



CHEMIE
AGRICOLE







0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14







~~13~~
~~1-9~~

A-681.41 DAY

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

NOUVEAU MANUEL

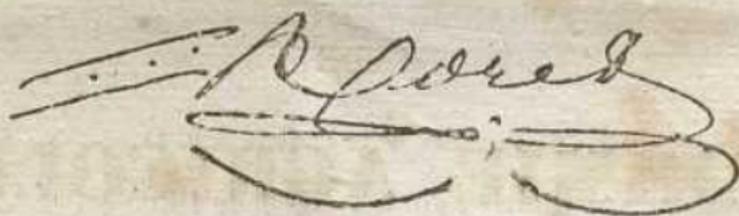
DE

CHIMIE AGRICOLE.



AVIS.

Le mérite des ouvrages de l'*Encyclopédie-Roret* leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume il portera, à l'avenir, la véritable signature de l'éditeur.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Roret', with a large, decorative flourish underneath.

**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA**

N.º DOCUMENTO 613544743

N.º COPIA 15591661

FA-AR 631.41
DAV
noo

MANUELS-RORET.

NOUVEAU MANUEL

DE

CHIMIE AGRICOLE,

TRADUIT SUR LA CINQUIÈME ÉDITION ANGLAISE DES

ÉLÉMENS DE CHIMIE AGRICOLE

DE SIR HUMPHRY DAVY,

Avec les notes de M. JOHN DAVY sur des faits connus
seulement depuis 1826;

PAR A. D. VERGNAUD,

Capitaine d'artillerie, ancien élève de l'École Polytech-
nique, membre de la Légion d'Honneur.

Ouvrage orné de figures.

R
1513

PARIS,

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,
RUE HAUTEFEUILLE, N° 10 BIS.

1838.

BIBLIOTECA
E. DE FARMACIA
GRANADA

1212

AVIS DU TRADUCTEUR.

Il existe plusieurs traductions françaises des premières éditions anglaises de la Chimie agricole de H. DAVY ; mais elles ne renferment pas, pour la plupart, les additions et les corrections importantes que l'auteur fit à la quatrième édition, qui parut en 1827. Après la mort de H. Davy, M. John Davy a publié en 1836 une cinquième édition qu'il a enrichie de notes précieuses sur des faits nouveaux. C'est cette édition que j'ai traduit, en tâchant de conserver surtout la noble simplicité du texte anglais.

J'ai laissé les mesures anglaises, en ayant soin d'y ajouter en regard les mesures françaises du système métrique.

J'avais compté d'abord faire ressortir, dans des notes, l'état actuel de la chimie organique, et combien il est remarquable que H. Davy eût lui-même posé d'avance des limites aux fausses inductions des procédés d'analyse du creuset et des réactifs ; mais ces notes se fussent trop multipliées, sans atteindre le but que je me suis proposé spécialement dans ma nouvelle édition du *Nouveau Manuel complet de Chimie organique et inorganique*, qui fait partie de la collection Roret, et qui vient de paraître chez ce libraire.

A. D. VERGNAUD.

Saint-Omer, novembre 1857.

AVERTISSEMENT

SUR LA CINQUIÈME ÉDITION ANGLAISE.

J'ai conservé sans altération, dans cette édition, le texte de la précédente qui avait été revue par l'auteur lui-même. La seule liberté que j'ai prise est d'y avoir ajouté, à la demande des éditeurs, quelques notes relatives surtout aux faits qui ne sont connus que depuis 1826.

JOHN DAVY.

5 nov. 1835.

AVERTISSEMENT

SUR LA QUATRIÈME ÉDITION ANGLAISE.

J'ai eu l'honneur pendant dix ans, 1802 à 1812, de faire chaque année un cours public d'agriculture. J'ai constamment fait mes efforts pour y suivre, en tout tems, les progrès des découvertes, et conséquemment j'ai dû modifier mon cours chaque année, ensorte que depuis la première édition (1813), il a été fait de tels changemens dans la chimie, qu'il m'a fallu compléter ce cours par des modifications et des additions notables.

Je suis redevable de beaucoup de renseignemens utiles à plusieurs habiles agriculteurs qui, désireux des perfectionnemens, s'efforcent d'appliquer les principes de la chimie au plus important des arts, l'agriculture. On trouvera ces renseignemens dans le corps de l'ouvrage, où j'espère n'en

avoir omis aucun ; mais s'il y avait quelque omission de ce genre, j'ai la confiance de penser qu'on les attribuerait plutôt à un manque de mémoire qu'au défaut de reconnaissance et de franchise.

J'ai cité partout les livres où j'ai puisé des théories ou des pratiques spéciales ; mais quant aux théories dont les auteurs sont bien connus, et qui peuvent être considérées comme du domaine public de la science, je n'ai pas cru que les citations fussent toujours nécessaires.

En revoyant cet ouvrage, pour en publier la quatrième édition, j'ai été frappé de ses imperfections, et je regrette d'avoir été si peu capable de le rendre plus digne des lecteurs auxquels il est destiné. Mon but a été principalement de me renfermer dans des principes de pratique et dans les applications pratiques de la science ; mais c'est dans une ferme, et non dans un laboratoire, que les découvertes peuvent se faire, et malheureusement mes occupations ne m'ont pas permis d'y procéder moi-même ; j'ai dû me contenter de renseignemens à cet égard, pour indiquer la voie des perfectionnemens. L'accueil que l'on a bien voulu faire à mon ouvrage, tant en Angleterre que sur le continent, me fait espérer que son but, fort modeste d'ailleurs, n'a pas laissé que d'être atteint jusqu'à certain point et avec quelque utilité.

J'ai conservé l'appendice contenant le rapport des expériences sur les herbages institués à Woburn, par le duc de Bedford, parce que j'ai cité plusieurs de ces expériences dans le texte. Je suis heureux d'ailleurs de pouvoir renvoyer mes lecteurs à un rapport plus complet et plus détaillé sur ce sujet, publié dans un traité spécial par M. GEORGES SINCLAIR, et intitulé : *Hort Gram. Woburnensis*. Cet ouvrage

est d'une simplicité et d'une clarté qui le rendent tout-à-fait digne de ceux qui s'occupent de recherches agricoles.

H. DAVY.

1^{er} janv. 1827.

TABLE DES MATIÈRES.

- CHAPITRE PREMIER. Introduction. Vues générales et ordre à suivre dans l'exposition du sujet..... Page 1
- CHAP. II. Influences générales de la matière sur la végétation; gravitation, cohésion, attraction chimique, chaleur, lumière, électricité; substances pondérables; élémens particuliers aux végétaux; lois de leurs combinaisons et de leurs arrangemens..... 19
- CHAP. III. Organisation des plantes. Racines, tronc, branches; structure. Epiderme. Parties corticales et tissus des feuilles, des fleurs et des graines. Constitution chimique des organes des plantes et des substances qui s'y trouvent. Substances mucilagineuses, saccharines, extractives, résineuses et huileuses, et autres composés végétaux; leurs arrangemens dans les organes des plantes, leurs compositions, leurs changemens et leurs usages..... 36
- CHAP. IV. Sols, leurs parties constituantes. Analyse des sols; usage du sol. Roches et bancs sous les sols. Perfectionnement du sol..... 103
- CHAP. V. Nature et constitution de l'atmosphère; son influence sur les végétaux. Germination des graines. Fonctions des plantes aux différens âges de leur croissance; vue générale des progrès de la végétation..... 136
- CHAP. VI. Fumiers d'origine végétale et animale; comment ils deviennent une nourriture pour la plante. Fermentation et putréfaction. Différentes espèces de fumiers végétaux et de fumiers animaux. Fumiers mêlés. Principes généraux pour l'usage et l'application de ces engrais. 173

CHAP. VII. Engrais d'origine minérale, ou fossiles ; leur préparation et la manière dont ils agissent. Chaux dans ses différens états. Opération de la chaux comme fumier et comme ciment. Différentes combinaisons de chaux. Plâtre, idées sur son usage. Autres composés neutres salins, employés comme fumiers. Alcalis et sels alcalins. Sel ordinaire..... 200

CHAP. VIII. Amélioration des terres en les brûlant. Principes chimiques de cette opération. Irrigation et ses effets. Jachère ; ses désavantages et ses usages. Labours appropriés à la succession de diverses récoltes. Pâturage. Vues concernant son application. Objets agricoles divers liés à la chimie. Conclusion..... 222

APPENDICE. Rapport sur les résultats d'expériences sur le produit et les qualités nutritives de divers herbages, gazons et autres plantes en usage pour la nourriture des animaux..... 241

LEÇONS PRATIQUES

DE

CHIMIE AGRICOLE.

CHAPITRE PREMIER.

INTRODUCTION. — VUES GÉNÉRALES ET ORDRE A SUIVRE DANS L'EXPOSITION DU SUJET.

La chimie agricole n'a pas encore pris une forme régulière, et n'a pas de système spécial. Elle n'a été suivie que depuis peu de tems par des expérimentateurs capables, et la science n'a été réunie en corps de doctrine dans aucun traité élémentaire. Obligé de me fier ainsi à mes propres idées et à mes connaissances fort limitées en agriculture, je craindrais de ne pas exciter d'intérêt, et je douterais du succès de mon entreprise, si je ne savais que l'on n'attend pas de moi un ouvrage complet sur une science qui n'est encore que dans l'enfance; je compte donc sur l'indulgence du lecteur pour ce premier essai, où j'ai tâché d'établir la connexion de la théorie chimique avec une série d'expériences d'agriculture pratique.

L'objet de la chimie agricole est de présenter tous les changemens de matière qui ont rapport à la croissance et à la végétation des plantes; les valeurs comparatives des produits nutritifs; la constitution des sols; la manière d'enrichir une terre par des fumiers et engrais divers, ou de la rendre fertile par divers procédés de culture. Des recherches de cette nature ne peuvent être que d'un grand intérêt et d'une importance réelle pour l'agriculteur théorique aussi bien que pour le fermier. Elles sont nécessaires au premier, parce qu'elles établissent les principes fondamentaux de la théorie d'où l'art de l'agriculture dépend. Elles sont utiles au second, en lui fournissant des expériences simples et faciles pour le diriger dans ses travaux et le mettre à même d'établir une série progressive et certaine d'un système de perfectionnement.

On ne peut faire aucune recherche en agriculture, sans trouver qu'elle se lie plus ou moins avec les théories et les découvertes chimiques.

Si la terre est improductive et qu'on veuille essayer un système d'amélioration, la méthode la plus sûre pour parvenir à ce but, est de déterminer la cause de la stérilité, qui doit nécessairement dépendre de quelque défaut dans la constitution du sol, défaut que l'analyse chimique dévoile aisément.

Quelques terres qui ont de belles apparences sont souvent frappées de stérilité, sans qu'aucune observation, sans qu'aucune pratique, ordinaires, fournisse les moyens d'en reconnaître la cause ou de l'empêcher. Dans ce cas, l'application des réactifs chimiques est utile, car le sol doit contenir quelque principe nuisible que l'on découvre ainsi facilement, et que probablement l'on peut détruire avec autant de facilité.

Sont-ce des sels de fer qui, par leur présence, rendent la terre stérile? on peut les décomposer par la chaux. Est-ce un excès de sable siliceux? le système d'amélioration exigera l'emploi de l'argile et des calcaires. Est-ce un manque de matière calcaire? le remède est facile. Est-ce un excès de matière végétale? on le combat avec de la chaux, en pelant et brûlant. Y a-t-il manque de matière végétale? on y supplée par du fumier engrais.

Il se présente souvent, dans la culture, l'embarras du choix pour les diverses espèces de pierres à chaux que l'on doit employer. Pour se décider par le mode des expériences ordinaires, il faudrait perdre beaucoup de tems, quelques années peut-être, et tenter des essais qui pourraient nuire aux récoltes; mais il ne faut que quelques minutes et un simple réactif chimique pour découvrir la nature de la pierre à chaux, ainsi que la convenance de son emploi, soit comme fumier engrais pour différens sols, soit comme ciment liant.

La terre houillère d'une certaine consistance et d'une certaine composition, est un excellent fumier; mais il y a quelques variétés de houilles qui contiennent une si grande quantité de matières ferrugineuses, que c'est un véritable poison pour les plantes. Rien de plus simple que l'opération chimique, pour déterminer la nature et les usages probables d'une substance de ce genre.

