réservoirs, II, 558.
- RUYZOCTONE.** Parasite du safran, IV, 214; de la luzerne, IV, 435.
- RICIN.** Origine, IV, 175. — Pays de culture, IV, 176. — Rendement en huile, IV, 176. — Valeur des tourteaux, IV, 176, 178. — Composition de la graine et des tourteaux, IV, 176. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 176. — Culture, IV, 177. — Récolte, IV, 178. — Prix de revient, IV, 178.
- RIVIÈRES.** Voyez *Fleuves*.
- RIZ.** Origine, III, 725. — Avantages et inconvénients de sa culture, III, 726. — Variétés, III, 728. — Composition, III, 729. — Préparation du terrain, plan et description d'une rizière, III, 750 à 755. — Mode de culture, III, 755 à 756. — Récolte, III, 756. — Assolement des rizières et compte de culture, III, 757 à 759. — Prix de revient, III, 759.
- ROCHES.** Formation des terrains agricoles, I, 199; VI, 71. — Décomposition des roches, I, 202. — Quartz, pétrosilex, porphyre quartzifère, gneiss, granite, I, 204. — Feldspath, I, 205. — Propriétés des terrains formés par la destruction du granite, I, 205 à 207. — Schiste, ardoise, trachyte, basalte, I, 208, 209. — Calcaires, grès, gypse, I, 209, 210. — Formation des sols très-riches, I, 251; des sols de fécondité moyenne, 251; des sols pauvres, 252; des sols très-maigres, 253. — Terres rocheuses, I, 295. — Désagrégation mécanique et chimique des roches, VI, 70. — Transformation des roches en argile, en glaise et en marne, VI, 72. — Formation du terreau, VI, 72.
- ROE DES VENTS.** II, 191.
- ROSEAUX.** Emploi comme engrais, I, 553; V, 215. — Prix du kilogramme d'azote de cet engrais, I, 556. — Composition à l'état sec, I, 556.
- ROSÉE.** Formation, II, 125. — Circonstances dans lesquelles elle se produit, II, 123. — Circonstances qui influent sur sa formation, II, 124, 127. — Quantité moyenne déposée sur le sol, II, 125 à 127. — Effets de la rosée sur la végétation, II, 127. — Nombre moyen de jours de rosée à Orange et à Rome, II, 128. — Influence des lieux sur la production de la rosée, II, 128. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation de la rosée, II, 586.
- ROBE HYDRAULIQUE à aube et à godets.** I, 434; III, 287. — Emploi et disposition

- des organes de transmission des roues à godets, III, 287 à 289. — Dimension des roues à aubes, III, 288. — Rapport de la force à l'effet utile dans les roues à aube, III, 288. — Noria, machine à chaplet, III, 290 à 293.
- ROUILLE. Maladie du blé, III, 662; des pommes de terre, IV, 49.
- ROUSSAGE du chanvre, IV, 521, 331; du lin, IV, 547.
- ROULEAU de M. A. de Gasparin pour les semis et la transplantation, III, 105. — Emploi des rouleaux pour briser les mottes, III, 206. — Construction des rouleaux, III, 207. — Rouleaux de bois et de pierre, III, 207. — Dimension et stabilité des rouleaux de bois, III, 239. — Rouleau garni de pointes, III, 208. — Rouleau squelette et rouleau conique, III, 209. — Emploi des rouleaux pour le dépiquage des grains, III, 237. — Prix du dépiquage d'un hectolitre de grain, III, 258. — Tirage des rouleaux, III, 258. — Différentes manières de manoeuvrer les rouleaux, III, 241 à 243. — Emploi des rouleaux pour les semailles, III, 497.
- ROUTE. Voyez *Voies de communication*.
- RUTABAGAS. Avantages de leur culture, IV, 125. — Composition, IV, 125. — Rendement, IV, 126. — Engrais nécessaires, IV, 127. — Transplantation, IV, 127. — Remède contre l'altise, IV, 127. — Choix du terrain, IV, 128. — Culture, IV, 128. — Valeur nutritive, IV, 129. — Prix de revient, IV, 130.
- S**
- SABLE. Caractères des terrains sablonneux, I, 284. — Sables meubles et inconsistants, I, 284. — Emploi du sable dans la fabrication des mortiers, II, 518. — Emploi pour modifier la cohésion du sol, VI, 517.
- SAFRAN. Principes colorants du safran, IV, 207. — Pays de culture, IV, 207. — Cueillette et triage des pistils, IV, 208, 215. — Température nécessaire à la végétation, IV, 208. — Choix du terrain, IV, 209. — Composition des bulbes, IV, 209. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 209. — Mode de culture, IV, 210. — Culture du Gâtinais et de l'Angleterre, IV, 211, 213. — Produit moyen d'un hectare, IV, 214. — Destruction causée par les rats et le rhyzotone, IV, 214. — Prix de vente et prix de revient, IV, 215 à 217.
- SAINFOIN. Composition des sols propres à sa culture, I, 258, 259; IV, 465; VI, 348 à 355. — Avantages de sa culture IV, 462 à 464. — Composition des cendres de sainfoin, IV, 464. — Rendement du sainfoin, IV, 465. — Effet améliorant du sainfoin, IV, 466. — Variétés, IV, 468. — Semailles, IV, 468. — Culture et récolte, IV, 469. — Récolte de la graine, IV, 471. — Prix de revient, IV, 471. — Sainfoin d'Espagne, IV, 472 à 474.
- SAISONS. Rapport entre la marche des saisons et celle de la végétation, II, 91 à 101. — Radiation solaire des saisons, VI, 440. — Influence des vents sur la température des saisons, II, 195. — Influence des divers caractères des saisons sur la végétation, II, 205. — Observations de la hauteur des eaux comme modulo du degré d'humidité ou de sécheresse d'une saison, II, 209. — Distribution des vents selon les saisons, II, 245. — Distribution des pluies selon les saisons, II, 264 à 267. — Répartition des jours de pluie selon les saisons, II, 286. — Moyenne géographique de la quantité d'eau tombée par jour dans chaque saison, II, 298. — Pronostics du caractère des saisons fondés sur l'observation des tempêtes, de la pluie, des vents, du baromètre, II, 404 à 412. — Corrélation des caractères des saisons, II, 407. — Influence des saisons sur les labours, III, 384 à 386; sur les produits de la vigne, IV, 652 à 658. — Répartition des travaux de culture selon les saisons, V, 90 à 92, 546 à 553. — Saisons végétales de température, VI, 276. — Degrés des saisons végétales pour diverses localités, VI, 277. — Conclusions à tirer de la durée et de la température des saisons végétales, VI, 277 à 279. — Importance de la saison végétale d'humidité, VI, 279. — Tableau des saisons végétales, VI, 281 à 285. — Variations des saisons végétales selon les latitudes, VI, 285 à 287.
- SALAIRE. Voyez *Ouvriers ruraux*.
- SALPÊTRE. Voyez *Nitrates*.
- SANG. Composition et valeur comme engrais, I, 520; VI, 158. — Emploi du sang desséché, I, 520. — Prix du kilogramme d'azote du sang, I, 521.
- SANGSIÈRES. Pronostics météorologiques, II, 579.
- SAPE. Forme et emploi de cet instrument, III, 220, 875.
- SARCLAGE Définition, III, 558. — But de cette opération, III, 558. — Apprécia-

- tion du travail nécessaire pour le sarclage, III, 205.
- SARMENTS.** Emploi comme engrais pour les vignes, I, 556. — Composition, IV, 598.
- SARRAZIN.** Circonstances qui favorisent sa culture, III, 719. — Propriétés, III, 720. — Mode de culture, III, 721. — Récolte, III, 722. — Variabilité des rendements, III, 722. — Poids moyen, III, 723. — Prix de vente et prix de revient, III, 724. — Emploi comme fumure verte, I, 564.
- SAVON.** Emploi de l'huile dans la fabrication du savon, IV, 559.
- SCARIFICATEUR.** Définition, III, 416. — Scarificateurs de Biddell et de lord Ducie, III, 417. — Règlement de l'instrument, III, 417. — Griffon du midi, III, 418. — Travail et emploi des scarificateurs, III, 419. — Emploi des scarificateurs pour les semailles, III, 492 à 494.
- SCISTE.** Propriétés de la terre qui en provient, I, 208.
- SCIAGE des tiges,** III, 571. — Emploi de la faux, III, 574 ; de la sape, 575.
- SÉCHERESSE.** Son influence sur l'échauffement des terres, I, 166. — Influence de l'état de sécheresse de la terre sur la culture, I, 592. — Influence des climats secs sur la végétation, II, 164 à 166. — Influence de la sécheresse sur le caractère des saisons, II, 205 à 209.
- SEIGLE.** Faculté d'épuiser le sol, I, 525. — Propriétés, III, 676 à 678. — Variétés, III, 678. — Végétation et convenances météorologiques, III, 679. — Parties constituantes, III, 680 à 682. — Sols propres à sa culture, III, 682 à 684. — Qualité des engrais nécessaires au seigle, III, 684 à 686. — Mode de culture, III, 686. — Choix des variétés, III, 687. — Maladies du seigle, III, 688. — Prix de vente et prix de revient, III, 689 à 691. — Méteil, III, 717 à 719. — Emploi comme fourrage vert, IV, 506. — Emploi comme engrais vert, I, 562. — Valeur de la fumure verte, I, 565.
- SEISETTES.** Variété de blé, III, 605.
- SEL.** Influence du sel sur les sols, I, 106. — Terres salifères, I, 296. — Moyen de reconnaître les terres salifères, I, 297. — Propriétés des terrains salins, I, 298. — Effet produit par le sel sur les plantes, I, 614 à 616 ; VI, 53. — Dose de sel à employer par hectare, I, 617. — Action de l'eau pure comparée à celle de l'eau salée, I, 617. — Résultats produits par le sel sur les prairies, I, 620. — Mode d'action du sel, I, 621. — Quantité de sel contenue dans les eaux de pluies, II, 37. — Emploi du sel pour la nourriture des animaux, V, 399.
- SEMAILLES.** Définition, III, 459. — Conditions pour assurer leur réussite, III, 459. — Choix de l'époque, III, 460 à 466. — Influence des époques lunaires II, 445 à 447. — Distance à mettre entre les plantes, III, 467 à 474. — Chance qu'ont à courir les semailles d'automne, III, 485. — Préparation du terrain pour les semailles, III, 486. — Influence de l'humidité et de la sécheresse sur l'époque des semailles, III, 486. — Procédés divers, III, 486. — Semis au plantoir, III, 487. — Semis à poquets, III, 488. — Semis sous raies, III, 489. — Emploi de l'araire pour les semailles, III, 491. — Emploi du scarificateur ou de la herse, III, 492 à 494. — Emploi des semoirs, III, 494 à 496. — Plombage des terrains, emploi du rouleau, III, 496. — Semis à la volée, III, 497 à 501. — Semis en ligne ; emploi des semoirs, III, 501 à 505. — Époque des semailles de printemps, III, 505 à 507. — Température nécessaire à la germination des plantes, III, 506. — Semis à l'abri et sous couche des plantes délicates, III, 508.
- SEMENCES.** Elles donnent un moyen d'évaluer les récoltes, I, 342. — Dissémination des semences ailées par les vents II, 201. — Moyen de reconnaître les graines impropres à la végétation, III, 440. — Rejet des grains atteints de maladies, III, 441. — Choix entre les grosses et les petites graines, III, 441 à 447. — Hérité des qualités des grains III, 447. — Du changement des semences, III, 448 à 450. — Recherche du degré de maturité des semences, III, 453 à 455 ; VI, 450. — Conservation et durée des facultés germinatives, III, 455 à 455. — Profondeur à laquelle il faut enterrer les semences, III, 455 à 460. — Quantité de semence à employer par hectare III, 474 à 479. — Différents modes de préparation des semences, III, 479 à 485. — Pralinage des semences, III, 480. — Emploi des germes qui ne sont pas contenus dans les graines des plantes, III, 483.
- SEMS.** Voyez *Semailles*.
- SEMOIRS.** Avantages de leur emploi, III, 210. — Inconvénients, III, 211. — Description III, 211. — Semoir de Grigno et de Mathieu de Dombasle, III, 211 à 213. — Semoir de Locatelli et de Hugues, III, 215. — Semoir de Fellember et de Duhamel, III, 214. — Semoir à barillet anglais pour les turneps, III, 214

- Emploi des mancherons pour régler l'entrure, III, 215. — Conditions que doit remplir un bon semoir, III, 216, 217. — Exécution des semis, III, 494. — Comparaison des semis à la volée et des semis au semoir, III, 495. — Exécution des semis en lignes, III, 501 à 505.
- SER.** Définition, III, 447.
- SERFOLETTE.** Emploi de cet instrument, III, 204.
- SÉSAME.** Avantages de sa culture, IV, 162. — Limites de sa culture, IV, 163. — Rendement en huile, IV, 162. — Composition des tiges, IV, 164. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 164. — Culture, récolte et rendement, IV, 164. — Prix de revient, IV, 166. — Emploi des tourteaux comme engrais, composition et prix du kilogramme d'azote des tourteaux, I, 574; IV, 163.
- SÈVE.** Définition, I, 478. — Absorption des sels nuisibles à la végétation, I, 483. — Action des sels nuisibles sur le suc des plantes, I, 486. — Modification produite dans le passage d'une essence à une autre, I, 489. — Transformation de la sève par l'oxygène dans la respiration des plantes, VI, 47.
- SILICATES.** Moyen de mettre les silicates à la disposition des plantes, I, 622 à 624. — Rôle des silicates dans la composition des végétaux, VI, 45 à 47. — Détermination des silicates contenus dans la terre, VI, 562.
- SILICE.** Détermination de la quantité contenue dans la terre, I, 57, 61. — Formes sous lesquelles on la rencontre dans la terre, IV, 107. — Propriétés physiques de la silice, I, 60 à 62. — Action de la silice sur les végétaux, I, 62. — Caractères des terres siliceuses, I, 285. — Formation des terres siliceuses, I, 285. — Terres siliceuses sèches et fraîches, I, 285 à 287. — Glaïses inconsistantes, meubles, sablonneuses et tenaces, I, 287 à 290.
- SITOS.** Conservation des pommes de terre, IV, 44. — Ensilage des céréales, V, 566; des racines, V, 568.
- SOC.** Formes diverses qu'il affecte dans les instruments de culture, III, 119. — Résistance opposée à l'action des socs, III, 120. — Force de tirage et travail mécanique sur le soc perpendiculaire à la résistance, III, 121. — Résistance et travail des socs obliques, III, 122. — Instruments divers construits au moyen des socs, III, 123 à 128. — Position du soc dans la charrue, III, 145. — Moyen d'empêcher le soc de se relever ou de se pi-
- quer en terre dans la marche de la charrue, III, 159. — Emploi de socs accouplés pour régulariser la marche de la charrue, III, 161. — Polysocs de Bedford, de M. Godefroy, III, 162 à 167.
- SOIE.** Voyez *Vers à soie*.
- SOL.** Voyez *Terres*.
- SOLEIL.** Influence de l'inclinaison du Soleil sur l'échauffement des surfaces, I, 184. — Détermination de la hauteur du Soleil, I, 185. — Détermination de la latitude et de la longitude d'un lieu, I, 187. — Causes qui modifient l'action du Soleil sur la terre, II, 48. — Importance de la chaleur solaire dans la végétation, II, 77. — Effets de la radiation solaire sur les végétaux, VI, 254 à 258; 422 à 442. — Appareil pour déterminer la chaleur solaire reçue par les corps opaques, VI, 420. — Comparaisons de radiations observées en différents temps et en différents lieux, VI, 431. — Équilibre entre l'absorption et la déperdition de la chaleur solaire, II, 78 à 80. — Détermination de la quantité de chaleur solaire reçue par les plantes, II, 79 à 82. — Influence des nuages sur la transmission de la chaleur solaire, II, 155 à 157. — Différence entre la température moyenne de l'air et la chaleur solaire, II, 82. — Rôle de la lumière solaire dans la végétation, II, 101 à 108. — Nombre de jours éclairés par le Soleil dans différents pays, II, 222. — Jours éclairés pendant l'été, 223. — Moyennes solaires des jours clairs, II, 225. — Loi de l'extinction des rayons solaires par l'atmosphère, II, 226. — Chaleur solaire de l'été, II, 228. — Pronostics météorologiques tirés de la pâleur et de la grandeur apparente du Soleil, II, 582.
- SOUDE.** Emploi en agriculture comme instrument perforant, III, 105.
- SORGHO.** Variétés, III, 766. — Nature du sol propre à sa culture, III, 766. — Mode de culture, III, 766. — Parties constituantes, III, 767. — Frais de culture, III, 768.
- SOUDE.** Dosage des sels de soude, I, 53. — Pôle de la soude dans la composition des plantes, I, 105. — Influence sur la végétation, I, 105; VI, 52. — Forme sous laquelle la soude est administrée aux plantes, I, 614. — Quantité de soude à employer par hectare, I, 614. — Proportion de soude nécessaire aux différentes plantes, I, 619. — Effets du nitrate de soude sur la végétation, I, 507. — Production des nitrates de soude, I, 509. — Résultats de l'emploi des nitrates de

soude aux environs de Lille et en Angleterre, I, 510, 514.

SOUFRE. Forme sous laquelle il entre dans la composition des végétaux, VI, 39.

SOURCES. Accumulation des eaux de sources pour l'irrigation, I, 447.

SPECTRE SOLAIRE. Action des différents rayons du spectre solaire sur la végétation, II, 105.

SPERGULE. Emploi comme fourrage, IV, 487. — Rotation, IV, 488. — Variétés, IV, 488. — Engrais, IV, 489. — Semences et culture, IV, 490. — Consommation en vert et en see, IV, 490. — Époque de la semence et produit de la récolte, I, 563. — Emploi et valeur de la spergule comme fumure verte, I, 563; IV, 489.

STALLS. Dispositions à adopter pour les écuries, II, 480; dans les étables, II, 483, 484.

SUCRE. Proportion de sucre contenue dans le blé, III, 650. — Prix de revient du sucre de betterave comparé à celui de canne, IV, 76.

SUE. Valeur comme engrais, I, 580. — Composition, I, 580. — Dose à employer par hectare, I, 581. — Propriété, I, 582.

SUINT. Emploi des eaux du suint comme engrais, I, 531.

SULFATES. Caractères auxquels on reconnaît la présence des sulfates dans un échantillon de terre à analyser, VI, 562. — Analyse des sulfates, I, 52 à 59. — Effets du sulfate d'ammoniaque sur la végétation, I, 514; VI, 215. — Quantité de sulfate de chaux contenue dans le sol, I, 82. — Détermination de la quantité de sulfate de chaux contenue dans les terrains, I, 91, 626. — Effets du sulfate de chaux sur la végétation, I, 85, 624; VI, 41. — Sols auxquels le sulfate de chaux convient le mieux, I, 85. — Effets du sulfate de chaux sur les trèfles et les luzernes, VI, 200 à 202; sur les autres plantes, 202 à 204. — Manière d'employer le sulfate de chaux et mode d'action de cet amendement, I, 84 à 90, 624 à 628. — Quantité de sulfate de chaux contenue dans les cendres des récoltes, I, 89. — Substitution de l'acide sulfurique au sulfate de chaux, I, 629. — Effets du sulfate de fer sur les terrains, I, 94. — Usages du sulfate de fer en agriculture, I, 652. — Effets du sulfate de fer sur la végétation, I, 94, 652; VI, 55. — Mode d'action du sulfate de fer, I, 633. — Sols dans lesquels on rencontre du sulfate de magnésie, I, 81.

SULFURIQUE (Acide). Emploi comme engrais, I, 629. — Emploi de l'acide sulfurique

pour la conservation du fumier, V, 553.

SULLA (Sainfoin d'Espagne). Pays de culture, IV, 472. — Semences, IV, 475. — Reproduction, IV, 473. — Température nécessaire à sa culture, IV, 474.

SUMAC. Pays de production, IV, 302. — Proportion de tanin, IV, 302. — Terres propres à sa culture, IV, 302. — Plantation et culture, IV, 303. — Rendement, IV, 305. — Prix de vente et prix de revient, IV, 303.

SZYVIE. Définition, II, 418.

T

TABAC. Origine, IV, 504. — Influence du tabac sur l'économie animale, IV, 505. — Nicotine, IV, 505. — Consommation du tabac dans les différents pays, IV, 505. — Variétés, IV, 506. — Composition, IV, 507. — Fumure, IV, 508. — Faculté d'épuiser le sol, IV, 309. — Choix du terrain, IV, 310. — Transplantation, IV, 310. — Culture, IV, 310 à 312. — Dessiccation, IV, 313. — Récolte des feuilles, IV, 312 à 316. — Prix de vente et prix de revient, IV, 317.