Il n'est pas de question sur laquelle il ait existé plus d'o;

pinions différentes, que celle de l'état dans lequel le fumier doit être enfoui en terre : doit-il être récent ou pourri, toute fermentation ayant cessé? c'est encore un sujet de discussion; mais si l'on a la moindre notion des plus simples principes de la chimie, il ne peut y avoir de doutes à ce sujet. Dès qu'une substance excrémentielle commence à se décomposer, il s'en échappe les parties les plus volatiles, qui sont précisément celles les plus actives et du plus grand effet. Le fumier qui a fermenté de manière à n'être plus qu'une simple masse molle, a généralement perdu du tiers à la moitié de ses élémens les plus utiles; celui qui doit exercer toute son action sur la plante, et qui ne peut perdre aucune de ses puissances nutritives, est évidemment celui que l'on emploie beaucoup plus tôt, et long-tems avant que la décomposition soit arrivée à ses derniers résultats.

Il serait facile d'accumuler une multitude d'exemples de ce genre, mais je pense qu'il suffit de prouver ici que la connexion de la chimie et de l'agriculture n'est pas fondée sur une vague théorie, et qu'au contraire, les principes chimiques bien compris et suivis constamment, dans une application progressive, ne peuvent manquer de réaliser de grands bénéfices.

Une vue générale des objets que nous allons traiter et de la manière dont ils seront exposés, ne sera pas, je l'espère, considérée comme une introduction hors de propos. Nous présenterons ainsi une idée générale de la liaison des différentes parties du sujet et de leur importance relative, ce qui nous donnera l'occasion d'indiquer quelques détails historiques sur les progrès de cette branche de nos connaissances, et de nous appuyer sur ce qui a été fait, pour ce qui reste à faire en découvertes ultérieures.

Les phénomènes de la végétation doivent être considérés comme une branche importante de la science de la nature organisée; mais, quoique les végétaux soient bien au-dessus de la matière inorganique, leur existence dépend en grande partie cependant des lois qui régissent la matière inerte. Les plantes reçoivent leur nourriture des élémens extérieurs; elles se l'assimilent à l'aide d'organes particuliers; et c'est en examinant leur constitution physique et chimique, les substances et les pouvoirs qui agissent sur elles, ainsi que les modifications qui s'ensuivent, que l'on peut arriver aux principes réels de la chimie agricole.

Il est évident, d'après cela, que l'étude doit commencer

par quelques recherches générales sur la composition et la nature des corps matériels, et sur les lois des changemens qu'ils subissent. La surface de la terre, l'atmosphère et l'eau qu'elle laisse tomber, doivent, ensemble ou séparément, fournir tous les principes de la végétation; ce n'est qu'en examinant la nature chimique de ces principes, que nous pouvons arriver à découvrir quelle est la nourriture des plantes et la manière dont cette nourriture est fournie et préparée pour leur végétation. Les principes de la constitution des corps seront donc le premier objet de nos investigations.

On a reconnu, par des méthodes d'analyse dépendantes des réactifs et de l'électricité voltaïque, que toutes les variétés de substances matérielles se réduisent comparativement à un petit nombre de corps, que l'on n'a pu décomposer encore, et que l'on regarde par conséquent, dans l'état actuel de nos connaissances chimiques, comme des élémens. Les corps incapables de décomposition jusqu'ici sont au nombre de 52 (1). 40 sont des métaux; 7 sont inflammables; et 5 sont des substances qui s'unissent avec les métaux et les corps inflammables, formant ainsi les acides, les alcalis, les terres, et autres composés analogues. Sous l'influence des pouvoirs d'attraction, les élémens chimiques se combinent en divers agrégats. Dans leurs combinaisons les plus simples, ils produisent diverses substances cristallines, qui se distinguent par la régularité de leurs formes. Dans leurs arrangemens plus compliqués, ils constituent les variétés des substances végétales et animales, prennent un caractère plus marqué d'organisation, et deviennent aptes à la vie. Par l'influence de la chaleur, de la lumière et de l'électricité, il se forme une série continue de changemens; la matière prend de nouvelles formes, la destruction d'un ordre d'êtres tendant à la conservation d'un autre; la dissolution et la consolidation, la décadence et le renouvellement, se lient sans cesse, et tandis que certaines parties du système sont dans un état continu de fluctuation et de changement, l'ordre et l'harmonie de l'ensemble restent inaltérables.

(1) Maintenant de 54, à raison de la découverte faite par M. Berzélius et Sefstrom, de deux nouveaux métaux, le thorium et le vanadium.

Après avoir pris une idée générale de la nature des élémens et des principes des changemens chimiques, nous arriverons à la structure et à la constitution des plantes. Il existe, dans toutes, un système de tubes ou vaisseaux qui, d'une part se termine en racines et de l'autre en feuilles. C'est par l'action capillaire des racines, que les fluides sont pompés dans le sol; la sève, en montant, devient plus dense et plus convenable pour déposer les matières solides qu'elle charie; elle est modifiée par l'exposition à la chaleur, à la lumière et à l'air dans les feuilles; elle descend à travers l'écorce, produisant dans son cours de nouvelle matière organisée; c'est ainsi que dans son flux de l'automne et du printems, elle devient la cause de la formation de nouvelles parties, et d'une élaboration plus parfaite des parties déjà formées.

Pour cette partie de mes recherches, je tâcherai de réunir en faisceau les observations des savans qui ont le mieux étudié la physiologie de la végétation: MM. Grew, Malpighi, Sennebier, Darwin, de Candolle, Mirbel, et surtout M. Knight. C'est le dernier investigateur de ces sujets intéressans, c'est celui dont les travaux ont mis le plus au jour les secrets de la nature dans cette partie de son économie.

La composition chimique des plantes a, depuis dix ans, été bien éclaircie par les expériences d'un grand nombre de chimistes de tous les pays, et forme une belle partie de la chimie générale; elle est trop étendue, pour la suivre dans ses détails; mais il sera nécessaire d'y recourir souvent pour en déduire des conclusions pratiques.

En soumettant les organes des plantes à l'analyse chimique, on trouve que leur variété infinie de formes dépend des arrangemens divers et des combinaisons d'un petit nombre d'élémens; il n'y en a que sept ou huit au plus, et trois seulement constituent la plus grande partie de leur substance organisée; de la manière dont ces élémens sont disposés, proviennent les diverses propriétés des produits de la végétation, employés comme alimens ou pour d'autres besoins de la vie.

La valeur et les usages de chaque espèce de produits agricoles, sont estimés plus exactement et mieux appréciés, quand le praticien s'aide des principes dérivés de la chimie. Les composés en végétaux réellement nutritifs comme alimens des animaux, sont en petit nombre: ce sont la farine ou la matière pure de l'amidon, le gluten, le sucre, la

gelée végétale, l'huile et l'extractif (1). La plus nutritive de ces substances est le gluten, dont la nature se rapproche le plus de la matière animale, et qui donne au froment sa supériorité sur tout autre grain. Viennent ensuite, comme substances nutritives, l'huile, le sucre, la farine, et enfin les matières gélatineuses et extractives. Les simples indices des pouvoirs nutritifs relatifs de ces différens alimens, sont les quantités relatives de ces différentes substances qu'elles offrent à l'analyse; et quoique le goût et l'apparence aient, dans les années d'abondance, beaucoup d'influence sur la consommation de ces denrées, ils en ont bien moins dans les tems de disette, et c'est alors que les connaissances de ce genre sont de la plus grande importance. Le sucre et la farine ou l'amidon, se ressemblent beaucoup dans leur composition, et peuvent se changer l'un en l'autre par de simples procédés chimiques. En détaillant ces rapports, je m'étendrai sur les résultats de quelques expériences récentes dont on a fait des applications tant pour l'économie agricole que pour quelques procédés importans de l'industrie manufacturière.

Toutes les variétés des substances trouvées dans les plantes sont produites par la sève; et la sève des plantes provient de l'eau, ou des fluides du sol; elle est changée par les principes provenant de l'atmosphère ou combinée avec eux. L'influence du sol, de l'eau et de l'air sera donc le premier sujet de nos observations. Les sols, dans tous les cas, consistent en un mélange de différentes matières terreuses finement divisées; avec des substances animales ou végétales en décomposition, et certains ingrédiens salins. Les matières terreuses sont la vraie base du sol; les autres parties qui s'y trouvent naturellement ou qu'on y introduit artificiellement, agissent de la même manière que des fumiers. Quatre espèces de terres abondent dans les sols; ce sont l'alumineuse, la siliceuse, la calcaire et la magnésienne. Ces terres, ainsi que je l'ai découvert, consis-

(1) Il est douteux que le nombre en soit ainsi limité. Comme la sciure de bois peut, par un procédé particulier, se convertir en une espèce de nourriture, il n'est pas improbable que par la puissance digestive des organes animaux, on puisse tirer une alimentation des substances analogues à la sciure de bois, tels que la paille, etc., etc. Dans les îles Ioniennes, où le bétail est misérablement tenu dans la saison d'hiver, on ne le nourrit que de paille, et les chevaux de ferme n'ont pour nourriture que de la paille et des sarzens de vigne. J. D.

tent en métaux fortement inflammables, unis à l'air pur ou oxygène; et ne sont pas, comme nous le verrons, autrement altérées ou décomposées dans la végétation. Le grand usage du sol est de fournir un support à la plante, de lui donner les moyens d'y fixer ses racines et de tirer par ses tubes, lentement et graduellement, sa nourriture des substances solubles et dissoutes mêlées aux terres.

Qu'un mélange particulier des terres s'allie avec la fertilité du sol, on n'en peut douter; et presque tous les sols stériles sont susceptibles d'être perfectionnés, par une modification des parties terreuses qui les constituent. Je donnerai la méthode la plus simple que j'aie encore trouvé d'analyser un sol, et de déterminer la constitution et les ingrédients chimiques qui paraissent se lier à la fertilité; à cet égard, des recherches récentes ont fait disparaître plusieurs des difficultés d'une première investigation.

La nécessité de l'eau pour la végétation, et la vigueur d'accroissement des plantes se liant avec la présence de l'humidité dans le midi du vieux continent, avaient fait prévaloir l'opinion, dans l'ancienne école, que l'eau était l'élément le plus productif, la substance dont toute chose pouvait être composée, et dans laquelle tout finissait par se résoudre. La sentence du poète grec « *αριστον μιν υδωρ* »

— L'eau est au-dessus de tout — semble avoir été l'expression de cette opinion adoptée par les Grecs, qui la reçurent des Égyptiens, que Thales rapporte, et que les alchimistes ressuscitèrent. Van-Helmont, en 1610, comprit et voulut prouver, par une expérience décisive, que tous les produits végétaux pouvaient être engendrés par l'eau. Ses résultats furent reconnus erronés par Woodward, en 1691; mais le véritable usage de l'eau pour la végétation, fut inconnu jusqu'en 1785, époque à laquelle M. Cavendish découvrit que l'eau était composée de deux fluides élastiques ou gaz, le gaz inflammable (*hydrogène*), et le gaz vital (*oxygène*).

L'air était, ainsi que l'eau, considéré comme un simple élément, par la plupart des anciens philosophes. Quelques recherches chimiques, dans le seizième et le dix-septième siècles, conduisirent à d'heureuses conjectures sur sa nature réelle. Sir Kenelm Digby, en 1660, supposa que l'air contenait quelque matière saline qui était une nourriture essentielle pour les plantes. Boyle, Hook et Mayow, de 1665 à 1680, établirent qu'il n'y avait qu'une petite partie de

l'air qui se trouvait consumée dans la respiration des animaux et dans la combustion des corps inflammables ; mais la véritable analyse de l'air est un travail beaucoup plus récent, achevé vers la fin du siècle dernier par Schéele, Priestley et Lavoisier. Ces savans célèbres prouvèrent que les élémens principaux de l'air sont deux gaz oxigène et azote, dont le premier est essentiel à la flamme et à la vie des animaux, et que l'air contient en outre quelque faible quantité de vapeur aqueuse et d'acide carbonique ; Lavoisier prouva de plus que l'acide carbonique n'est lui-même qu'un composé fluide élastique, consistant en charbon dissout dans l'oxigène.