TAILLE. Objet de la taille et de l'ébourgeonnement, III, 554. — Taille à fruits, III, 555 à 557. — Taille pour obtenir la production des feuilles, III, 557.

TAILLES. Causes qui militent en faveur de leur reconstitution, V, 100.

TALLEMENT des plantes, III, 469.

TAN. Valeur comme engrais, I, 580.

TANGUE. Valeur comme engrais, I, 585; VI, 167. — Quantité à employer par hectare, I, 586. — Composition, I, 587; VI, 167.

TANNIN. Définition, I, 115. — Mode de formation, I, 115. — Quantité de tannin contenue dans le sumac, IV, 302.

TARARE. Construction, III, 254. — Prix du travail produit par les tarares, III, 255.

TARRES. Moyen de destruction, IV, 401.

TEILLAGE du lin, IV, 317.

TEINTURE. Safran, IV, 207. — Carthame, IV, 217. — Garance, IV, 255. — Indigo, IV, 282. — Pastel, IV, 282, 290. — Persicaire, IV, 286. — Maurelle, IV, 294. — Gaude, IV, 299. — Sumac, IV, 302.

TEMPÉRATURE. Sa détermination par le thermomètre, II, 50. — Différentes manières d'obtenir la température moyenne d'un lieu, II, 73. — Importance minime des moyennes annuelles au point de vue agricole, II, 75, 76. — Époques des maxima et des minima diurnes, II, 51. — Thermomètre à maxima et à minima, II, 4. — Influence des maxima et de

- minima sur la croissance des végétaux, II, 52; VI, 258 à 248. — Causes qui produisent l'abaissement de la température pendant la nuit, II, 60 à 62. — Courbe des températures horaires, II, 61. — Lois de l'échauffement des surfaces par la chaleur solaire, II, 77 à 79. — Lois de l'échauffement des végétaux, II, 79 à 86. — Lois de la distribution de la chaleur selon les altitudes, II, 86 à 89. — Répartition de la chaleur dans l'année, II, 89 à 91. — Effets de la température des saisons sur les végétaux, II, 91 à 96. — Effets des températures moyennes sur la végétation, VI, 248 à 254; VI, 442 à 452. — Sommes des températures des saisons végétales, VI, 276 à 279. — Moyen de modifier la température, VI, 288 à 294. — Influence de l'évaporation et de la coloration du sol sur la température, VI, 290. — Rapport entre la marche des saisons et celle de la végétation, II, 96 à 101. — Lignes isothermes, II, 215, 214. — Lignes des hivers d'égale intensité, II, 215 à 217. — Lignes d'étés d'égale chaleur, II, 217 à 219. — Moyenne solaire des jours clairs, II, 225. — Observations de chaleurs solaires, II, 224. — Chaleur solaire de l'été, II, 228. — Différence entre les températures observées au-dessus et au-dessous des couches de neige, II, 309. — Limites météorologiques des cultures, II, 525. — Courbes représentant la marche des températures moyenne et totale, V, 127.
- TEMPÊTES.** Pronostics météorologiques fondés sur leurs observations, II, 404.
- TÉNACITÉ DU SOL.** Son évaluation, I, 141. — Classification des terrains d'après leur ténacité, I, 142 à 145. — Influence du sable sur la ténacité, I, 145. — Ténacité variable, I, 147. — Moyen de déterminer la résistance variable des terres, I, 147; VI, 510 à 515. — Influence des dimensions des particules sur la ténacité des terres, I, 179 à 181. — Modification de la ténacité par l'irrigation, I, 579. — Amendements propres à modifier la ténacité, I, 470. — Instruments pour modifier la ténacité des terres, III, 105.
- TERRAINS AGRICOLES.** Voyez *Terres*.
- TERRE (Planète).** Causes d'échauffement, II, 47. — Propagation de la chaleur intérieure, II, 48. — Irradiation des étoiles et du Soleil, II, 48. — Rayonnement pendant la nuit, II, 49. — Causes qui influent sur l'égale transmission de la chaleur, II, 49. — Répartition de la chaleur dans l'année, II, 89 à 91. — Electricité de la Terre comparée à celle de l'atmosphère, II, 168. — Influence des vents sur la température terrestre, II, 194. — Répartition de la chaleur moyenne, II, 215. — Lignes isothermes, II, 215, 214. — Lignes des hivers d'égale intensité, II, 215 à 217. — Lignes d'étés d'égale chaleur, II, 217 à 219. — Action de la Lune sur l'orbite terrestre, II, 414.
- TERREAU.** Détermination de la quantité contenue dans la terre arable, I, 56, 113. — Mode de formation du terreau, I, 107; VI, 72, 79 à 82. — Agents qui concourent à sa formation, I, 107. — Action du terreau dans le sol, I, 108. — Propriétés physiques du terreau, I, 108. — Éléments qu'il fournit aux plantes, I, 108 à 115. — Influence des sols boisés sur la formation des terreaux, I, 114. — Décomposition du terreau à l'air et à la lumière, I, 114. — Fermentation, putréfaction, VI, 82. — Composition du terreau fermenté, VI, 85. — Composition de l'humus, VI, 86. — Fumure des terres manquant de terreau, VI, 189. — Terreau doux, I, 115, 290. — Terreau à tannin, I, 115. — Terreaux acides, I, 290. — Composition et influence des terreaux tourbeux, I, 116 à 118. — Absorption de l'oxygène par le terreau, I, 160. — Rôle de l'élément organique dans la classification des terrains, I, 270 à 275. — Caractère des terres à bases organiques, I, 290. — Caractère des terreaux doux, I, 290. — Terre de bois, I, 291. — Terre de bruyères, I, 291. — Terre tourbeuse, I, 292. — Faculté du terreau d'attirer l'humidité, I, 585. — Richesse du terreau en azote, I, 570. — Valeur du terreau comme engrais, I, 570.
- TERRES.** Causes qui influent sur leur fertilité, I, 28. — Géonomie, agronomie, agrologie, I, 50. — Rôle des terres par rapport aux plantes, I, 50 à 55. — Parties constituantes de la terre, I, 57 à 59. — Analyse chimique des terres, I, 58 à 59; VI, 561 à 570. — Rôle de la silice dans le sol, I, 60 à 62; VI, 107. — Influence du feldspath dans le sol, I, 62. — Rôle et influence de l'argile dans le sol, I, 65 à 66. — Proportion de carbonate de chaux contenu dans le sol, I, 66. — Caractères et propriétés des terres calcaires, I, 66 à 73, 654 à 641. — Rôle de la marne et son influence sur la terre, I, 73 à 80, 634 à 641. — Action de la magnésie sur les différents sols, I, 81. — Quantité de plâtre contenue dans le sol, I, 82. — Influence du plâtre sur le sol, I, 83 à 90, 624 à 634. —

Rôle et influence des oxydes de fer dans le sol, I, 91 à 93. — Absorption de l'oxygène par les terres, I, 159 à 161. — Formation de l'ammoniaque dans le sol par l'oxydation du fer, I, 92. — Influence du sulfate de fer dans le sol, I, 94, 624 à 634. — Effets du manganèse sur les terrains, I, 95; des phosphates, 96 à 99; de la potasse, 99 à 105, 610 à 622; de la soude et du chlorure de sodium, 105 à 107, 640 à 688; des terreaux, 107 à 115. — Quantité d'eau fournie au sol par les pluies et absorbée par la végétation, I, 118. — Quantité d'azote contenue dans les différents sols, VI, 93. — Forme sous laquelle l'azote se trouve dans le sol, I, 121 à 150. — Détermination de l'acide carbonique mêlé à l'air confiné dans le sol, VI, 90. — Origine des matières organiques contenues dans le sol, VI, 94. — Résumé des éléments qui composent les terres arables, I, 131, 152. — Importance des propriétés physiques des terres, I, 153, 197. — Moyen de déterminer les propriétés physiques, I, 154; expérience de Schübler, I, 154 à 157. — Détermination de la pesanteur spécifique des terres, I, 157 à 159. — État des particules du sol, I, 171, 172 à 225. — Méthode de lévigation, I, 172. — Influence de la dimension des particules sur la pesanteur spécifique, l'hygroscopicité et la ténacité des terres, I, 176 à 181. — Détermination du poids des terres, I, 159 à 141. — Effets de la ténacité des terres, I, 141; VI, 310 à 315. — Moyen de modifier la ténacité du sol, I, 470 à 474; III, 103. — Classification des terres sous le rapport de la ténacité, I, 142 à 145. — Effets et mesure de la cohésion des terres, I, 146 à 149. — Diminution de la cohésion par la gelée et la calcination, I, 181 à 183. — Moyen de modifier la cohésion, VI, 516 à 559. — Moyen de reconnaître l'hygroscopicité des terres, I, 149 à 151. — Effets de la fraîcheur des terres (hygroscopicité variable), I, 151 à 153, 294, 585 à 588; VI, 265 à 267; de l'aptitude à attirer l'humidité de l'atmosphère, I, 313. — Aptitude des terres à se sécher, I, 154 à 157. — Effets de la dessiccation des terres, I, 157 à 159, 588, 592. — Facilité et difficulté des travaux dans les terres sèches, I, 596 à 598. — Des terres sèches dans le Midi, I, 598. — Des terres sèches en été et humides en hiver, I, 399 à 401. — Perméabilité et capillarité du sol, VI, 267 à 274. — Conductibilité du calorique par les terres, I, 161. — Echauf-

fement des terres par la chaleur lumineuse, I, 162. — Influence de la couleur de la surface du sol sur sa faculté d'échauffement, I, 162 à 165. — Effets de la composition minérale des terres sur leur échauffement, I, 165. — Influence de l'humidité des terres sur leur échauffement, I, 166. — Moyens de modifier la température du sol, I, 475; VI, 288 à 294. — Effets de l'état électrique du sol, I, 167 à 170. — Influence de l'inclinaison du sol et de son azimut sur l'échauffement des terres, I, 183 à 194; de l'inclinaison du sol sur la culture et la stabilité des terrains cultivés, 194. — Formation des terrains agricoles, I, 199. — Distribution des terrains agricoles dans l'Europe occidentale, I, 201. — Décomposition des roches et formation des terrains, VI, 70 à 72. — Terrains formés en place, I, 202 à 210. — Terrains diluviens, I, 210 à 213. — Terrains d'alluvion, I, 215 à 217. — Terrains d'atterrissement, I, 217 à 219. — Terrains paludiens, I, 219, 220. — Dunes, I, 220 à 224. — Terrains volcaniques, I, 224 à 226. — Disposition des couches des terrains agricoles, I, 226. — Sol actif, I, 227. — Sol inerte, I, 228. — Sous-sol, I, 229 à 232. — Couche imperméable et réservoir des eaux, I, 232 à 234. — Défaut de parallélisme des couches des terrains, I, 234 à 238. — Végétation naturelle du sol, I, 238 à 244. — Nécessité d'une classification des terrains, I, 245. — Examen des divers systèmes de classification, I, 246. — Classifications fondées sur la composition minérale du sol, I, 247 à 255; sur les propriétés physiques du sol, 255; sur les genres de culture, 254 à 260. — Classifications mixtes, I, 260. — Principes de la classification, I, 262 à 264. — Caractères des terrains agricoles, I, 264 à 270. — Classification d'après l'élément calcaire et l'élément organique, I, 270, 273. — Caractères des terres calcaires, I, 275. — Limon, I, 274 à 279. — Terres argilo-calcaires, argileuses et calcaires, I, 279 à 281. — Craie, I, 281 à 284. — Sables calcaires, I, 284. — Terres non calcaires, I, 285. — Terres siliceuses, I, 285 à 287. — Claires meubles, tenaces, sablonneuses, I, 287 à 290. — Caractères des argiles, I, 290. — Caractères des terres à bases organiques, I, 290. — Terreux doux, acides, I, 290 à 295. — Caractères spécifiques des terres, I, 294. — Terres caillouteuses, graveleuses, I, 295. — Terres ocreuses, ferrugineuses et salifères, I, 296 à 299. — Description d'au

terrain, I, 299. — Exemples de description complète, I, 300 à 304. — Moyen de reconnaître la valeur relative d'un terrain, I, 305. — Caractères auxquels les anciens reconnaissaient la valeur relative des terrains, I, 306. — Appréciation de la valeur des terrains d'après la croissance des plantes, I, 308, 309; d'après leur composition, I, 310 à 313. — Caractères de la valeur des terrains tirés de la nature de certains produits, I, 313 à 322. — Caractères de la valeur des terrains tirés des produits annuels, système de Thaer et de Woght, I, 322 à 331. — Caractères tirés de la composition des terrains d'après Thaer, I, 331 à 334. — Méthode historique pour évaluer les terrains, I, 334. — Estimation en bloc, I, 333 à 339. — Estimation parcellaire, I, 339 à 341. — Estimation détaillée par les récoltes et les frais, I, 341 à 366. — Type idéal d'une terre parfaite, I, 374. — Qualité des terres arrosées, I, 375 à 377. — Caractères qui font la perfection des terres arrosées, I, 377. — Effets de la composition du sol sur la valeur des terres arrosées, I, 379 à 384. — Consommation des engrais dans les terres arrosées, I, 384 à 388. — Facultés des terrains secs de conserver l'engrais, I, 390 à 392. — Composition des terres relativement aux engrais, I, 393 à 396. — Des terres humides, I, 401. — Filtration des terrains supérieurs, VI, 73. — Absorption de l'humidité des couches inférieures par capillarité, VI, 74. — Marche de l'humidité à l'intérieur des terres, VI, 75. — Moyens d'augmenter l'humidité du sol, I, 435; VI, 295 à 309; voyez *Irrigations*. — Communication du sol avec le réservoir inférieur des eaux, I, 460 à 462. — Moyens de dessécher les terrains humides, I, 462 à 468; voyez *Drainage*. — Neutralisation et soustraction des matériaux nuisibles au sol, I, 468 à 470. — Fumure des terrains dépourvus de carbone, I, 606 à 609. — Moyens de reconnaître si un terrain manque d'éléments alcalins, I, 609. — Evaporation comparée de la terre et de l'eau, II, 119 à 123; VI, 75. — Rapport de l'eau absorbée par la filtration et perdue par l'évaporation, VI, 76. — Quantité de pluie nécessaire pour entretenir un état d'humidité convenable, II, 158. — Influence des fortes pluies sur les terrains, II, 159. — Influence de la configuration des terrains sur les limites des climats agricoles, II, 323. — Préparation des terres pour les semences

après le labour, III, 370 à 373. — Terre gâtée, III, 373 à 379. — Différents genres d'appauvrissement du sol, III, 402 à 405. — Distribution des engrais sur les terres, III, 405 à 438. — Choix des engrais relativement à la nature du sol, VI, 186 à 197. — Terrains effrités, III, 403. — Coût de l'entretien de la fertilité des terres, V, 412. — Valeur comparée des terres selon leur degré d'humidité, I, 402 à 404. — Valeur des sols selon leur profondeur, I, 404. — Valeur des terres dans la période céréale, I, 405 à 410. — Valeur des terres dans les périodes commerciales et jardinières, I, 410 à 413. — Circonstances qui affectent la valeur des terres, I, 413. — Influence de l'activité de la culture sur la valeur de la terre, I, 413 à 417; influence de la richesse locale, I, 417 à 419; influence de la richesse de la population agricole, I, 419 à 424; influence de la population, I, 424 à 427; influence des distances des marches et des voies de communication, I, 427 à 429. — Circonstances qui affectent les produits de la valeur des terres, I, 429 à 432. — Détermination absolue du système agricole à adopter d'après la nature du sol, V, 471 à 475. — Lettre à M. Léonce de Lavergne sur la modification du sol par les agents mécaniques, VI, 396 à 405; sur les moyens d'améliorer le sol, VI, 406 à 417.

THERMOMÈTRE. Vérification de l'échelle thermométrique, II, 50. — Thermomètre à maxima et à minima, II, 51. — Emploi des thermomètres, II, 73. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation du thermomètre, II, 401.

TOITURES. Ordre de leur établissement dans les constructions rurales, II, 555. — Divers modes de construction des toitures, II, 546 à 555. — Emploi des ardoises, des tuiles, des planches et des chaumes pour les couvertures, II, 556.

TOMBREAUX. Emploi pour les transports, II, 280. — Prix de revient du transport par les tombreaux, III, 281.

TONNEAUX. Prix et dimensions des tonneaux, IV, 679.

TONNERRE. Causes qui le produisent, II, 172. — Paratonnerre, II, 172. — Explication de la succession prolongée d'éclairs et de coups de tonnerre, II, 175.

TOPINAMBOURS. Avantages et inconvénients de leur culture, IV, 69. — Composition, IV, 71. — Placé dans l'assolement, IV, 72. — Culture, engrais, rendement, IV, 73. — Prix de revient et valeur nutritive des topinambours, IV, 73. — Éléments

constitutifs des cendres de topinambours, I, 89.

TORCMS. Fabrication et usage pour les constructions rurales, II, 530.

TOURBE. Mode de formation, I, 116. — Composition, I, 116, 293. — Forme sous laquelle on la rencontre dans les terrains marécageux, I, 117. — Action de la tourbe sur la végétation, I, 293. — Emploi comme engrais, I, 570. — Mode d'action de la tourbe employée comme engrais, I, 571.

TOURNESOL. Voyez *Maurelle*.

TOURTEAUX DE GRAINES OLÉAGINEUSES. Emploi comme engrais, I, 575. — Durée d'action de cet engrais, VI, 215. — Doses à employer par hectare, I, 575. — Expériences comparatives sur les effets de divers tourteaux, I, 575, 576. — Précautions à prendre dans l'emploi des tourteaux, I, 577. — Valeur des tourteaux de colza, I, 575; IV, 142; de lin, I, 474; de cameline, IV, 151; de coton, I, 574; de pavot, IV, 155; de sésame, I, 574; IV, 165; de madia, I, 574; IV, 169; d'arachide, I, 574; IV, 173; de ricin, IV, 176, 178. — Tableau de la composition des tourteaux, V, 406.

TOUSELLE. Variétés de blé, III, 605.

TRANSHUMANCE des troupeaux, V, 166.

TRANSPLANTATION. Voyez *Plantation*.

TRANSPORTS. — Différentes espèces d'instruments employés pour les transports, III, 244. — Charrettes, III, 244 à 250. — Chariots, III, 250 à 258. — Paniers, hottes, civières, brouettes, III, 274 à 277. — Comparaison des véhicules dans les transports avec retour à vide, III, 277 à 282. — Tombereaux, III, 280. — Évaluation des prix des transports, II, 461. — Comparaisons des prix de transports des différents véhicules, III, 281.

TRAVAIL. Définition du travail mécanique, III, 4. — Kilogrammètre et cheval-vapeur, III, 5. — Mesure du travail par le dynamomètre, III, 6.

TRÈFLE. Composition des sols propres à sa culture, I, 258, 259. — Origine du trèfle rouge, IV, 445. — Propagation de sa culture, IV, 446. — Composition, IV, 447. — Effet améliorant, IV, 448 à 450. — Valeur des coupes de trèfle rouge, IV, 451. — Semilles d'automne, IV, 452; de printemps, 453. — Faculté germinative du trèfle rouge, IV, 454. — Quantité de graine à employer par hectare, IV, 454. — Variétés, IV, 454. — Plâtrage des trèfles, IV, 455; VI, 200 à 202. — Consommation en vert et fau-

chage, IV, 455. — Fanage, IV, 456. — Produit total d'un hectare, IV, 457. — Richesse du trèfle en azote, IV, 458. — Prix de revient du trèfle rouge, IV, 458. — Avantage de la culture du trèfle incarnat, IV, 459. — Choix du terrain propre à la culture du trèfle incarnat, IV, 459; VI, 548 à 553. — Valeur nutritive, IV, 460. — Ensemencement, IV, 460. — Culture et rendement, IV, 461. — Prix de revient du trèfle incarnat, IV, 462. — Valeur des débris et des racines de trèfle comme engrais, I, 567.

TREZ. Composition de cet engrais, VI, 167.

TUILLES. Emploi pour les couvertures, II, 556.

TURNEPS. Variété de navets, IV, 116.

U

UOMÈTRE. Description, II, 147.

UREDO. Maladie du pastel, IV, 292

URINES. Composition, I, 553. — Valeur comme engrais, I, 553. — Conduit des urines dans les écuries, II, 482; dans les étables, 484; dans les bergeries, 486; dans les porcheries, 488.