Jethro Tull, dans son traité du cheval de labour (*horse hoeing*) publié en 1733, avança l'opinion que les plus petites particules terreuses fournissaient toute la nourriture du règne végétal ; que l'air et l'eau ne servaient qu'à produire ces particules de terre ; et que les fumiers n'agissaient qu'en améliorant la texture du sol, enfin, que leur action était toute mécanique. Cet auteur ingénieux du nouveau système d'agriculture, ayant observé les excellens effets produits dans le travail du labour, par la division très grande du sol, et par la pulvérisation à l'aide de son exposition à l'air et à la rosée, fut entraîné trop loin par l'exagération de ses principes. Duhamel, dans un ouvrage imprimé en 1754, adopta l'opinion de Tull, et établit qu'en divisant finement le sol, on pouvait tirer plusieurs récoltes successives du même sol. Il essaya de prouver aussi, par des expériences directes, que les végétaux de toute espèce pouvaient s'élever sans fumier. Ce célèbre horticulteur vécut d'ailleurs assez long-tems pour changer d'opinion. Les résultats de ses dernières et plus parfaites observations l'amènèrent à conclure que ce n'était pas une matière simple qui donnait de la nourriture aux plantes. L'expérience générale des fermiers a long-tems avant confirmé la vérité de cette opinion, et prouvé que les fumiers se consomment dans le procédé de la végétation. L'épuisement des sols en leur faisant produire des récoltes de froment, et les effets du bétail qu'on y laisse paître ou dont on emploie les fumiers, offrent des exemples familiers du principe ; les recherches savantes de Hassenfratz et de Saussure, ont surtout prouvé par des expériences satisfaisantes, que les matières végétales et animales déposées dans le sol, y sont absorbées par les plantes et deviennent une partie de leur matière organisée. Mais

quoique ni l'eau, ni l'air, ni la terre ne fournissent toute la nourriture des plantes, cependant elles ont leurs fonctions dans le procédé de la végétation. Le sol est le laboratoire dans lequel se prépare l'alimentation; aucun engrais ne peut être pris par les racines des plantes, sans la présence de l'eau. La germination des grains ne peut avoir lieu sans la présence de l'air ou du gaz oxygène; à la clarté du soleil, les végétaux décomposent le gaz acide carbonique de l'atmosphère, en absorbant le carbone qui devient partie de leur matière organisée, et mettant l'oxygène en liberté (1); à raison de la variété de ses actions, l'économie de la végétation contribue à l'ordre général du système de la nature.

Il a été prouvé par diverses recherches, que la constitution de l'atmosphère a toujours été la même, depuis le tems qu'on l'a soigneusement analysée; et cela doit, en grande partie, dépendre du pouvoir qu'ont les plantes d'absorber ou décomposer les débris des matières végétales et animales en putréfaction, ainsi que les émanations gazeuses qui en proviennent. Le gaz acide carbonique se forme dans une foule de procédés de fermentation et de combustion, et notamment dans celui de la respiration des animaux, sans que l'on connaisse aucun autre procédé de la nature, que la végétation, pour le consommer. Les animaux produisent une substance qui paraît être une nourriture nécessaire aux végétaux; les végétaux développent un principe nécessaire à l'existence des animaux; et ces classes différentes des êtres semblent liées ainsi dans l'exercice de leurs fonctions vitales, et dépendant jusqu'à certain point les unes des autres pour leur existence. L'eau s'élève de l'Océan, se répand dans l'air, et retombe sur le sol, de manière à s'appliquer aux besoins de la vie. Les diverses parties de l'atmosphère sont mêlées ensemble par les vents, par les changemens de température, et successivement

(1) La grande accumulation du carbone dans les forêts et dans les masses bouillères, ce qui ne laisse pas que d'être important dans les couches de charbon minéral, fournit une bonne raison pour regarder ce dernier comme d'origine végétale; et c'est, suivant moi, une preuve à l'appui du texte, que les plantes, dans leur végétation active et dans leur accroissement, tirent soit immédiatement soit autrement le carbone de l'atmosphère, par la décomposition de l'acide carbonique et la mise en liberté de l'oxygène.

mises en contact avec la surface de la terre, de manière à exercer leur influence fertilisante. Les modifications du sol et l'emploi des fumiers, sont mis au pouvoir de l'homme, comme pour éveiller son industrie et l'appeler à en faire usage.

La théorie de l'opération générale des fumiers les plus composés, devient très facile par de simples principes chimiques; mais il y a beaucoup à découvrir encore quant à la meilleure manière de rendre solubles les substances animales et végétales; quant au procédé de la décomposition, aux moyens de l'accélérer ou de la retarder, et de tirer le plus grand parti des matières employées, ce sera le sujet du chapitre sur les fumiers.

On trouve, par l'analyse, que les plantes se composent principalement de charbon et de matière aériforme. Elles laissent échapper, à la distillation, des composés volatils dont les élémens sont l'air pur, l'air inflammable, une fumée charbonneuse et de l'azote, ou cette substance élastique qui forme une grande partie de l'atmosphère et qui est incapable d'entretenir la combustion. Les plantes s'emparent de ces élémens, soit par leurs feuilles qui agissent sur l'air, soit par leurs racines dans le sol. Tous les fumiers de substances organisées contiennent des principes de substance végétale, qui, pendant la putréfaction sont rendus solubles dans l'eau, ou bien aériformes; et dans ces états, elles sont susceptibles d'être assimilées aux organes végétaux. Ce n'est pas un seul principe qu'apporte l'alimentation de la vie végétale; ce n'est pas simplement du charbon, ni de l'hydrogène, ni de l'azote, ni de l'oxygène seulement; mais bien tous ces élémens à la fois, dans différens états et dans diverses combinaisons. Les substances organiques, dès qu'elles sont privées de vitalité, commencent à passer par une série de changemens qui se termine par leur complète destruction, la séparation entière et la dissipation de leurs parties. Les matières animales sont le plus promptement détruites par l'opération de l'air, de la chaleur et de la lumière. Les substances végétales cèdent plus lentement, mais en définitive elles obéissent aux mêmes lois (1). Les périodes de l'application des fumiers prove-

(1) Ceci, quoique généralement vrai, n'est pas sans exception. Quelques substances végétales se décomposent très rapidement, tandis qu'il y a des substances animales qui se décomposent très lentement. Les sucs exprimés de la plupart des lientes entrent en fermentation vineuse aussi rapidement

nant de la décomposition des substances animales et végétales, dépendent de la connaissance de ces principes; et je pourrai citer quelques faits nouveaux et importans, qui, j'en suis certain, ne laisseront aucun doute sur cette partie de la théorie agricole.

La chimie des plus simples fumiers, les fumiers qui agissent en très petites quantités, comme le plâtre, les alcalis et diverses substances salines, avait été fort obscure jusqu'à ces derniers tems. On avait supposé généralement que ces matériaux agissaient dans l'économie végétale de la même manière que les assaisonnemens ou les stimulans dans l'économie animale, en rendant les alimens ordinaires plus nutritifs. Mais on regarde cependant, comme beaucoup plus probable, qu'ils sont réellement une partie de la nourriture des plantes et qu'ils fournissent à la fibre végétale une espèce de matière analogue à celle qui produit les os dans la structure animale.

On sait que l'opération du plâtre (*gypse, sulfate de chaux*) est extrêmement capricieuse en Angleterre, et que l'on n'a encore aucune donnée certaine sur son application.

Il y a cependant de bonnes raisons de supposer que ce sujet serait pleinement éclairci par des recherches chimiques. Les plantes auxquelles son application semble le plus profitable sont celles qui le reproduisent toujours dans leur analyse. Le trèfle et la plupart des herbes des prés artificiels contiennent du plâtre, mais il n'existe qu'en très petite quantité dans l'orge, le froment et les navets. Beaucoup de cendres de houille, que l'on vend très cher, ne consistent presque qu'en plâtre, avec un peu de fer, et ce premier ingrédient semble le plus actif de tous ceux que renferment ces cendres. J'ai examiné plusieurs des sols où l'on avait fait un usage successif de ces cendres, et je n'y ai pas trouvé une quantité notable de plâtre. En général, les sols cultivés contiennent suffisamment de cette substance pour l'usage des herbages, et dans ce cas, l'emploi n'en peut pas être avantageux. Les plantes, en effet, n'ont besoin que d'une certaine quantité de fumier; l'excès en peut être nuisible, mais ne peut être utile, à coup sûr.

et même plus rapidement à la température de 70° Fahrenheit (21°, 11 centigrades) que les fluides animaux en putréfaction; les tissus blancs des animaux, tendons, etc, etc., résistent longtems au changement de la décomposition.

J. D.

La théorie de l'opération des substances alcalines, est une des parties les plus simples et les plus distinctes de la chimie agricole. On les trouve dans toutes les plantes et dès lors on peut les regarder comme leurs ingrédiens essentiels; à raison de leur puissance de combinaisons, elles peuvent même être utiles en introduisant dans la sève des végétaux, divers principes avantageux à leur nourriture.

J'ai eu le bonheur de décomposer les alcalis fixes que l'on avait regardé long-tems comme des corps simples. Ils se composent d'air pur, uni à des substances métalliques hautement inflammables; mais il n'y a aucune raison de supposer qu'elles se décomposent en leurs élémens dans aucun procédé de végétation.

Dans le cours de cet ouvrage, je donnerai les détails les plus étendus sur la chaux, substance importante que je considérerai sous un point de vue nouveau.

Les Romains se servaient de chaux éteinte pour fumer le sol des vergers et c'est Pline qui nous l'apprend; la marne était employée par les Bretons et par les Gaulois, dans les tems les plus reculés, comme un bon apprêt pour la terre; mais l'époque précise où les produits du chauxfournier furent d'un usage général dans la culture de la terre est inconnu, je crois. L'origine de l'application des anciennes pratiques est suffisamment évidente; une substance essayée avec succès dans le jardinage, l'a bientôt été dans la culture des terres de la ferme; et dans les pays où la marne ne se trouve pas, on a naturellement employé à sa place de la chaux calcinée.

Ceux qui ont écrit anciennement sur l'agriculture n'avaient pas des idées exactes sur la nature de la chaux, de la pierre à chaux, de la marne ou sur leur effets; c'était la conséquence naturelle de l'imperfection de la chimie: alors la matière calcaire était considérée par les alchimistes comme une terre particulière, qui, dans le feu, se combinait avec un acide inflammable. Evelyn, Hartlib, et plus récemment Lisle, dans leurs travaux sur l'agriculture, l'ont caractérisé simplement comme un fumier chaud à employer dans les terres froides. C'est au docteur Black, d'Édimbourg, que nous sommes redevables de nos premières connaissances à ce sujet. Vers l'an 1755, ce célèbre professeur prouva par les expériences les plus décisives, que la pierre de chaux et toutes ses modifications, marbres, craies, et marnes, consistent principalement en une terre particulière unie à un acide aérien; que cet acide se dégage en

brûlant la pierre; qu'il occasionne une perte de plus de 40 pour cent, et que par suite la chaux devient caustique.

Ces faits importans furent immédiatement appliqués, avec une égale certitude, à l'explication des usages de la chaux, comme ciment et comme engrais. Dans le ciment, la chaux employée à l'état caustique acquiert de la dureté et de la durée, en absorbant l'acide aérien (*acide carbonique*) qui existe toujours en petite quantité dans l'atmosphère; elle redevient ainsi de la pierre à chaux. Les craies, les marnes calcaires, ou pierre à chaux en poussière, agissent simplement en formant un utile ingrédient terreux du sol, et leur efficacité est proportionnée au manque de matière calcaire, laquelle, en quantités plus ou moins grandes, semble être un composant indispensable de tous les sols fertiles, nécessaire peut-être à leur propre texture, et comme ingrédient aux organes des plantes.

La chaux cuite dans son premier effet, agit comme réactif décomposant sur la matière animale ou végétale, et semble l'amener à l'état dans lequel elle devient plus promptement une nourriture végétale; la chaux d'ailleurs est graduellement neutralisée par l'acide carbonique, et convertie en une substance analogue à la craie; mais dans ce cas elle est plus intimement mêlée aux autres composans du sol, plus généralement répandue et plus finement divisée; il est probable qu'elle est ainsi plus avantageuse pour la terre, qu'aucune autre substance calcaire dans son état naturel.

Le fait le plus étendu que l'on nous ait fait connaître, relativement à la chaux, dans ces dernières années, est dû à M. Tennant. On savait depuis long-tems qu'une espèce particulière de pierre à chaux, qu'on trouve en différentes parties du nord de l'Angleterre, lorsqu'on l'appliquait en quantité considérable soit cuite, soit éteinte, occasionnait la stérilité, ou du moins faisait grand tort aux récoltes pour plusieurs années. M. Tennant s'assura par un examen chimique, en 1800, que cette espèce de pierre à chaux différait de celles ordinaires en ce qu'elle contenait de la magnésie, terre qu'il prouva par plusieurs expériences, contraire à la végétation quand on l'emploie en grandes quantités dans son état caustique. Dans les circonstances ordinaires, la chaux de la pierre à chaux magnésienne est d'ailleurs employée, en quantité modérée, sur les sols fertiles de Leicestershire, Derbyshire et Yorkshire, et elle y

produit un bon effet ; on peut même l'employer en plus grande proportion dans les sols très riches en matière végétale. La magnésie, combinée avec le gaz acide carbonique ne semble plus préjudiciable à la végétation, et dans les sols où les fumiers sont abondans, le gaz acide carbonique lui est promptement fourni par la décomposition du fumier.

Après avoir discuté la nature et l'action des engrais, nous arriverons à la considération de quelques-unes des opérations d'agriculture susceptibles d'éclaircissemens par les principes de la chimie.