V

VACHES. Emplacement occupé dans les étables par tête de bétail, II, 483. — Emploi comme animaux de trait, III, 97. — Perte de lait occasionnée par le travail des vaches, III, 98. — Valeur de la force des vaches comparée à celle du bœuf, III, 98. — Nourriture absorbée par le travail, III, 98. — Prix du travail, III, 98. — Circonstances dans lesquelles on peut utiliser le travail des vaches, III, 99. — Prix du lait acquis par les fourrages, IV, 567. — Composition du lait de vache, VI, 24. — Emploi le plus avantageux du lait, VI, 590. — Produit d'une étable composée de vaches bretonnes, VI, 388 à 391. — Valeur du fumier de vache et prix du kilogramme d'azote I, 679; VI, 152, 389.

VALETS DE FERME. Prix moyen du salaire, III, 62. — Règlement adopté à Arles, V, 384. — Répartition du salaire suivant les mois de l'année, V, 385.

VAN. Emploi pour le nettoyage des grains, III, 235.

VAPEUR. Formation dans l'air et dans le vide, II, 108. — Table de la tension de la vapeur d'eau, II, 110. — Variations de la quantité de vapeur contenue dans l'air, II, 112. — Causes qui modifient la

tension de la vapeur dans l'évaporation de la terre, II, 122. — Formation des nuages, II, 129 à 137; 141 à 146. — Formation des brouillards, II, 137 à 146. — Emploi de la vapeur comme force motrice, III, 25; VI, 531. — Poids du combustible nécessaire pour transformer l'eau en vapeur d'une température donnée, III, 26. — Travail produit par le charbon dans les machines à basse pression, III, 26. — Pression exercée par la vapeur sur un centimètre carré, III, 27. — Travail du charbon dans les machines à haute pression, III, 28. — Prix du travail de la vapeur, III, 28 à 30. — Avantages des machines à vapeur sur les moteurs animés, III, 30 à 52. — Emploi de la vapeur comme moteur pour l'élevation de l'eau, III, 503 à 507.

VEAUX. Place qu'ils occupent dans les états, II, 485.

VÉGÉTATION. Elle peut se produire dans tous les terrains, I, 258. — Influence de la nature du sol sur la végétation, I, 258. — Influences météoriques, I, 259. — Rôle de la lumière dans la végétation, II, 101 à 108; VI, 254 à 258, 422 à 442; des nuages, II, 132; des brouillards, 159; des pluies, 157 à 161. — Influence des climats secs et humides sur la végétation, II, 164 à 166; VI, 259. — Effets des vents sur la végétation, II, 199 à 203. — Influence des saisons sur la végétation, II, 203 à 210. — Influence des pluies de printemps et d'été sur la végétation, II, 271 à 273; VI, 261 à 264. — Influence de la lune sur la végétation, II, 437 à 451. — Conditions suffisantes à la vie d'une plante, I, 240; VI, 59 à 61. — La végétation sert à classer les sols, I, 241. — Qualités spéciales que les sols communiquent aux plantes, I, 241 à 243. — Détermination de la valeur relative des terrains d'après leur végétation, I, 306 à 309. — Marche de la végétation, I, 485. — Durée de la saison végétative, V, 126 à 131; VI, 275 à 279. — Saison végétale d'humidité, VI, 279 à 287. — Voyez *Végétaux*.

VÉGÉTAUX. Définition, VI, 21. — Division des plantes d'après Liebig, VI, 28. — Absorption par les végétaux des éléments nutritifs, I, 27. — Rôle que remplissent les terres relativement aux végétaux, I, 50 à 52; VI, 22. — Produits de la combustion des végétaux, I, 580 à 582. — Proportion d'alumine contenue dans les cendres des végétaux, I, 66; de magnésie, 81; de sulfate de chaux, 89; de phosphate de chaux, 97; VI, 42.

— Effets physiologiques des alcalis, VI, 50 à 52. — Absorption de la potasse dans l'acte de la végétation, I, 100 à 102; VI, 52, 372. — Rôle de la soude dans la végétation, I, 105; VI, 52. — Effets de la chaux et de la magnésie, VI, 54. — Rôle du fer dans la végétation, VI, 55. — Rôle du manganèse et de l'alumine dans la végétation, VI, 56. — Présence de l'iode dans les végétaux, VI, 45. — Rôle de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'eau dans l'alimentation des plantes, I, 118 à 121; VI, 54. — Rôle de l'azote, de l'ammoniaque et des nitrates dans la végétation, I, 121 à 150; VI, 54, 37, 395. — Aliments des végétaux considérés comme contenant du carbone, I, 606 à 609. — Aliments considérés comme contenant des alcalis minéraux, I, 609 à 624. — Aliments considérés comme contenant des sulfates, I, 624 à 634. — Aliments contenant de la chaux, I, 634 à 642. — Moyen de mettre les alcalis et les silicates à la disposition des plantes, I, 622 à 624. — Mécanisme de la végétation, I, 478. — Respiration des plantes, VI, 50, 59 à 61. — Formation des acides végétaux, VI, 53. — Evaporation des plantes, VI, 77. — Théorie de physiologie végétale de Liebig, VI, 47. — Oxygénation de la sève, VI, 47. — Aliments nécessaires à la végétation, I, 479 à 482; VI, 21. — Aliments spéciaux des plantes, I, 482 à 496; VI, 21, 198 à 209. — Aliments tirés de l'atmosphère, VI, 64 à 69. — Absorption de l'humus par les racines des plantes, VI, 89. — Méthode à suivre dans le choix des aliments des plantes, I, 496 à 499. — Les différentes espèces de plantes out-elles une nourriture différente? I, 485 à 490. — Considérations générales sur les matières alimentaires des plantes, I, 499 à 502; VI, 109 à 120. — Nature des principes nutritifs nécessaires aux plantes, I, 489; VI, 29. — Détermination de l'effet des engrais sur les plantes, I, 492 à 496. — Résultats d'analyses de différentes plantes, I, 493; VI, 26. — État dans lequel les aliments doivent être fournis aux plantes, I, 502 à 506. — Substances végétales employées comme engrais, I, 553. — Végétaux transportés pour être enfouis: Pousses de pins, buis, roseaux, sarments, goémon, fourrages, I, 553 à 558. — Végétaux cultivés sur place comme engrais verts: prairies, lupin, fèves, vesces, seigle, spergule, sarrasin, madia, navette, chanvre, débris divers, I, 558 à 567. — Influence de la température ambiante sur les végétaux,

II, 50; VI, 442 à 452; de la température moyenne, VI, 248 à 254. — Influence de la température maximum sur la croissance des végétaux, II, 52; VI, 237 à 242. — Influence des minima de température sur les végétaux, II, 53; VI, 242 à 248. — Caractères auxquels on reconnaît que les végétaux ont ressenti les atteintes du froid, II, 54. — Effets des dégels sur les végétaux, II, 56 à 59. — Influence de l'état des cultures sur les effets du froid, II, 60. — Influence de l'époque des gelées, II, 69. — Effets de la rosée des gelées blanches, II, 70 à 72, 127. — Effets de la lune rousse sur les végétaux, II, 72. — Lois de l'échauffement des surfaces et des végétaux, II, 77 à 83. — Effets de la température des saisons sur les végétaux, II, 91 à 96. — Rapport entre la marche des saisons et celle de la végétation, II, 96 à 101. — Époques météorologiques de la foliation, de la floraison et de la maturation, II, 100; VI, 446 à 450. — Distance à mettre entre les plantes dans les semis et plantations, III, 467 à 474. — Effet du tallent des plantes, III, 469. — Transplantation, III, 509 à 514, 525 à 541. — Greffe, III, 542 à 547. — Pincement, effeuillage, écinage, taille et ébourgeonnement, III, 547 à 558. — Avantages et inconvénients de la culture des plantes oléagineuses, IV, 137 à 141. — Plantes annuelles à fruits charnus, IV, 179 à 182. — Plantes à bulbes comestibles, IV, 198. — Plantes cultivées pour leurs organes floraux, IV, 206. — Plantes tinctoriales, IV, 250 à 255. — Plantes textiles, IV, 318 à 320. — Avantages de la culture des plantes fourragères, IV, 354 à 359. — Avantages et inconvénients de la culture des végétaux à tige ligneuse, IV, 512 à 518. — Antipathies supposées des plantes, V, 26 à 38. — Hypothèse de l'antipathie des plantes d'espèces différentes les unes pour les autres, V, 39 à 41. — Théorie des assolements basée sur la variété des aliments des plantes, V, 42 à 46. — Hypothèse de MM. Macaire et de Candolle sur les déjections excrémentielles des plantes, V, 46 à 50. — Hypothèse de Bozier fondant la théorie des assolements sur la forme des racines des plantes, V, 51. — Théorie des assolements fondée sur l'action des racines des plantes sur le sol, V, 52 à 56. — Tableau de la composition des plantes par 100 de la plante sèche, V, 71. — Tableau de la consommation et de la restitution d'engrais par les plantes, V, 83, 84. — In-

fluence du climat sur le choix des plantes cultivées, V, 122 à 126.

VÉNICULE. Voyez *Charrettes*.

VENDANGES. Influence des époques lunaires sur les vendanges, II, 449 à 450. — Retards successifs dans l'époque des vendanges, IV, 630. — Prix de revient des vendanges, IV, 680.

VENT. Influence du vent sur l'évaporation, II, 115 à 117. — Des vents de pluie, II, 150, 505. — Explication des mouvements de l'atmosphère, II, 181. — Courant tropical et courant polaire, II, 182 à 184. — Vents topiques, II, 184. — Observations des courants par la marche des nuages, II, 184. — Vitesse des courants, II, 185. — Observation de la direction des vents par la girouette, II, 186. — Mesure de la vitesse des vents par l'anémomètre, II, 186. — Moyen de déterminer les rapports de la vitesse à la force, II, 186; III, 10. — Marche des vents à la surface d'une mer et sur les côtes, II, 187. — Mouvement ondulatoire des vents, II, 188. — Moment de la plus grande force de l'onde, II, 189. — Action des obstacles placés dans le passage d'un courant, II, 189 à 191. — Rose des vents, II, 191. — Le caractère de chaque vent n'est pas le même sur la surface du même hémisphère, II, 192. — Température des vents à Paris, II, 192. — Le caractère des vents change avec les saisons, II, 192. — Observations comparées de la température et des vents pendant les saisons, II, 193. — Influence des vents sur la température des saisons, II, 193; sur la température du sol et l'évaporation, II, 194. — Ordre des vents relativement à leur température, II, 194. — Influence des vents sur le baromètre, II, 194. — Formule pour déterminer la direction moyenne des vents, II, 195; 196. — Détermination de la vitesse moyenne des vents, II, 196. — Particularités que présente la direction moyenne des vents par mois, II, 197. — Changement régulier que subit la direction moyenne des vents, II, 198. — Effet des vents modérés sur la végétation, II, 199. — Vitesses du vent frais, du grand frais, du très-grand frais, des tempêtes et des ouragans, II, 200. — Effets des grands vents sur les végétaux, II, 201. — Effets des vents constants, II, 201. — Dissémination par les vents des semences ailées des plantes, II, 201. — Action des vents sur le sol, II, 202. — Effets des vents secs et chauds sur l'évaporation, II, 205. — Influence des vents sur les climats, II, 256. — Direc-

- tion générale des vents dans notre hémisphère, II, 257 à 240. — Tableau de la direction moyenne des vents du nord et du sud, II, 241, 242. — Division de l'Europe en deux zones de vents, II, 242. — Direction des vents sur les côtes de la Méditerranée, II, 243; pendant les différentes saisons, 243; selon les heures de la journée, 244. — Influence des différences diurnes de direction sur la végétation, II, 243. — Analyse des directions moyennes, II, 246. — Nombre de jours pendant lesquels soufflent les différents vents, par année moyenne, à Paris et à Orange, II, 246 à 248. — Répartition dans les régions des vents du nord et les régions des vents du sud, II, 249, 250. — Force des vents, II, 250. — Vitesse moyenne, II, 251. — La plus grande force moyenne est dans le sens du vent dominant, II, 251. — Influence des vents sur la quantité de pluie, II, 263. — Influence des vents sur le nombre de jours de pluie, II, 283. — Tableau des vents de pluie, II, 307. — Pronostics météorologiques déduits de l'observation des vents, II, 384. — Rapport entre l'élévation du baromètre et la probabilité des vents, II, 389. — Tableau de la hauteur moyenne barométrique pendant le règne des différents vents, II, 391. — Tableau des probabilités du vent pour chaque hauteur du baromètre, II, 393. — Influence du vent sur la détermination de la probabilité de la pluie, II, 397. — Pronostics du caractère des saisons déduit de l'observation des vents, II, 405. — Emploi du vent comme force motrice, III, 7. — Inconvénients qui résultent de son irrégularité, III, 7. — Mesure de sa force, III, 8. — Principaux emplois de la force du vent, III, 11. — Travail des moulins à vent, III, 12. — Travail du vent à utiliser et prix du travail, III, 14. — Ventilateur et tarare, III, 233 à 235. — Application du vent à l'élévation des eaux, I, 455; III, 300; VI, 331. — Moteur à vent de M. Amédée-Durand, III, 301 à 304.
- VENTES.** Circonstances qui doivent guider dans les ventes, V, 569 à 577. — Etablissement de la valeur en numéraire des objets destinés à la vente, V, 582 à 586.
- VENTILATEUR.** Emploi du van, III, 233. — Principe de la construction des tarares, III, 234.
- VERS A SOIE.** Dimensions et distribution des magnaneries, II, 496. — Capacité nécessaire à l'éducation des vers à soie, II, 497. — Proportion des feuilles consommées pour un kilogramme de cocons, IV, 705. — Proportion de soie produite par 100 kilogrammes de cocons et 100 kilogrammes de feuilles, IV, 706. — Composition des cocons, IV, 711. — Valeur de la litière des vers à soie comme engrais, I, 552; VI, 153.
- VERSOIR.** Moyen de représenter le renversement qu'il produit, III, 129. — Préférence que mérite la courbe hélicoïde, III, 130. — Forme indiquée par Jefferson, III, 131. — Dimensions du versoir, III, 132. — Tracé du versoir hélicoïde, III, 132 à 135. — Tracé du versoir parabolique, III, 135 à 137. — Résistance occasionnée par le poids de la bande de terre, III, 137; par les frottements, 138; pas le changement de figure du prisme de terre, 139. — Forme et proportion du versoir relativement aux autres pièces de la charrue, III, 146.
- VESCES.** Sols propres à leur culture, III, 793. — Variétés, III, 794; IV, 476. — Rapport du grain à la paille, III, 794. — Composition, III, 794; IV, 476. — Mode de culture, III, 794. — Prix de vente et prix de revient, III, 795. — Avantages de la culture comme fourrages, IV, 476. — Consommation en vert et en see, IV, 476. — Semences et culture comme plante fourragère, IV, 477 à 479. — Récolte, IV, 479. — Prix de revient, IV, 479. — Gesces, IV, 477 à 479. — Emploi des vesces comme engrais, I, 562.
- VIANDE.** Prix du kilogramme de viande acquis par les fourrages, IV, 365 à 369.
- VIGNES.** Influence de la position des plantations sur la culture des vignes, II, 329. — Position de la région des vignes en Europe, II, 337. — Circonscription de la région, II, 349 à 351. — Caractères météorologiques de la région, II, 351. — Quantité de chaleur nécessaire à la culture de la vigne, II, 352 à 354. — Quantité de pluie, II, 354. — Agriculture de la région des vignes, II, 356 à 359. — Influence des époques lunaires sur les vendanges, II, 449 à 451. — Marcottage des vignes, III, 541. — Effet du pincement des tiges, III, 550. — Variétés de vignes, IV, 602 à 616. — Énumération des qualités propres à comparer les plants de vigne, IV, 604. — Division de la période végétative des vignes en cinq époques, IV, 606. — Énumération des caractères des cépages, divisés suivant l'époque de leur maturité : première époque, IV, 607; deuxième époque, 607 à 609; troisième époque, 609; quatrième époque, 610 à

615; cinquième époque, 613 à 615; sixième et septième époque, 615. — Choix des cépages, IV, 616 à 622. — Mode de végétation de la vigne, IV, 622. — Influence des gelées sur la vigne, IV, 623. — Evaporation des surfaces foliacées, IV, 625. — Influence de la sécheresse sur la vigne, IV, 627. — Époques de la maturité des vignes depuis 1611, IV, 629. — Retards successifs apportés dans les vendanges, IV, 650. — Influence des saisons sur les produits de la vigne, IV, 652; — Terrains propres à la culture de la vigne, IV, 658 à 641. — Mode d'alimentation de la vigne, IV, 641 à 645. — Choix de l'exposition, IV, 645 à 647. — Influence de l'altitude, IV, 648. — Influence de la situation, IV, 649. — Mode de plantation, IV, 650. — Préparation du terrain, IV, 652 à 655. — Distance entre les ceps, IV, 655 à 659. — Frais de plantation, IV, 659. — Formation du cep; travaux des premières années, IV, 661. — Cultures annuelles, IV, 662 à 666; travail à la charrue, IV, 665. — Taille de la vigne, IV, 666 à 670. — Échalassement; manières diverses de soutenir la vigne, IV, 671 à 674. — Travaux de renouvellement et de conservation des vignes, IV, 674 à 678. — Mobilier nécessaire pour l'exploitation des vignes, IV, 678 à 680. — Frais et produits totaux de la culture de la vigne, IV, 681 à 689. — Système à adopter pour la culture des vignes, V, 517. — Valeur du fumier employé à

la culture des vignes, I, 672. — Emploi des sarments comme engrais, I, 556.

VIN. Composition des mares, IV, 598. — Détermination de la quantité d'alcool contenu dans le vin, IV, 600. — Analyse des vins, IV, 600 à 602. — Influence des saisons sur le vin, IV, 652 à 658. — Prix de revient du vin, IV, 681 à 689. — Causes d'altération du vin, V, 568.

VIS D'ARCHIMÈDE. Emploi pour élever l'eau, III, 294. — Travail produit, III, 295. — Prix de revient de l'eau élevée par cette machine, III, 295

VITESSE des moteurs. Voyez le nom des moteurs.

VOIES DE COMMUNICATION. Influence des voies de communication sur la valeur de la propriété rurale, I, 427. — Leur importance dans la construction des bâtiments d'exploitation, II, 465. — Importance des bons chemins d'exploitation, II, 558. — Causes de l'abandon des chemins ruraux, II, 560 à 562. — Conditions pour qu'un chemin soit bon, II, 562. — Profils des chemins en long et en travers, II, 565. — Rectification des chemins vicinaux, II, 564 à 566. — Constructions accessoires, murs de soutènement, aqueducs et ponceaux, II, 566 à 568. — Importance des chemins comme élément de l'entreprise agricole, V, 458.

VOITURES. Voyez *Charrettes*.

VOLCANS. Aspect des terrains volcaniques, I, 224. — Cendres volcaniques, I, 225. — Fertilité des terrains volcaniques, I, 225.

TABLE GÉNÉRALE DES GRAVURES

DU COURS D'AGRICULTURE

TOME PREMIER

Fig.	Pages
1. Appareil pour le dosage de l'azote.. . . .	47
2. Disposition du sol et du sous-sol dans les diluviums. . .	255
3. Disposition du sol et du sous-sol dans les terrains d'alluvion.	255
4. Constitution des terrains d'alluvion.	257
5. Méthode d'irrigation par immersion.	459
6. Planche de terrain arrosée par immersion.	440
7. Irrigation par immersion des terrains en pente.	441
8. Fossés dits en éperons pour dessécher les terrains.. . . .	462
9. Assainissement des terrains où l'humidité provient des filtrations qui ont lieu sur la ligne où se rencontre une couche imperméable supérieure au sol.	465

TOME SECOND.