La théorie chimique des jachères est très simple. Les jachères forment une source de richesses au sol, par suite de l'absorption de l'oxygène et des principes aqueux de l'atmosphère ; elles tendent ainsi à produire une accumulation de matière décomposante qui, dans le cours ordinaire des récoltes eût été employée à mesure qu'elle se serait formée ; cette pratique d'ailleurs est rarement avantageuse dans les sols bien cultivés, avec une série régulière de récoltes convenablement fumées. Les seuls cas où elle présente de réels avantages sont ceux où l'on veut détruire les mauvaises herbes et en purger les sols qui en sont infectés.

La théorie chimique de l'écobuage (*peler, brûler et répandre les cendres sur le sol*) sera complètement discutée dans cette partie de l'ouvrage.

Il est évident que dans tous les cas l'écobuage doit détruire une certaine quantité de matière végétale et qu'il doit être utile dès lors toutes les fois qu'il y a excès de cette matière dans le sol : en brûlant on détruit la cohérence des argiles, ce qui en améliore beaucoup la texture, en les rendant plus perméables à l'eau.

Les exemples dans lesquels l'écobuage est évidemment nuisible sont ceux des sols de sable sec silicieux contenant peu de matière animale et végétale ; là, l'écobuage ne peut être que pernicieux, car il décompose les matières sur lesquelles repose la fertilité du sol.

Les avantages de l'irrigation, quoique devenus récemment l'objet de beaucoup d'attention, étaient bien connus des anciens ; il y a plus de deux siècles que lord Bacon la recommandait aux fermiers d'Angleterre. « L'arrosage des prairies (suivant les renseignemens donnés par cet illustre personnage, dans son histoire naturelle, à l'article végétation), agit non seulement en fournissant une humidité utile aux graminées ; mais l'eau charrie encore avec elle, »

dissolution une nourriture convenable à ces plantes, et défend leurs racines des effets du froid. •

On ne peut établir aucuns principes généraux sur le mérite comparatif des divers systèmes de culture et d'assolement adoptés en divers pays, à moins de connaître parfaitement la nature chimique du sol, et les circonstances physiques auxquelles il est exposé. Les sols compactes et cohérens sont ceux que la division de la terre et l'action de l'air améliorent le plus ; dans le système à sillons, ces effets sont les plus grands ; mais en certaines localités ce travail et ces dépenses ne sont pas compensés, et il y a quelques sols compactes qui doivent être laissés en mottes quand on les sème en froment. Les climats humides sont les plus convenables pour les prairies artificielles, les avoines et les récoltes à larges feuilles ; les sols compactes alumineux, en général, conviennent mieux aux fromens ; les sols calcaires produisent du sain-foin et du trèfle excellens.

Rien n'est plus nécessaire en agriculture, que des expériences dans lesquelles toutes les circonstances soient minutieusement et savamment relatées. Cet art fera des progrès d'autant plus rapides qu'il y aura plus d'exactitude dans ses méthodes comme dans les recherches physiques : toutes les causes doivent être examinées ; une différence dans les résultats peut-être produite par la chute d'un demi *inch* (12 millimètres) d'eau de plus ou de moins dans une saison, ou par quelques degrés de température, ou même par un faible changement dans le sous-sol, ou dans la pente du terrain.

Des informations rassemblées dans la vue d'une recherche spéciale seraient nécessairement remplies de corollaires raisonnés et susceptibles de se lier avec les principes généraux de la science ; quelques résultats d'expériences vraiment philosophiques en chimie agricole, auraient plus de valeur réelle pour instruire et enrichir le fermier, que la collection la plus nombreuse d'essais imparfaits, dans une voie simplement empyrique. Il n'est pas rare de voir les gens qui ne parlent que pratique et expérience condamner en général tous les essais d'amélioration en agriculture par des recherches savantes et des méthodes chimiques. Il est d'ailleurs impossible de nier que l'on trouve beaucoup de spéculations vagues dans les ouvrages de ceux qui n'ont que des notions superficielles de la chimie agricole. Il n'est même pas rare de voir des gens qui courent plutôt après

les mots techniques d'oxygène, hydrogène, carbone et azote comme si la science dépendait plutôt des mots que des faits; mais en définitive, tout cela n'est qu'un argument en faveur de la nécessité d'établir de vrais principes chimiques pour l'agriculture. Quiconque veut raisonner les cultures est obligé de recourir à la chimie; il sent bien qu'il ne peut faire un pas sans elle; et s'il se contente de vues incomplètes, ce n'est pas qu'il les préfère à des connaissances plus exactes, mais c'est qu'en général les notions imparfaites sont les plus répandues. Si, quand on voyage pendant la nuit, on veut éviter de se laisser tromper par des feux follets, il n'y a pas de méthode plus sûre que de voyager la lumière à la main.

On a dit, et certes avec une grande vérité, qu'un chimiste très instruit en théorie ferait très probablement de mauvaises affaires dans la conduite d'une ferme; à moins qu'il ne réunit la pratique de l'art à la théorie (1), cela ne peut être mis en doute; mais il y a tout lieu de croire que celui qui deviendrait agriculteur, avec plus de succès, que celui qui connaissant seulement les détails d'un faire valoir, serait complètement ignorant en chimie; la science servirait au savant au fur et à mesure de ses progrès dans la pratique. La chimie d'ailleurs n'est pas la seule connaissance nécessaire; elle ne forme qu'une petite partie de la base philosophique sur laquelle repose l'agriculture; mais elle ne manque pas toutefois d'importance, et elle donne de grands avantages toutes les fois qu'elle est appliquée convenablement.

A mesure que la science avance, tous les principes deviennent moins compliqués et conséquemment plus utiles. C'est alors que leur application est le plus profitable aux arts. Le travailleur ordinaire ne peut jamais être instruit des doctrines générales de la théorie, mais il ne refusera pas d'adopter une pratique dont l'utilité lui sera démontrée, uniquement parce qu'elle serait fondée sur les principes d'une science qu'il ignore. Le marin se fie à sa boussole, quoiqu'il ne soit pas familiarisé avec les principes de Gilbert.

(1) Lavoisier offre l'exemple des avantages qu'un chimiste peut retirer de l'application de la science à l'agriculture, sans connaître les moindres détails de la pratique du fermier. En suivant un système basé sur la théorie, on dit qu'il doubla en neuf ans les produits des grains de ses terres, et quintuplant le nombre de son bétail.

sur le magnétisme, ou bien avec les abstractions développées sur cette science par le génie d'OEpinus. Le teinturier emploiera sa liqueur de blanchiment, quoiqu'il ne sache même pas, peut être, le nom de la substance qui lui donne sa vertu blanchissante. Le grand but des recherches chimiques en agriculture doit être, sans aucun doute, celui de la découverte des méthodes perfectionnées de culture. Mais à cette fin les principes généraux de la science sont aussi nécessaires que les connaissances pratiques, les germes des découvertes sont souvent dans des raisonnemens spéculatifs, et l'industrie ne les développe jamais si bien que lorsqu'elle est assistée de la science.

C'est aux classes supérieures de la société, aux propriétaires de terre, à ceux que l'éducation met à même de combiner des plans utiles, à ceux à qui la fortune permet de les exécuter, à devenir pour les classes laborieuses une source de lumières et d'améliorations. Dans tous les cas l'avantage est mutuel, car l'intérêt bien entendu du fermier ne peut être que celui du propriétaire. L'attention du travailleur sera plus éveillée, plus disposée aux améliorations quand il y aura certitude de ne se pouvoir tromper et conviction de l'étendue des connaissances de celui qui l'emploie. L'ignorance du propriétaire amène en général l'inattention du fermier à la tenue des terres, et les pratiques pernicieuses. C'est un mauvais champ que celui dont le maître écoute le cultivateur, au lieu de le diriger et de l'instruire, (*agrum pessimum mulctari cujus dominus non docet sed audit villicum*).

Il n'est pas d'idée plus mal fondée que celle de croire qu'il faille beaucoup de tems et une connaissance approfondie de la chimie générale, pour mener à bien des essais sur la nature des sols ou sur les propriétés des engrais : rien de plus facile que de voir si le sol fait effervescence avec un acide, ou change de couleur par son action ; s'il brûle quand on le chauffe, ou ce qu'il perd en poids par la chaleur ; et cependant ces simples indications peuvent être d'une grande importance pour un système de culture. La dépense en recherches chimiques n'est presque rien et il ne faut qu'un petit cabinet pour contenir les réactifs et les instrumens du laboratoire. Les expériences les plus importantes peuvent se faire à l'aide d'un petit appareil portatif ; quelques fioles contenant des acides, des alcalis et d'autres réactifs ; quelques feuilles minces et du fil de pla-

tine ; une lampe , un creuset , du papier à filtrer , quelques entonnoirs et des récipients pour les produits ; voilà tout ce qu'il faut pour des recherches utiles.

Il arrivé sans doute en chimie agricole que des essais tentés d'après les vues théoriques les plus parfaites , n'offrent qu'un succès et plusieurs mécomptes ; mais cela est inévitable avec la nature capricieuse , et incertaine des causes qui opèrent , et avec l'impossibilité de calculer toutes les circonstances qui peuvent survenir ; il y a loin d'ailleurs de cela à la preuve de l'inutilité de pareils essais ; un résultat heureux , qui peut amener des perfectionnemens généraux dans les méthodes de culture , est digne du travail de toute une vie ; et une expérience même sans réussite , lorsqu'elle est observée avec soin , peut établir quelques vérités ou détruire quelques préjugés.

Considérée simplement sous le point de vue philosophique , cette branche de connaissances mérite encore d'être cultivée. Car qu'y a-t-il de plus agréable que d'observer les formes des êtres vivans , avec leurs applications particulières , et les usages dont ils sont susceptibles ; d'examiner les progrès de la matière inorganique dans ses divers degrés de changemens jusqu'à ce qu'elle soit développée à son point , et pour sa destination la plus élevée , celle de fournir aux besoins de l'homme.

Plusieurs sciences sont recherchées et considérées comme des objets convenables d'étude pour les esprits élevés , seulement à raison des plaisirs intellectuels qu'elles procurent ; simplement parce qu'elles agrandissent nos vues de la nature et nous mettent à même de rectifier nos idées sur les êtres et sur les objets qui nous entourent. Combien notre sujet de recherches est-il plus digne d'attention , puisqu'il réunit à des bénéfices pratiques et à des avantages précieux , le plaisir qui résulte aussi grandement là qu'ailleurs de l'amour de la vérité et de la science ? Rien de meilleur , rien de plus fertile , rien de plus digne d'un homme libre (*nihil est melius , nihil uberius , nihil homine libero dignius*).

Les découvertes faites dans la culture des terres ne sont pas seulement pour le siècle et pour le pays où on les a développées , mais elles peuvent être considérées comme s'étendant à l'avenir et au bien-être enfin de toute l'humanité , parce qu'elles pourvoient à la subsistance des générations futures , qu'elles multiplient la vie et ajoutent à ses jouissances tout en la multipliant.

CHAPITRE II.

INFLUENCES GÉNÉRALES DE LA MATIÈRE SUR LA VÉGÉTATION ; GRAVITATION, COHÉSION, ATTRACTION CHIMIQUE, CHALEUR, LUMIÈRE, ÉLECTRICITÉ, SUBSTANCES PONDÉRABLES ; ÉLÉMENTS PARTICULIERS AUX VÉGÉTAUX ; LOIS DE LEURS COMBINAISONS ET DE LEUR ARRANGEMENT.

Les grandes opérations du cultivateur sont dirigées vers la production ou le perfectionnement de certaines classes de végétaux ; elles sont mécaniques, ou chimiques et dépendantes par conséquent des lois qui régissent la matière. Les plantes elles-mêmes sont, jusqu'à certain point, soumises à ses lois, et il devient nécessaire d'étudier leurs effets, en considérant à la fois les phénomènes de la végétation et la culture du règne végétal.

L'une des propriétés les plus importantes de la matière, est la *gravitation*, ou la puissance en vertu de laquelle les masses de matière sont attirées l'une vers l'autre. C'est à raison de la gravitation que les corps jetés dans l'atmosphère, tombent à la surface de la terre, et que les différentes parties du globe sont conservées dans leurs respectives positions ; la gravité s'exerce relativement à la quantité de matière. Il s'ensuit que tous les corps placés au-dessus de la surface de la terre, y tombent en ligne droite qui, si elle était prolongée, passerait par son centre ; et qu'un corps dont la chute a lieu près d'une haute montagne est un peu dévié de sa direction verticale par l'attraction de la montagne, ainsi que cela a été prouvé par les expériences du docteur Maskelyne sur le Shehalien.

La gravitation a une influence très importante sur l'accroissement des plantes ; et il est probable, d'après les expériences de M. Knight, que la direction particulière de leurs racines et de leurs branches est presque entièrement due à cette force.