1. Courbe des températures horaires du mois de janvier à Padoue	62
2. Répartition des fluides sur un conducteur métallique isolé électrisé par influence.	167
3. Action d'un obstacle opposé perpendiculairement à la direction du vent.	189
4. Action d'un obstacle opposé obliquement à la direction du vent.	190
5. Direction que suit le vent après avoir franchi un obstacle vertical.	190
6. Rose des vents.. . . .	191
7. Position des lignes isothermes par rapport aux méridiennes et aux lignes isothermes.. . . .	218
8. Explication de la direction générale des vents à la surface de la Terre.	257
9. Direction générale des vents à la surface de l'Europe.	240
10. Situations relatives des différentes directions suivies par le vent à la surface de la Terre.	242
11. Détermination de la direction moyenne des vents.. . . .	247
12. Direction moyenne des vents à Orange.. . . .	248
13. Direction moyenne des vents pour les régions des vents du nord.. . . .	249
14. Direction moyenne des vents pour les régions des vents du sud.	250
15. Courbes représentant les quantités de pluies des bandes à pluies d'automne et à pluies d'été.	270
15 bis. Position des cinq régions agricoles en Europe.	358
16. Courbes des hauteurs barométriques observées pendant l'intervalle d'une lunaison, pour Paris et Carlsruhe.. . . .	422
17. Courbes des hauteurs barométriques moyennes et des hauteurs barométriques à l'apogée et au périgée.	426
18. Courbes représentant la fréquence relative des pluies pour chaque jour lunaire, à Paris, à Carlsruhe et à Orange.. . . .	432

Fig.	Pages
19. Courbe représentant le degré de pluviosité pendant la révolution anormale de la Lune à Orange.. . . .	434
20. Disposition des bâtiments d'exploitation dont le développement ne dépasse pas 52 mètres.	469
21. Disposition des bâtiments dont le développement est compris entre 52 et 50 mètres.. . . .	470
22. Disposition des bâtiments dont le développement est compris entre 50 et 75 mètres.	470
23. Disposition des bâtiments de 75 mètres de développement et au delà..	471
24. Distribution des bâtiments d'exploitation.	475
25. Distribution du logement du propriétaire.	477
26. Distribution du logement du fermier.	478
27. Plan d'une écurie double à huit chevaux..	481
28. Élévation d'une stalle d'écurie.	481
29. Plan d'une étable pour seize bœufs, la nourriture étant jetée de l'étage supérieur.. . . .	484
30. Plan d'une étable avec couloir pour le service des crèches.. . . .	484
31. Dispositions du râtelier et de la mangeoire dans les étables à bœufs.	485
32. Disposition d'une loge à pores.. . . .	487
33. Plan d'une grange à blé pour un domaine de 500 hectares..	492
34. Encaissement dans lequel on doit battre le pisé.	537
35. Outil servant à piser ou massiver la terre.	533
36. Bloc régulier en bois employé pour fabriquer l'outil à piser.	538
37. Assemblage des poutres de planchers de petites dimensions.	545
38. Assemblage simple des poutres de toitures.. . . .	547
39. Déformation produite par le poids de la toiture dans les poutres mal assemblées.	548
40. Assemblage mixte des poutres de toitures.	549
41. Détermination des résistances supportées par les différentes pièces qui constituent la toiture.	549
42. Tenon simple, droit, pour réunir les pièces de charpente.	552
43. Forme de la pièce supportée par le tenon simple.	552
44. Assemblage du tenon et de la pièce supérieure..	552
45. Tenon double incliné.	552
46. Assemblage à queue d'hironde de deux pièces perpendiculaires..	553
47. Assemblage à mi-bois de deux pièces bout à bout.. . . .	555
48. Assemblage à trait de Jupiter des pièces qui supportent des efforts considérables.	554
49. Assemblage des charpentes par pièces moisantes.	555

TOME TROISIÈME

1. Plautoir des jardiniers.	105
2. Plautoir à deux branches.	105
3. Plautoir pour le blé.	105
4. Pyramide du Rouleau-plautoir de M. A. de Gasparin.	106
5. Rouleau-plautoir de M. de Gasparin.	106
6. Sonde servant à l'examen agricole des couches inférieures du terrain.	106
7. Coutre à forte courbure..	107
8. Coutre à courbure moyenne..	107
9. Coutre droit..	107
10. Coutre monté sur une pièce de bois supportée par quatre roues.	108
11. Herse triangulaire.	112
12. Herse quadrangulaire.. . . .	112
13. Herse parallélogrammique de Valcourt..	112
14. Herses parallélogrammiques assemblées au même palonnier.	113
15. Herse concave pour la culture en billons..	113

TABLE GÉNÉRALE DES GRAVURES.

607

Fig.	Pages.
16. Herse à compartiments mobiles de M. Malingié.	114
17. Peigne Machon.	115
18. Scarificateur simple à trois dents.	117
19. Scarificateur de Biddell.	117
20. Scarificateur de lord Ducie.	118
21. Soc placé horizontalement.	120
22. Soc vertical à la marche de l'instrument.	120
23. Soc oblique à la marche de l'instrument.	120
24. Soc triangulaire des ratissoires à cheval.	120
25. Soc quadrangulaire des ratissoires à cheval.	120
26. Ratissoire à cheval à socs droits.	121
27. Extirpateur de Roville.	124
28. Extirpateur de Grignon.	125
29. Extirpateur de Hlayvard.	125
30. Extirpateur de Wilkie.	125
31. Position des socs dans les houes à cheval.	125
32. Détermination de la forme à donner au versoir.	129
33. Versoir adopté par Jefferson.	131
34. Détermination de la longueur du versoir hélicoïde.	132
35. Tracé du versoir hélicoïde sur le cylindre.	133
36. Section du cylindre par une surface passant par les deux extrémités de la spirale tracée sur sa surface.	133
37. Vue de la section du cylindre qui donne, en creux, la surface du versoir hélicoïde.	133
38. Position occupée par une bande de terre dans les diverses phases de son renversement par le versoir.	134
39. Explication de la condition nécessaire pour le renversement de la bande.	135
40. Losange à charnière pour la génération du paraboloïde hyperbolique.	136
41. Pièce de bois dite <i>gendarme</i> , employée par M. de Valcourt pour la construction du versoir paraboloïde.	136
42. Construction du versoir paraboloïde.	136
43. Buttoir de Mathieu de Dombasle.	141
44. Buttoir de M. Rozé.	141
45. Moyen d'attache du coutre à l'age de la charrue.	144
46. Coutre coudé.	145
47. Aile du soc.	145
48. Soc attaché au sep.	145
49. Vue d'un soc détaché du sep.	145
50. Coupe des bandes de terre dans un labour.	146
51. Vue de l'age des étançons et du sep d'une charrue.	148
52. Vue des étançons et du sep muni du soc.	147
53. Arc-boutant servant à attacher le versoir.	147
54. Composition des résistances appliquées à la charrue.	148
55. Régulateur simple à cheville.	150
56. Sellette mobile servant à modifier l'inclinaison de l'age de la charrue.	150
57. Régulateur à manivelle.	150
58. Chaines de longueur variable reliant l'age à la sellette et servant de régulateur.	150
59. Régulateur à crémaillère.	151
60. Charrue munie d'un anneau régulateur.	151
61. Régulateur à sabot et à crémaillère.	152
62. Moyens d'attache des mancherons à l'age.	154
63. Charrue à treuil.	155
64. Travail de la charrue à treuil.	155
65. Charrue à treuil mue par un manège.	155
66. Détermination de la force à appliquer à la charrue.	157
67, 68, 69. Influence du tirage sur la direction du soc de la charrue.	158
70. Perte de force occasionnée par le tirage angulaire.	160
71. Supports présentant une ouverture carrée au moyen de laquelle l'age est relié à l'avant-train.	161

Fig.	Pages.
72. Leviers latéraux de Grangé pour le règlement de la charrue..	161
73. Plan du trisoc de Bedford.	162
74. Vue latérale du trisoc de Bedford.	162
75. Plan du polysoc de M. Godefroy.	164
76. Élévation latérale du polysoc de M. Godefroy.	165
77, 78. Vue du polysoc de M. Godefroy par devant et par derrière.	166
79. Vue d'une charrue à avant-train trop massif.	168
80. Influence de la dimension des roues de l'avant-train sur le tirage.	169
81. Charrue Guillaume.	170
82, 85. Décomposition des forces appliquées à la charrue Dombasle sans avant-train.	174, 175
84. Marche à suivre dans les labours en planches ordinaires.	176
85. Marche à suivre dans les labours des terrains en pente..	176
86, 87. Forme du versoir des charrues tourne-oreilles..	176
88. Charrue-navette de Valcourt.	177
89, 90. Charrue tourne-soc de Rozé vue des deux côtés..	177
91. Charrue sous-sol altenbourgeoise..	182
92. Ligo employé chez les anciens pour défoncer le sol.	186
95, 94, 95. Mode d'attache de la pelle et de la bêche à son manche.	187
96. Fourche à trois dents pour les terrains pierreux.	187
97. Ravale employée pour les travaux de nivellement.	191
98. Résistance à vaincre dans le travail à la bêche..	193
99. Positions des mottes de terre dans le travail à la bêche..	200
100. Pic employé dans les terres caillouteuses.	203
101. Pioche.	205
102. Pioche à dent.	205
103. Outil dit tournée pour défoncer les terres alternativement pierreuses et dures.	205
104. Ecobue.	204
105, 106. Houe des jardiniers..	204
107. Serfonette.	204
108. Rouleau à pointes..	208
109. Rouleau squelette.	209
110. Semoir à cuillers vu par derrière.	212
111. Vue latérale du semoir à cuillers..	212
112. Semoir à entailles vu par derrière.	215
113. Vue latérale du semoir à entailles.	215
114. Semoir à barillet.	215
115, 116. Faucille..	218
117, 118. Faux..	218
119. Sape flamande.	221
120, 121. Cylindres alimentaires des machines à battre.	229
122. Machine à battre de Ransomes.*	250
125. Van pour le nettoyage du grain.	255
124, 125. Tarare ordinaire.	254
126. Rapport du diamètre à la base des rouleaux à dépiquer les grains.	259
127. Rouleaux de bois de chêne pour le dépiquage des grains.	240
128, 129. Marche à suivre pour dépiquer le grain avec les rouleaux sur une aire carrée.	241
150. Dépiquage des grains sur une aire rectangulaire.	242
151. Effets du tirage dans les voitures à quatre roues.	251
152. Mode d'attelage des chevaux usité en Allemagne.	268
153. Cadre employé pour atteler les chevaux deux à deux..	270
154. Machine hydraulique de Vera.	284
155. Jeu des soupapes dans la canue hydraulique.	285
156. Béliet hydraulique.	285
157. Levier à contre-poids pour l'élévation de l'eau.	287
158. Roue à godets.	289
159. Noria.	290
140. Machine à chapelet.	544