Cet expérimentateur fixa quelques graines de fève de jardin sur la circonférence d'une roue, qui, placée verticalement dans l'un des cas et horizontalement dans l'autre cas, était mise en mouvement à l'aide d'une autre roue à dent, de manière que le nombre de révolutions pût être

réglié; les fèves requèrent l'humidité nécessaire, et furent placées dans des circonstances favorables à la germination. Les fèves crurent toutes, nonobstant la violence de la révolution qui fut quelquefois jusqu'à 250 révolutions par minute dans la roue verticale qui tournait toujours rapidement et avec peu de variation de vitesse; les racines, ou racines, pointaient précisément dans la direction des rayons, dans quelque direction qu'elles fussent placées d'abord. Les germes prirent la direction précisément opposée et pointèrent vers le centre de la roue, où ils se rencontrèrent aussitôt. Dans la roue horizontale, l'opération complexe de la gravitation et de la force centrifuge, donna aux germes la forme d'un cône, plus ou moins obtus, suivant la vitesse de la roue; les racines prenant toujours un cours diamétralement opposé à celui pris par les germes, et par conséquent pointant autant au-dessous du plan du mouvement de la roue que les germes pointaient au-dessus.

Ces faits donnent une solution rationnelle de ce curieux problème, sur lequel plusieurs savans ont émis diverses opinions; quelques-uns le rapportent à la nature de la sève, comme Delahire; d'autres, comme Darwin, à la puissance vitale de la plante, le stimulant de l'air sur les feuilles et de l'humidité sur les racines. On sait maintenant que l'effet se lie à des causes mécaniques; et il ne semble pouvoir être rapporté à aucune autre cause qu'à la gravité, seule puissance de la nature qui agisse universellement, en tendant à disposer toutes les parties à prendre une direction uniforme (1).

Si les plantes en général doivent leur direction perpendiculaire à la gravité, il est évident que le nombre des plantes sur une partie donnée de la circonférence de la terre, ne peut être accru en rendant la surface irrégulière, ainsi que quelques personnes l'avaient supposé, il ne peut s'élever plus de tiges sur un coteau que sur une pièce de terre égale à la base; la faible attraction qu'exerce le coteau ne pourrait que faire dévier très peu les plantes de la verticale. Quand les pousses horizontales sortent de terre, comme dans certains graminées, et notamment comme

(1) La fig. 1 représente le cas où la roue horizontale fait 250 révolutions par minute.

La figure 2 représente le cas où la roue verticale fait 150 révolutions par minute.

dans le florin, décrit récemment par le docteur Richardson, alors elles peuvent donner plus de produits sur une surface irrégulière; mais le principe contraire semble s'appliquer rigoureusement aux récoltes de blé. La direction des racines et des germes est telle, que les unes et les autres sont nourries à la fois, et soumises à l'action des agens extérieurs qui sont nécessaires pour leur développement et pour leur croissance. Les racines arrivent en contact avec les fluides de la terre; les feuilles sont exposées à la lumière et à l'air; et la même loi générale qui conserve les planètes dans leurs orbites, n'est pas moins essentielle aux fonctions de la vie végétale.

Quand deux morceaux de verre poli sont glissés et pressés l'un contre l'autre, ils adhèrent ensemble, et l'on a besoin de quelque force pour les séparer. On dit alors que cet effet est dû à l'*attraction de cohésion*. C'est cette même attraction qui donne la forme globulaire aux gouttes d'eau, et rend les fluides capables de s'élever dans les tubes capillaires, ce qui lui fait donner quelquefois le nom d'*attraction capillaire*. Cette attraction, comme la gravitation, semble commune à toute espèce de matière, et peut être une modification de la même force générale; elle est d'ailleurs, comme la gravitation, d'une grande importance dans la végétation. Elle conserve les formes d'agrégation de toutes les parties des plantes, et semble la cause principale de l'absorption des fluides par leurs racines.

Si l'on met un peu de magnésie pure, la magnésie calcinée des pharmaciens, dans du vinaigre distillé, elle s'y dissout graduellement. On dit alors que cet effet est dû à l'*attraction chimique*, pouvoir par lequel différentes espèces de matière tendent à s'unir en un composé. Diverses espèces de matières s'unissent avec divers degrés de force; ainsi l'acide sulfurique et la magnésie s'unissent avec plus de promptitude que le vinaigre distillé et la magnésie, et si l'on met de l'acide sulfurique dans un mélange de vinaigre et de magnésie où les propriétés acides du vinaigre avaient été détruites par la magnésie, le vinaigre redevient libre, et l'acide sulfurique prend sa place. Cette attraction chimique s'appelle encore *affinité chimique*. C'est une force active dans la plupart des phénomènes de la végétation. La sève est composée d'un certain nombre d'ingrédients, dissous dans l'eau par attraction chimique; et il paraît que c'est en conséquence de l'action de cette force, que certains principes

provenant de la sève sont unis aux organes végétaux. C'est en vertu des lois de l'attraction chimique, que différens produits de la végétation sont changés et prennent de nouvelles formes : la nourriture des plantes est préparée dans le sol ; les débris végétaux et animaux changés par l'action de l'air et de l'eau, deviennent fluides ou aëriiformes ; les roches sont brisées, renversées et converties en sols ; et les sols, divisés plus finement, sont dispersés pour recevoir les racines des plantes.

Les différentes forces d'attraction tendent à conserver les arrangemens de la matière, ou bien à les réunir sous de nouvelles formes. S'il n'y avait pas de forces contraires, ce serait un état de parfait repos dans la nature, une espèce de sommeil éternel dans le monde physique. La gravitation est continuellement contrariée par des forces mécaniques, par le mouvement de projection, ou la force centrifuge ; c'est l'influence réciproque de ces forces, qui occasionne le mouvement des corps célestes. La cohésion et l'attraction chimique ont pour opposans l'énergie répulsive de la chaleur, et le cycle harmonieux des changemens terrestres est produit par leurs opérations respectives.

La chaleur peut se communiquer d'un corps à un autre corps, et son effet ordinaire est de les dilater, de les augmenter dans toutes leurs dimensions. Les exemples en sont faciles à donner. Un cylindre solide de métal, ne passera pas, étant chauffé, par la filière au travers de laquelle il passait étant froid. Quand on chauffe de l'eau dans un ballon de verre à long col, l'eau s'élève dans le col ; et si l'on applique la chaleur à l'air renfermé dans un vaisseau de ce genre, renversé sous l'eau, l'air s'échappe et passe à travers l'eau. Les thermomètres sont des instrumens destinés à mesurer les degrés d'expansion des fluides dans des tubes étroits. On se sert généralement de mercure, dont 10000 parties au point de la congélation de l'eau, deviennent 101855 parties au point d'ébullition de l'eau, et sur l'échelle Fahrenheit, l'échelle de ces parties est divisée en 180 degrés. Les solides deviennent fluides par un certain accroissement de chaleur, et les fluides à leur tour deviennent des gaz ou des fluides élastiques. Ainsi la chaleur convertit la glace en eau, et l'eau en vapeur ; la chaleur disparaît ou devient *latente*, comme on dit, pendant la conversion des solides en fluides ou des fluides en gaz ; elle reparaît, ou devient sensible, quand les gaz redeviennent

fluides, ou que les fluides redeviennent solides; ainsi, pendant l'évaporation de la vapeur, il y a production de froid, et production de chaleur pendant sa condensation.

Il y a quelques exceptions à la loi d'expansion des corps par la chaleur; elles semblent dépendre soit de quelques changemens dans leur constitution chimique, ou dans leur cristallisation. L'argile se contracte par la chaleur, ce qui semble dû à la perte de l'eau qu'elle contenait. Le fer fondu et l'antimoine, quand on les fond, cristallisent en refroidissant et se dilatent. La glace est bien plus légère que l'eau; l'eau se dilate un peu avant sa congélation, et sa plus grande densité répond à 41 ou 42° *Fahrenheit* (5° à 5°,56 centigrades), le point de congélation n'étant que 32 Fahr. (0° centigrade); et cette circonstance est d'une très grande importance dans l'économie générale de la nature. L'influence des changemens des saisons et de la position du soleil, sur les phénomènes de la végétation, démontre les effets de la chaleur sur les fonctions des plantes. La matière absorbée du sol doit être à l'état fluide pour passer dans les racines, et quand la surface est gelée, elles ne peuvent en retirer de nourriture. L'activité des changemens chimiques est également accrue par un certain accroissement de température, et même la rapidité d'ascension des fluides par l'attraction capillaire.

Ce dernier fait se prouve aisément en plaçant dans deux verres deux tubes creux semblables d'une plante herbacée, et courbant ces tiges de manière à soutirer lentement le fluide du verre par l'attraction capillaire; si l'on met de l'eau chaude dans l'un des verres et de l'eau froide dans l'autre, l'eau chaude sera plus rapidement soutirée que l'eau froide. La fermentation et la décomposition des substances animales et végétales demande un certain degré de chaleur, qui par conséquent est nécessaire pour la préparation de la nourriture des plantes, et comme l'évaporation est d'autant plus rapide que la température s'élève plus rapidement, les parties superflues de la sève sont plus promptement dissipées dans le tems où elle monte le plus vite.

Deux opinions sont reçues sur la nature de la chaleur. L'une la représente comme un fluide subtil spécial dont les particules se repoussent l'une l'autre, mais ont une forte attraction pour les particules d'autre matière. L'autre opinion considère la chaleur comme un mouvement ou une

vibration des particules de la matière, que l'on suppose différer de vitesse en certains cas, et produire ainsi différens degrés de température. Quelle que soit l'opinion qui vient à prévaloir, il est certain qu'il y a une matière qui se trouve dans l'espace entre nous et les corps célestes capables de communiquer la chaleur; ses mouvemens sont en ligne recte; ainsi les rayons solaires produisent la chaleur, en agissant sur la surface de la terre. Les expériences de sir Herschel ont prouvé que les effets calorifiques des rayons solaires n'ont pas de rapport avec leurs forces de lumière; les rayons rouges produisant un effet de chaleur beaucoup plus grand qu'aucun des autres rayons colorés; il paraît qu'il y a des rayons *invisibles* distingués par divers degrés de frangibilité, dont quelques-uns produisent de la chaleur, dont quelques autres sont distingués par leurs effets chimiques.

L'influence différente de différens rayons solaires sur la végétation, n'a pas encore été bien étudiée; mais il est certain que les rayons exercent une influence indépendante de la chaleur qu'ils produisent. Ainsi les plantes tenues dans l'obscurité d'une serre chaude, ont un grand luxe de végétation, mais ne prennent jamais leurs couleurs naturelles; les feuilles en sont blanches ou pâles, et les sucs aqueux et particulièrement sucrés.

La terre, quand elle n'est pas exposée aux rayons solaires, perd constamment de la chaleur par rayonnement, et différens sols ont leur température différemment diminuée par cette cause.

Quand un bâton de cire à cacheter est frotté par une étoffe de laine, il acquiert le pouvoir d'attirer les corps légers, comme les plumes ou les cendres. Dans cet état, on dit qu'il est *électrique*, et si un cylindre métallique placé sur une baguette de verre est mis en contact avec la cire à cacheter, il acquiert également le pouvoir momentané d'attirer les corps légers: ensorte que l'électricité est communicable comme la chaleur. Quand deux corps légers reçoivent la même influence électrique, ou sont électrisés par le même corps, il se repoussent l'un l'autre. Quand l'un d'eux est soumis à l'action de la cire à cacheter et l'autre à celle d'un verre frotté avec de la laine, ils s'attirent l'un l'autre; c'est d'après cela qu'on dit que deux corps semblablement électrisés se repoussent l'un l'autre, et que deux corps différemment électrisés s'attirent l'un l'autre. L'élec-

tricité du verre se nomme vitreuse ou positive, et celle de la cire à cacheter, résineuse ou négative. Quand, de deux corps que l'on fait frotter l'un contre l'autre, l'un se trouve électrisé positivement, l'autre l'est toujours négativement, et comme dans la machine électrique ordinaire, ces électricités sont susceptibles d'être communiquées à des métaux placés sur des baguettes ou des supports de verre. L'électricité se produit aussi par le contact des corps; ainsi une pièce d'argent et une pièce de zinc produisent un léger choc électrique quand on les met en contact ensemble en leur faisant toucher la langue. Quand un certain nombre de plaques de cuivre et de zinc, 100 par exemple, sont arrangées en pile avec des draps mouillés de sel et d'eau, dans cet ordre: zinc, cuivre, drap mouillé, zinc, cuivre, drap mouillé, et ainsi de suite, elles forment une batterie électrique qui donne de fortes secousses et des étincelles, et qui possède une puissance chimique très remarquable. Les phénomènes lumineux produits par l'électricité ordinaire sont bien connus, et ce n'est pas ici le lieu de s'en occuper. Ce sont les effets les plus frappans de l'électricité qui occasionent les éclairs et le tonnerre.