Fig.	Pages.
141. Ecope à manche creux pour l'élévation de l'eau.	294
142. Pompe foulante.	296
143. Pompe aspirante.	296
144. Pompe aspirante et foulante à réservoir d'air.	298
145. Surface exposée à l'air par les labours.	367
146, 147. Surface exposée à l'air quand la profondeur du labour est égale ou supérieure à la largeur de la bande.	367
148. Rapport de la largeur à la profondeur de la raie dans les meilleurs labours.	368
149, 150. Marche à suivre dans les labours à plat.	386
151. Labours des charrues tourne-oreilles.	387
152. Labours des charrues versant à droite dans des terrains peu inclinés.	387
155. Labours de nivellement.	388
154. Labours d'un champ en deux planches.	389
154 (bis). Coupe d'un champ dans le système de culture de Tull.	398
155. Semis d'un champ à la volée d'après la méthode de M. Pichat.	499
156. Greffe par scion.	545
157. Greffe en écusson.	546
158. Greffe en flûte.	547
159. Rafleur employé pour ramasser le foin.	582
160, 161. Mode de construction des moyettes.	585
162. Tige et racines de froment de grandeur naturelle après quarante jours de végétation.	609
165. Carte indiquant les probabilités de la grêle pour chaque partie de la France.	625
164. Vue d'une Rizière.	732

TOME QUATRIÈME

1. Serpe pour couper les tiges de gardère.	226
2. Système d'échalas de M. Denis pour la culture du houblon.	214
3. Broie pour briser les chènevottes de chanvre.	552
4. Espadon pour le teillage du lin.	547
5. Détermination de la distance à observer entre les plantations d'arbres, d'après la hauteur de ces arbres.	556
6. Courbes représentant les récoltes des vignobles dans différentes circonstances météorologiques.	634
7, 8. Charrue pour la culture de la vigne.	664
9, 10, 11. Détermination de la distance à mettre entre les arbres plantés en verger.	770, 771

TOME CINQUIÈME

1. Courbes représentant la marche de la température moyenne pour Paris et Orange.	127
2. Courbes représentant la marche de la température totale à Paris et à Orange.	127

TABLE DES MATIÈRES DU SIXIÈME VOLUME

DÉDICACE. .	V
AVIS.	VII

PRINCIPES DE L'AGRONOMIE

INTRODUCTION.	1
---------------	---

PREMIÈRE PARTIE

NUTRITION DES PLANTES

CHAPITRE PREMIER. — Définition et limite de l'Agronomie.	17
CHAPITRE II. — De l'alimentation des végétaux.	21
CHAPITRE III. — Deux sources des aliments des végétaux..	59
CHAPITRE IV. — Aliments végétaux puisés dans l'atmosphère.	62
CHAPITRE V. — La terre comme source d'aliment pour les plantes.	70
CHAPITRE VI. — Consommation alimentaire des végétaux. .	109
CHAPITRE VII. — Des engrais. .	121
CHAPITRE VIII. — Continuation des engrais complémentaires. L'eau.	155
CHAPITRE IX. — Des matières servant d'engrais.	146
CHAPITRE X. — Tableau des engrais.	150
<i>Première classe.</i> — Déjections humaines..	150
<i>2^e classe.</i> — Déjections des animaux.	151
1. Cheval.	151
2. Espèce bovine.	152
3. Espèce ovine..	155
4. Porcs..	154
5. Poules.	154
6. Pigeons..	155
7. Litière de vers à soie. .	155
8. Guano.	155
9. Poudrette.	156

40. Engrais flamand.	156
41. Lizier suisse, purin.	157
3 ^e classe. — Matières organiques autres que les déjections..	158
4 ^e classe. — Plantes fraîches..	160
5 ^e classe. — Matières végétales mortes.	163
6 ^e classe. — Produits chimiques.	166
7 ^e classe. — Matières minérales naturelles..	166
1. Principe calcaire dominant.	166
2. Matières fournissant du soufre. .	168
3. Matières contenant des phosphores..	168
4. Matières contenant de la silice soluble. .	169
8 ^e classe. — Mélanges des matières des différents règnes.	169
CHAPITRE XI. — Préparation à faire subir aux engrais d'étable.	172
CHAPITRE XII. — Des engrais relativement à la nature du sol..	186
CHAPITRE XIII. — Engrais spéciaux des plantes.	198
CHAPITRE XIV. — Durée d'action des engrais.	210
CHAPITRE XV. — Mode d'application des engrais. .	218
CHAPITRE XVI. — Du prix des engrais.	223

DEUXIÈME PARTIE

HABITATION DES PLANTES

CHAPITRE PREMIER. — Introduction. .	255
CHAPITRE II. — Du calorique.	258
§ 1. — Effets des maxima de température..	258
§ 2. — Effets des basses températures sur la végétation..	242
§ 3. — Effets des températures moyennes.	248
§ 4. — Effets de la radiation solaire.	254
CHAPITRE III. — De l'humidité.	259
§ 1. — Effets de l'humidité sur les plantes.	259
§ 2. — De l'eau atmosphérique.	261
§ 3. — Eau du sol.	264
§ 4. — Faculté de retenir l'eau. Hygroscopicité des terres.	265
§ 5. — Perméabilité du sol.	267
§ 6. — Capillarité du sol.	270
CHAPITRE IV. — Des saisons végétales.	275
§ 1. — Saison végétale de température. .	275
§ 2. — Saison végétale d'humidité..	279
CHAPITRE V. — Moyens de modifier la température.	288
§ 1. — Moyens d'augmenter la chaleur.	288
§ 2. — Moyens de diminuer la chaleur.	293

614 **TABLE DES MATIÈRES DU SIXIÈME VOLUME.**

N° 14. — Sur les moyens d'améliorer le sol.	406
N° 15. — Nécessité des engrais spéciaux démontrée par quelques faits observés dans la culture de la garance.	417
N° 16. — De la radiation solaire et de ses effets sur la végétation.	422
N° 17. — Influence de la chaleur sur les progrès de la végétation.	442

Considérations sur les Machines, par Auguste de Gasparin..	455
Du plan incliné comme grande machine agricole.	489
De l'eau à Nîmes.	541
Une Course au clap de Luc.	547

Table analytique générale des matières des six volumes du <i>Cours d'Agriculture</i> ..	553
Table générale des gravures du <i>Cours d'Agriculture</i> ..	605
Table des matières du sixième volume.	611

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU SIXIÈME ET DERNIER VOLUME.

LIVRARIA

LIVROS DE DIREITO
DE LITTERATURA — DE DEVOÇÃO — DE EDUCAÇÃO
DE HOMŒOPATHIA — DE MISSA
com capa

DE VELLUDO, DE MARFIM, DE MADREPEROLA, DE TARTARUGA
E DE MARROQUIM

LIVROS COMMERCIAES

DIARIO, RAZÃO, CAIXA

LIVROS

PARA ASSENTOS — DE COPIAR CARTAS
PARA APONTAMENTOS — DE LUXO PARA PRESENTES
LATINOS — FRANCEZES — PORTUGUEZES
INGLEZES, ETC., ETC.

TINTA | **TINTA**
DE COPIAR CARTAS | DE MARCAR ROUPA

*Manda-se gratuitamente o Catalogo da casa, em qualquer
ponto do Imperio, sobre pedido.*

PAPEIS PINTADOS

PARA FORRAR CASAS

Sempre existe o mais variado, o mais completo e barato
DE PAPEIS PINTADOS DE FABRICAÇÃO BRASILEIRA

DESDE O PREÇO DE 500 RÉIS A PEÇA PARA CIMA
GUARNIÇÕES, RODAPÉS, etc., etc.

ENCARREGA SE DE QUALQUER ENCOMMENDA PARA A SUA
ASSIGNATURAS PARA OS JORNAES ESTRANGEIROS

Preços Modicos

Artigos de Fantasia

CAIXAS DE COSTURA

CAIXAS DE PERFUMARIA

PAPELEIRAS DE LUXO

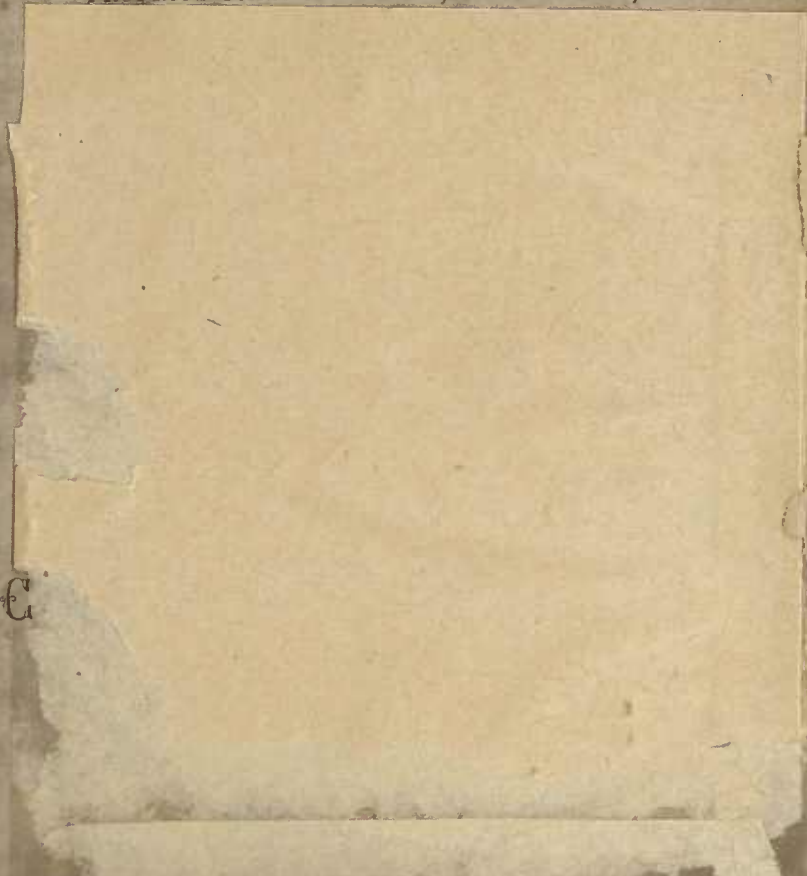
CAIXAS de guardar JOIAS

BOLÇAS PARA SENHORAS

GRANDE SORTIMENTO DE BONITOS ARTIGOS

DE METAL, DE VELLUDO, DE MARFIM, ETC.

PROPRIOS PARA PRESENTIS, PARA FESTAS, ETC.



Quadros para Photographia

CHARUTOS DA LAVANA (Leg'timos)