Des changemens électriques ont constamment lieu dans la nature, à la surface de la terre et dans l'atmosphère; mais jusqu'ici, les effets de cette puissance sur la végétation n'ont pas été correctement appréciés. On a prouvé par des expériences faites avec la batterie voltaïque (les piles formées de cuivre, zinc et eau), que les corps composés sont en général susceptibles d'être décomposés par la force électrique; et il est probable que les divers phénomènes électriques qui se passent dans notre système, doivent avoir de l'influence tant sur la germination des graines que sur la croissance des plantes. J'ai trouvé que le blé poussait beaucoup plus rapidement dans l'eau électrisée positivement par la batterie voltaïque que dans l'eau électrisée négativement; et des expériences faites sur l'atmosphère prouvent que les nuages sont ordinairement électrisés négativement. Comme, lorsqu'un nuage est dans un état d'électricité, la surface de la terre en dessous est amenée à l'état contraire, il est probable que le plus ordinairement la surface de la terre est positive.

Il existe parmi les savans diverses opinions sur la nature de l'électricité. Les uns en considèrent les phénomènes comme dépendant d'un fluide subtil particulier en excès

dans les corps que l'on que l'on dit électrisés positivement, et en défaut dans ceux que l'on dit électrisés négativement. D'autres supposent que les effets sont produits par deux fluides différens qu'ils appellent, l'un le fluide vitré et l'autre le fluide résineux. On a même avancé une hypothèse dans laquelle on les considère comme des affections ou des mouvemens de la matière, comme une manifestation de pouvoirs attractifs semblables à ceux qui produisent la combinaison et la décomposition chimique, mais qui n'exercent ordinairement leurs actions que sur les masses (1).

Le pouvoir qui donne à une barre ou aiguille d'acier la propriété de se diriger d'elle-même vers deux points du globe appelés poles nord et sud, dépend de ce qu'on a appelé magnétisme. Il s'accorde avec l'électricité dans plusieurs de ses lois; mais, autant que nos recherches ont pu s'étendre, il est plus actif dans son opération sur les métaux et sur certaines combinaisons métalliques. Le fer, le nickel et le cobalt sont les métaux les plus susceptibles des impressions magnétiques, et dans les composés de fer les plus durs, ces impressions produisent des effets permanens; mais les expériences récentes de M. Arago prouvent que le cuivre, les métaux en général, et probablement toutes les autres substances, reçoivent un magnétisme faible et s'évanouissant, qui semble différer d'intensité pour chaque corps. Le magnétisme peut se communiquer des corps qui en sont doués à d'autres qui ne le sont pas, et il se produit toutes les fois que l'électricité concentrée passe à travers l'espace, sa sphère d'action ou de communication étant à angles droits avec le cone de l'électricité. Ainsi une barre d'acier placée transversalement sur un fil transmettant un choc électrique, devient un aimant. La connexion du magnétisme et de l'électricité est une découverte récente, et le fait qui a servi à la faire reconnaître, a été établi par M. Oersted, savant danois. Probablement il tendra enfin à une connaissance plus

(1) Dans une série d'expériences sur l'électricité atmosphérique, faites à Malte dans le cours de plusieurs mois, j'ai acquis la preuve de la vérité de cette opinion. Les effets chimiques avaient presque constamment lieu, même en tems serein, à un très faible degré. Le sujet de l'expérience était ordinairement le composé gélatineux d'iodure de potasse et d'amidon; et presque invariablement, excepté les accidens d'orage, l'iodure était précipité sur un fil de platine en communication avec la terre.

intime de ces deux agens extraordinaires. Les pouvoirs attractifs de l'aimant servent à reconnaître l'existence du fer dans les sols, comme nous le mentionnerons plus particulièrement autre part.

Les différentes forces que nous venons de décrire en général, agissent continuellement sur la matière, de manière à en changer les formes et à produire des arrangemens convenables aux besoins de la vie. Les corps sont simples ou composés. Un corps est dit simple, quand on ne peut le décomposer en aucune autre force de matière. Ainsi l'or ou l'argent, quoique fondus par la chaleur, ou dissous par une menstrue corrosive, subsistent et se retrouvent sans changement de leur proportion, on dit que ce sont des corps simples. Un corps est regardé comme composé, quand on peut en retirer deux ou plusieurs substances distinctes; ainsi le marbre est un composé, car, par une forte chaleur, il est converti en chaux et en un fluide élastique qui s'en est dégagé pendant l'opération. La preuve que nous connaissons la véritable composition d'un corps, est que nous pouvons le reproduire avec les mêmes substances dans lesquelles nous l'avons décomposé. Ainsi, en exposant la chaux pendant long-tems au fluide élastique dégagé pendant sa calcination, elle se convertit de nouveau en poussière de marbre. Le terme élément a la même signification que corps simple ou indécomposé; mais il n'est que relatif à l'état actuel de nos connaissances chimiques. Il est probable que nous ne sommes pas encore parvenus à la connaissance des véritables élémens de la matière; plusieurs substances que l'on regardait depuis long-tems comme simples, ont été récemment décomposées, et la classification chimique ne doit être considérée que comme une simple expression de faits, résultats statiques d'expériences soignées.

Les substances végétales sont en général d'une nature très composée, qui renferme un grand nombre d'élémens dont la plupart appartiennent aux autres règnes de la nature, et s'y trouvent sous différentes formes. On comprendra mieux ces arrangemens compliqués après avoir examiné leurs formes de combinaison les plus simples.

Le nombre des corps que je regarderai comme indécomposés est, comme je l'ai déjà dit dans l'introduction, de 52;

5 élémens acidifiâns ou dissolvans, 7 inflammables et 40 métalliques (1).

Dans la plupart des composés inorganiques, dont la nature est bien connue, et dans lesquels entrent ces élémens, ils y sont combinés en proportions définies; en sorte que si les élémens sont représentés par des nombres, les proportions dans lesquelles ils se combinent sont exprimées soit par ces nombres, soit par des multiples de ces nombres.

Je vais donner, en peu de mots, les propriétés caractéristiques des corps simples les plus importants, et les nombres représentant les proportions suivant lesquelles ils se combinent dans les cas où l'on s'en est exactement assuré.

1. *Oxigène.* Ce gaz forme un cinquième environ de l'air de notre atmosphère et reste à l'état de fluide élastique, à toutes les températures connues. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'air comme 10,967 est à 10,000. Il entretient la combustion avec beaucoup plus de vivacité que l'air ordinaire; en sorte qu'un fil d'acier mince ou un petit ressort de montre auquel on attache un morceau de bois ou d'amadou enflammé, étant introduit dans un vase rempli d'oxigène, y brûle avec une grande splendeur. Ce gaz est respirable; il est très faiblement soluble dans l'eau. Le nombre représentant la proportion dans laquelle il se combine est 15. On peut l'obtenir en chauffant un mélange du minéral appelé manganèse, et d'acide sulfurique dans un vase convenable, ou bien en chauffant fortement du plomb rouge ou du précipité rouge de mercure.

2. *Chlore.* Ce gaz reste, comme l'oxigène, à l'état de fluide élastique permanent. Sa couleur est vert-jaunâtre; son odeur est très désagréable; il n'est pas respirable; il entretient la combustion de tous les corps inflammables ordinaires, excepté le charbon; sa pesanteur spécifique est à celle de l'air, comme 24,677 est à 10,000; il est soluble dans un demi-volume d'eau environ, et sa solution dans l'eau détruit les couleurs végétales. Plusieurs des métaux, tels que l'arsenic et le cuivre, prennent feu spontanément quand on les introduit dans un vase rempli de ce gaz. On peut se procurer le chlore en chauffant ensemble un mélange d'esprit de sel, ou acide muriatique (*hydrochlorique*)

(1) 42 maintenant, en y comprenant le thorinium et le vanadium, ce qui fait 54 élémens au lieu des 52 cités dans le texte de sir H. Davy.

et de manganèse. Le nombre représentant la proportion dans laquelle ce gaz entre en combinaison est 67.

5. *Fluor* ou principe fluorique. Cette substance a une si forte tendance à la combinaison, que l'on n'a pas encore trouvé de vaisseau capable de la contenir à l'état de pureté. On peut l'obtenir combiné avec l'hydrogène, en appliquant la chaleur à un mélange de spath fluor de Derbyshire, et d'acide sulfurique; c'est dans cet état un composé acide très intense, un peu plus pesant que l'eau, et qui devient encore plus dense en se combinant avec l'eau. L'existence du fluor comme élément est prouvée parce qu'on le dégage de certains composés par le chlore et par son transport d'un composé à un autre. Dans les essais tentés pour l'isoler, afin d'examiner ses propriétés, il se combine toujours ou décompose les vaisseaux que l'on y emploie; en sorte que ses propriétés physiques sont inconnues. 16 est par approximation le nombre qui le représente.

4. *Iode*. On obtient cet élément des cendres des plantes marines, après en avoir extrait le carbonate de soude, en faisant agir sur elles l'acide sulfurique. L'iode apparaît comme un solide de couleur foncée, ayant la couleur et l'éclat de la plombagine; sa pesanteur spécifique est 4 environ, l'eau distillée étant 1. L'iode fond à une basse température, et à la chaleur au-dessus de l'eau bouillante, il devient un gaz de couleur violette. Il forme un acide actif en s'unissant à l'hydrogène. Les métaux alcalins brûlent dans l'iode quand on les y chauffe. Il s'unit à tous les métaux sur lesquels son action a été examinée.

5. *Brome*. Ce corps a été récemment découvert dans l'eau de mer. Il est, de sa nature, analogue à l'iode, et ressemble à un composé de ces deux corps; c'est un liquide dense qui forme un gaz de couleur orange en le chauffant doucement.

6. *Hydrogène*. C'est l'air inflammable et la substance la plus légère connue; sa pesanteur spécifique est à celle de l'air comme 7,520 est à 10,000. Il brûle par l'action d'une bougie enflammée, quand il est en contact avec l'atmosphère. La proportion dans laquelle il se combine est représentée par l'unité ou 1. On se le procure par l'action de l'huile de vitriol étendu, ou acide hydrosulfurique, sur des tournures de zinc ou de fer. C'est la substance que l'on emploie pour remplir les ballons ou aérostats.

7. *Azote*. C'est une substance gazeuse qui ne peut se con-

denser par aucun degré connu de froid ; sa pesanteur spécifique est à celle de l'air, comme 9,516 est à 10,000. Il n'entre pas en combustion dans les circonstances ordinaires, mais il peut s'unir avec l'oxygène à l'aide de l'étincelle électrique. Il forme presque les quatre cinquièmes de l'air de l'atmosphère, et l'on peut se le procurer en brûlant du phosphore dans une partie d'air isolé. Le nombre représentant la proportion dans laquelle il se combine est 26.

8. *Carbone*. On le regarde comme la matière pure du charbon, et l'on peut se le procurer en faisant passer de l'esprit de vin ou alcool à travers un tube rouge de feu. On n'a pu réussir encore à le fondre, mais il s'élève en vapeur à une chaleur intense. Sa pesanteur spécifique ne peut pas se déterminer aisément ; mais celle du diamant, que l'on ne peut distinguer chimiquement du carbone pur, est à celle de l'eau comme 3,500 est à 1,000. Le charbon jouit de la propriété remarquable d'absorber plusieurs fois son volume de différens fluides élastiques qui peuvent en être dégagés par la chaleur. Le nombre représentant le charbon est 11,4.

9. *Soufre*. C'est la substance pure si bien connue sous ce nom ; sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau comme 1,990 est à 1,000. Il fond à 220° *Fahrenheit* (106° centigrades) environ ; entre 500° et 600° *Fahrenheit* (293° centigrades) il prend feu, s'il est en contact avec l'air, et brûle avec une flamme d'un bleu pâle. Par cette combustion il se dissout dans l'oxygène de l'air et produit un fluide élastique acide particulier. Le nombre représentant le soufre est 30.

10. *Phosphore*. C'est un solide d'un rouge pâle et d'une pesanteur spécifique de 1,770. Il fond à 90° *Fahrenheit* (32° 22 centigrades) et bout à 550° *Fahrenheit* (290° centigrades) ; il est lumineux dans l'air à sa température ordinaire, et brûle à 150° *Fahrenheit* (66 centigrades) avec une grande violence, en sorte qu'il faut le manier avec beaucoup de précautions. Le nombre qui le représente est 222. On se le procure en faisant digérer des cendres d'os avec de l'huile de vitriol (*acide sulfurique*), et chauffant fortement avec du charbon en poussière le mélange liquide qui se produit.

11. *Bore*. C'est un solide d'une couleur olive foncée, infusible à toute température connue. On l'a découvert il y a quelque tems, et retiré de l'acide borique ou boracique ; il brûle avec des étincelles brillantes quand on le chauffe

dans l'oxygène, mais non dans le chlore. Sa pesanteur spécifique et le nombre qui le représente, ne sont pas bien connus.

12. *Silicium* (1). On se le procure de la silice, ou terre des cailloux, par l'action du potassium; il se montre sous forme d'une poussière d'un fauve foncé, qui est inflammable et produit la silice par sa combustion. Il décompose l'eau et les acides, et détone quand on le chauffe avec des carbonates alcalins. Il est plus analogue au bore dans ses propriétés et dans ses caractères chimiques que toute autre substance. 52 est par approximation le nombre qui le représente.

13. *Sélénium*. Cette substance, découverte par M. Berzélius, forme un chaînon intermédiaire des solides inflammables et des métaux. C'est un corps semi-transparent, de couleur rouge, non conducteur de l'électricité, et d'une pesanteur spécifique d'environ 4,500.

14. *Platine*. C'est l'un des nobles métaux, d'un blanc plus sombre que l'argent, et le corps le plus pesant connu; sa pesanteur spécifique étant 21,500. Aucune menstrue acide n'a d'action sur lui, excepté celle qui contient du chlore; il faut un haut degré de chaleur pour le fondre.

15. *Or*. Ses propriétés sont bien connues. Sa pesanteur spécifique est 19,277. Il se conduit comme le platine, dans les menstrues acides; c'est une des propriétés caractéristiques de ces deux métaux, que la difficulté avec laquelle le soufre agit sur eux.

16. *Argent*. Sa pesanteur spécifique est 10,400; il brûle plus facilement que le platine ou l'or, qui ont besoin pour brûler de la chaleur intense de l'étincelle électrique. Il s'unit facilement au soufre. Le nombre qui le représente est 205.

17. *Mercure*. C'est le seul métal connu qui soit liquide à la température ordinaire; il bout à 660° *Fahrenheit* (350° centigrades) et se congèle à 39° *Fahrenheit* (40° centigrades) au-dessous de zéro. Sa pesanteur spécifique est 13,560. Le nombre qui le représente est 380.

(1) Suivant les expériences les plus récentes de M. Berzélius, le silicium pur est d'une couleur brune de noix foncée; il n'est pas conducteur de l'électricité; il est incombustible même dans le gaz oxygène, et infusible au chalumeau. Il fait disflagration et même explosion quand on le projette dans de l'hydrate fondu de potasse ou de soude.

18. *Cuivre*. Sa pesanteur spécifique est 8,890. Il brûle quand on le chauffe fortement, avec une flamme rouge teinte de vert. Le nombre qui le représente est 120.

19. *Cobalt*. Sa pesanteur spécifique est 7,700. Son point de fusion est très élevé et presque égal à celui du fer. Dans son état de calcination ou d'oxidation, on l'emploie pour donner une couleur bleue au verre.

20. *Nickel*. Sa pesanteur spécifique est 8,820 ; il est de couleur blanche. Le cobalt et le nickel ont cette ressemblance avec le fer, qu'ils sont l'un et l'autre attirables à l'aimant. Le nombre qui représente le nickel est 111.

21. *Fer*. Sa pesanteur spécifique est 7,700. Ses autres propriétés sont bien connues. Le nombre qui le représente est 103.

22. *Étain*. Sa pesanteur spécifique est 7,291 ; c'est un métal très fusible, qui brûle quand on le chauffe à l'air ; le nombre qui représente la proportion suivant laquelle il se combine est 110.

23. *Cadmium*. C'est un métal nouvellement découvert ; très semblable à l'étain dans ses propriétés physiques, d'une pesanteur spécifique de 9,000 environ. Il est très fusible et volatil.

24. *Zinc*. C'est l'un des plus combustibles des métaux ordinaires. Sa pesanteur spécifique est d'environ 7,210. C'est un métal fragile dans les circonstances ordinaires ; mais quand il est chauffé on peut le marteler ou le laminer en feuilles minces, et il devient malléable par cette opération. Le nombre qui le représente est 66.

25. *Plomb*. Sa pesanteur spécifique est 11,352 ; il fond à une température un peu plus élevée que l'étain. Le nombre qui le représente est 398.

26. *Bismuth*. C'est un métal fragile dont la pesanteur spécifique est 9,822. Il est presque aussi fusible que l'étain ; quand il est lentement refroidi, il cristallise en cubes. Le nombre qui le représente est 435.

27. *Antimoine*. C'est un métal qui se volatilise à une forte chaleur rouge. Sa pesanteur spécifique est 6,800. Il brûle, quand on l'enflamme, avec une belle lumière blanche. Le nombre qui le représente est 170.

28. *Arsenic*. Sa couleur est le blanc bleuâtre, et sa pesanteur spécifique est 8,310. On peut l'obtenir en chauffant la poudre de l'arsenic blanc ordinaire des boutiques, assez fortement avec de l'huile dans un matras. Le métal

s'élève en vapeur et se condense dans le col de la cornue. Le nombre qui le représente est 90.

29. *Manganèse*. On peut se le procurer en chauffant à un feu intense de forge le minerai manganèse, avec de la poussière de charbon. C'est un métal très difficile à fondre et très combustible. Sa pesanteur spécifique est 6,850. Le nombre qui le représente est 177.

30. *Potassium*. C'est le plus léger des métaux connus; sa pesanteur spécifique n'étant que 0,850. Il fond à 150° *Fahrenheit* (65 à 66° centigrades) environ, et s'élève en vapeur à une chaleur un peu au-dessous du rouge. Il est très combustible, prend feu quand on le projette sur l'eau, brûle avec un grand éclat, et le produit de sa combustion se dissout dans l'eau. Le nombre qui le représente est 75. On peut l'obtenir en faisant passer de la potasse caustique fondue à travers de la tournure de fer fortement chauffée dans un canon de fusil, ou par l'électrisation de la potasse par une forte batterie voltaïque.

31. *Sodium*. On peut se le procurer de la même manière que le potassium; la soude ou alcali minéral étant substituée à la potasse ou alcali végétal. Sa pesanteur spécifique est 0,940. Il est très combustible. Quand on le jette sur l'eau, il nage à la surface, siffle violemment et se dissout, mais ne s'enflamme pas. Le nombre qui le représente est 88.

32. *Lithium*. C'est un métal qu'on retire d'un alcali minéral nouvellement découvert; il ressemble au sodium quant à ses propriétés.

33. *Barium*. On ne l'a obtenu qu'en très petites quantités, à l'aide de la batterie voltaïque, en sorte que ses propriétés n'ont pu être exactement examinées. Le nombre qui le représente paraît être 150.

34. *Strontium*; 35, *calcium*; 36, *magnésium*; 37, *aluminium*; 38, *zirconium*; 39, *glucinium*; 40, *yttrium*. Ces sont des corps simples qui, comme le barium, n'ont pu être obtenus soit en quantité suffisante, soit assez purs, pour que leurs propriétés soient bien connues; on se les procure par la batterie voltaïque ou bien à l'aide du potassium, des différentes terres dont ils portent le nom, en changeant simplement la terminaison; on leur donne les nombres suivans pour les représenter: strontium 90, calcium 40, magnésium 29, aluminium 35, zirconium 70, glucinium 39, yttrium 111.

Les autres corps simples sont des métaux dont la plupart,

ainsi que ceux que nous venons de citer, ne peuvent se procurer qu'avec beaucoup de difficulté; et les substances dont on les extrait sont fort rares dans la nature. Ce sont le *palladium*, le *rhodium*, *osmium*, *iridium*, *colombium*, *chromium*, *molybdène*, *cérium*, *tellure*, *tungstène*, *titane*, *urane*. Les nombres qui les représentent n'ont pas été déterminés avec assez d'exactitude pour qu'on en puisse tirer quelque utilité.

Les substances simples ou indécomposées s'unissent l'une à l'autre, et les composés les plus remarquables sont formés par l'oxygène et le chlore avec les corps inflammables et les métaux; ces combinaisons ont ordinairement lieu avec beaucoup d'énergie, et développement de chaleur ou de feu.

La combustion est de fait, dans les cas ordinaires, la solution d'un corps dans l'oxygène, comme cela a lieu quand on brûle du soufre ou du charbon, ou bien la fixation de l'oxygène par le corps combustible en forme solide, qui a lieu quand on brûle la plupart des métaux, ou qu'on enflamme le phosphore; ou la production d'un fluide formé de deux corps, comme lorsque l'oxygène et l'hydrogène s'unissent pour former de l'eau.

Lorsque des quantités considérables d'oxygène ou de chlore s'unissent aux métaux ou aux corps inflammables, ils produisent souvent des acides; ainsi les acides sulfurique, phosphorique et borique sont formés par l'union d'une quantité considérable d'oxygène avec le soufre, le phosphore et le bore. Le gaz acide hydrochlorique est formé par l'union du chlore et de l'hydrogène.

Quand de moindres quantités d'oxygène ou de chlore s'unissent avec les corps inflammables ou les métaux, ils forment des substances non acides, et plus ou moins solubles dans l'eau; les oxides métalliques, les alcalis fixes et les terres, ainsi que tous les corps unis par analogie, sont produits par l'union des métaux avec l'oxygène.

La composition de quelques composés dont la nature est bien connue, peut aisément se déduire des nombres représentant leurs élémens; tout ce qu'il est nécessaire de connaître, c'est dans quelle proportion ils entrent dans l'union ou combinaison. Ainsi la *potasse*, ou l'alcali caustique végétal pur, se compose d'une proportion de potassium et d'une d'oxygène; par conséquent, sa composition est 75 potassium et 15 oxygène.

L'acide carbonique est composé de deux proportions d'oxygène 30, et d'une de carbone, 11,4.

La chaux se compose d'une proportion de calcium et d'une d'oxygène, ou 40 calcium et 15 oxygène. Le carbonate de chaux, ou craie pure, se compose d'une proportion d'acide carbonique 41,4 et d'une de chlore 55.

L'eau se compose de deux proportions d'hydrogène 2, et d'une d'oxygène 15. Quand l'eau s'unit à d'autres corps en proportions définies, la quantité est 17 ou quelque multiple de 17, c'est-à-dire 34, ou 51 ou 68, etc., etc.

La soude ou l'alcali fixe minéral contient deux proportions d'oxygène et une de soufre.

L'ammoniaque ou alcali volatil se compose de six proportions d'hydrogène et d'une d'azote.

Parmi les terres, la silice, ou la terre des cailloux, se compose probablement de deux proportions d'oxygène et d'une de silice. La magnésic, la strontiane, la barite, l'alumine, zircon, glucine, yttria, se composent d'une proportion de métal et d'une d'oxygène.

Les oxides métalliques se composent en général de métaux unis d'une à quatre proportions d'oxygène; il y a, dans la plupart des cas, plusieurs oxides d'un même métal. Ainsi l'on compte trois oxides de plomb, l'oxide jaune ou massicot, contient deux proportions d'oxygène; l'oxide rouge ou minium, en contient trois, et l'oxide pur en contient quatre. Il y a aussi deux oxides de cuivre, l'un noir et l'autre orangé; le noir contient deux proportions d'oxygène, et l'orangé n'en a qu'une.

Pour suivre de semblables expériences sur la composition des corps, celles du moins qui se lient à la chimie agricole, il ne faut que peu de corps simples; et parmi les composés, les acides ordinaires, les alcalis et les terres, sont les substances les plus essentielles. Les élémens trouvés dans les végétaux, ainsi que nous l'avons dit dans l'introduction, sont peu nombreux. L'oxygène, l'hydrogène et le carbone constituent la plus grande partie de la matière organisée, l'azote, le phosphore, le soufre, le manganèse, le fer, le silicium, le calcium, l'aluminium et le magnésium, sont de même les divers composans qui entrent dans les différentes formes de la matière ou dans les agens auxquels elle se trouve exposée. Ces douze élémens sont donc ceux qu'il importe le plus d'étudier au chimiste agricole.

La doctrine des combinaisons définies, comme nous le

verrons par la suite, nous aidera à prendre des vues exactes sur la composition respective des plantes et sur l'économie du règne végétal. Mais la même exactitude de poids et mesure, les mêmes résultats statiques qui dépendent de l'uniformité des lois qui régissent la matière inerte, ne peuvent être attendus dans les opérations qui concernent les forces de la vie, et où se trouve une grande diversité d'organes et de fonctions. Les classes des corps inorganiques définies, si même nous y comprenons toutes les cristallisations du règne minéral, ne sont rien en comparaison des formes et des substances de la nature vivante. La vie donne un caractère particulier à toutes les productions; les forces de repulsion, d'attraction, de décomposition, de composition y sont sans cesse actives. Peu d'élémens suffisent, à raison de la diversité de leurs arrangemens, pour un grand nombre de substances différentes; et des substances semblables sont reproduites par des composés, qui, lorsqu'on les examine superficiellement, semblent tout-à-fait différens.

CHAPITRE III.

ORGANISATION DES PLANTES. RACINES, TRONC, BRANCHES; STRUCTURE, ÉPIDERME. PARTIES CORTICALES ET TISSUS DES FEUILLES, DES FLEURS ET DES GRAINES. CONSTITUTIONS CHIMIQUES DES ORGANES DES PLANTES ET DES SUBSTANCES QUI S'Y TROUVENT. SOLUTIONS MUCILAGINEUSES, SACCHARINES, EXTRACTIVES, RÉSINEUSES, HUILEUSES, ET AUTRES COMPOSÉS VÉGÉTAUX; LEURS ARRANGEMENS DANS LES ORGANES DES PLANTES, LEUR COMPOSITION, LEURS CHANGEMENS ET LEURS USAGES.

La variété caractérise le règne végétal; il y a cependant une analogie entre les formes et les fonctions de toutes les classes différentes des plantes, et c'est de cette analogie que dépendent les principes scientifiques qui ont rapport à leur organisation.

Les végétaux ont une vie distincte de celle des animaux, en ce qu'elle n'offre aucun signe de perception ou de mouvement volontaire; leurs organes sont uniquement pour se nourrir et se reproduire; ce sont des organes pour la conservation et l'accroissement de l'individu, ou pour la multiplication de l'espèce.

Dans le règne végétal en vie, il faut considérer la forme extérieure, et la constitution intérieure.

Chaque plante examinée sous le rapport de sa structure interne, déploie au moins quatre systèmes d'organes, ou quelques parties analogues. 1° les racines; 2° le tronc et les branches, ou la tige; 3° les feuilles; 4° les fleurs ou semences.

La racine est cette partie du végétal qui frappe le moins l'œil, mais qui est absolument nécessaire. Elle attache la plante au sol; c'est l'organe qui la nourrit, et l'appareil par lequel elle s'imbibe des sucs du sol. Les racines des plantes, dans leur division anatomique, sont très semblables au tronc et aux branches. On peut dire que la racine est la continuation du tronc se terminant en petites ramifications, en filamens et non en feuilles.

Quand les branches ou la racine d'un arbre est coupée transversalement, elle montre ordinairement trois corps distincts: l'écorce, le bois, et la moëlle; et chacun de ces trois corps est lui-même susceptible d'une nouvelle division.

L'écorce, lorsqu'elle est parfaitement formée, est couverte par une mince corticule, ou épiderme, qui peut en être aisément séparée. Elle est en général composée d'un certain nombre de lames ou écailles, qui dans les vieux arbres sont ordinairement dans un état de dépérissement et de mort. L'épiderme n'est pas vasculaire, et défend simplement les parties intérieures de toute injure. Dans les arbres fruitiers et dans les plus grands arbustes, dont les corps sont fermes et la structure forte, c'est un objet de peu d'importance; mais dans les roseaux, les graminées, les cannes et les plantes à tige creuse, il est d'une grande utilité, excessivement fort, et paraît, au microscope, composé d'une espèce de réseau vitreux, qui est principalement de la terre siliceuse.

Il en est ainsi dans le blé, dans l'avoine, diverses espèces de prèles, et surtout dans le rotang dont l'épiderme contient une assez grande quantité de silice pour faire feu au briquet, ou pour produire des étincelles quand on en frotte deux morceaux ensemble. Ce fait s'offrit à moi pour la première fois en 1798, et il me conduisit à des expériences par lesquelles je m'assurai que la terre siliceuse existe généralement dans l'épiderme des plantes creuses.

L'épiderme siliceux sert comme de support, protège l'écorce contre l'action des insectes, et semble, dans l'économie de ces faibles tribus végétales, former une partie sem-

blable à celle de la coquille des insectes crustacés, dans le règne animal.

Immédiatement sous l'épiderme est le *parenchyme*. C'est une substance douce, composée de cellules remplies de fluide, ayant presque toujours une teinte verdâtre. Les cellules, dans la partie parenchymateuse, lorsqu'on les examine au microscope, semblent hexagonales. Cette forme, au reste, est celle ordinairement affectée par les membranes cellulaires dans les végétaux, et semble être le résultat de la réaction générale des parties solides, semblables à celles qui ont lieu dans le rayon de miel. Cet arrangement que l'on a ordinairement attribué à l'adresse et à l'art de l'abeille, semble être, ainsi que l'a observé le docteur Wollaston, un simple résultat des lois mécaniques qui influencent la pression des cylindres composés de matériaux mous, les nids des abeilles solitaires étant uniformément circulaires (1).

La partie la plus intense de l'écorce est constituée par les *couches corticales* dont le nombre varie avec l'âge de l'arbre. En coupant l'écorce d'un arbre ayant plusieurs années, les productions des différentes périodes se distinguent aisément, quoique la couche de chaque année puisse rarement se définir avec exactitude.

Les couches corticales sont composées de parties fibreuses qui semblent entrelacées, et qui sont transversales et longitudinales. Les transversales sont membraneuses et poreuses; les longitudinales sont généralement composées de tubes.

Les formations des parties parenchymateuses et corticales de l'écorce sont d'une grande importance. Les tubes des parties fibreuses paraissent être les organes qui reçoivent la sève; les cellules semblent destinées à l'élaboration de ses sucs et à leur exposition à l'action de l'atmosphère; la nouvelle matière est annuellement produite au printemps, immédiatement sur la surface la plus intense de la couche corticale de l'année précédente.

Il a été prouvé par les expériences de M. Knight et par celles qu'ont faites d'autres physiologistes, que la sève descendant à travers l'écorce, après avoir été modifiée dans

(1) Mon frère m'a dit que le docteur Wollaston, après de nouvelles recherches, avait abandonné cette idée pour adopter l'opinion ordinaire sur la manière dont se forment les cellules hexagonales. J. D.

les feuilles, est la cause principale de la croissance de l'arbre; si l'écorce est offensée, la formation principale de nouvelle écorce est sur le bord supérieur de la blessure; quand le bois a été enlevé, la formation du nouveau bois a lieu immédiatement au-dessous de l'écorce; chaque vaisseau et chaque passage dans l'écorce et dans le bois, semble susceptible de charier les fluides en directions différentes et opposées, quoique plus promptement et plus copieusement dans une direction que dans toutes les autres, ce qui présente quelque chose d'analogue à l'anastomose des vaisseaux dans les corps animaux. Un fait noté par M. Palisot de Beauvois, s'explique d'après ce principe. Cet expérimentateur séparait diverses portions de couches corticales du reste de l'écorce dans plusieurs arbres, et il trouvait que dans la plupart des cas, l'écorce séparée croissait de la même manière que l'écorce dans son état naturel. Cette expérience fut essayée avec succès sur le tilleul, l'érable et le lilas, les couches d'écorces furent enlevées en août 1810, et dès le printems de l'année suivante, pour l'érable et le lilas, les petits bourgeons annuels s'étaient reproduits sur les parties de l'écorce qui avaient été isolées (1).

Le bois des arbres est composé d'une partie externe, appelée *aubier* ou *bois de sève*, et d'une partie interne, le *cœur du bois*. L'aubier est blanc et plein d'humidité; dans les jeunes arbres et dans les pousses annuelles, il s'étend même jusqu'à la moëlle. L'aubier est le grand système vasculaire au travers duquel s'élève la sève du végétal; les vaisseaux qui en font partie, s'étendent des feuilles jusqu'aux plus minces filamens des racines.

Il y a dans l'aubier une substance membraneuse composée de cellules, qui sont constamment remplies de la sève de la plante; et dans le système vasculaire, il y a différentes espèces de tubes; M. Mirbel en a distingué quatre espèces: les *tubes simples*, les *tubes poreux*, les *trachées* et les *fausses trachées* (2).

Les tubes qu'il appelle simples, semblent contenir les fluides résineux ou huileux particuliers à différentes plantes.

Les tubes poreux contiennent aussi des fluides, et leur

(1) La fig. 3 représente les résultats de l'expérience sur l'érable. *Journ. de Phys.*, sept. 1811, p. 210.

(2) Les figures 4, 5, 6 et 7 représentent les tubes de M. Mirbel, simple, poreux, trachées et fausses trachées, tels qu'il les conçoit.

usage est probablement de les charier dans la sève pour y produire de nouvelles combinaisons. Les trachées contiennent la matière fluide, qui est toujours claire, aqueuse et transparente; et ces organes, aussi bien que les fausses trachées enlèvent probablement l'eau des suc les plus denses, ce qui les met à même de se consolider pour la production de nouveau bois.

Dans cet arrangement des fibres du bois, il y a deux apparences distinctes. Ce sont les séries des lames blanches et brillantes qui poussent du centre vers la circonférence, et qui constituent ce qu'on appelle le *grain d'argent* du bois.

Il y a de même de nombreuses séries de couches concentriques, que l'on appelle ordinairement le *faux grain*, et leur nombre dénote l'âge de l'arbre (1).

Le grain d'argent est élastique et contractile; M. Knight a supposé que les concentrations qu'y produisent les changemens de température sont les causes principales de l'ascension de la sève.

Le grain d'argent est plus distinct dans les arbres fruitiers, mais les arbustes, même annuels, ont un système de fibres qui lui ressemblent. L'analogie de la nature est constante et uniforme, des organes semblables produisant ordinairement de semblables effets.

La *moëlle* occupe le centre du bois. Sa texture est membraneuse; elle est composée de cellules qui sont circulaires vers l'extrémité, et hexagonales au centre de la substance. Dans la première enfance du végétal, la moëlle n'occupe qu'un petit espace. Elle se dilate graduellement, et dans les pousses de l'année ainsi que dans les jeunes arbres, elle présente un diamètre considérable. Dans l'âge le plus avancé de l'arbre, sous l'action du cœur du bois, pressée par de nouvelles couches d'aubier, elle commence à diminuer; et dans les très vieux arbres de forêt, elle devient presque imperceptible.

Diverses opinions ont prévalu quant à l'usage de la moëlle. Le docteur Halles supposait que c'était la grande cause de l'expansion et du développement des autres parties de la plante; c'est elle qui, étant la plus intérieure, agit aussi le

(1) La figure 3 représente la section d'une branche d'orme avec la structure tubulaire, le grain d'argent et le faux grain. La figure 9 représente la section d'une partie de branche de chêne.

plus lentement de tous les organes, et c'est de cette réaction que dépendent les phénomènes de leur développement et de leur croissance.

Linnée, dont la vive imagination s'occupait sans cesse à découvrir des analogies entre les règnes animal et végétal, pensait « que la moëlle faisait les mêmes fonctions, dans les plantes, que font la cervelle et les nerfs dans les animaux. » Il la considérait comme l'organe de l'irritabilité et le siège de la vie.

Les découvertes les plus récentes ont prouvé que ces deux opinions sont également erronées. M. Knight a enlevé la moëlle de plusieurs jeunes arbres qui n'ont pas cessé de croître et qui ont continué à vivre.

Il est évident alors que ce n'est qu'un organe d'une importance secondaire: dans les jeunes pousses, d'une croissance vigoureuse, la moëlle est pleine d'humidité; et c'est peut-être un réservoir d'aliment fluide pour le tems où cet aliment est le plus rare: à mesure que le cœur du bois se forme, la moëlle se sépare de plus en plus de la partie vivante, l'aubier; ses fonctions cessent; elle diminue, meurt et finit par disparaître.

Les *vrilles*, les *épinés* et autres parties semblables des plantes, sont analogues aux branches, dans leur organisation, offrent des couches semblables corticales et d'aubier. Il a été prouvé par les dernières observations de M. Knight, que la direction des vrilles et les spirales qu'elles décrivent, dépendent de l'action inégale de la lumière sur elles; M. de Candolle a donné la même raison pour rendre compte de la tendance de certaines parties des plantes à se tourner vers le soleil; cet ingénieux physiologiste suppose que les fibres se raccourcissent par quelque action chimique du soleil et que par suite les parties se tournent vers la lumière (1).

Les feuilles, la grande source de la beauté permanente la végétation, quoiqu'infinitement diversifiées dans leurs formes, sont dans tous les cas semblables, quant à leur organisation intérieure, et remplissent les mêmes fonctions. L'au-

(1) Suivant M. de Candolle, dans le côté d'une branche qui est le plus exposé à la lumière, il y a plus d'acide carbonique décomposé et plus de carbone fixé dans le tissu; par conséquent il se solidifie plus vite et devient plus ferme que l'autre côté qui, moins exposé à la lumière, s'allonge d'ailleurs davantage. Il en résulte une courbure tournant sa concavité vers la lumière
Phys. vég. par M. De Candolle, page 832. Paris 1832. J. D.

bier s'étend lui même de la tige jusqu'à l'extrémité de la feuille; il conserve son système vasculaire et sa puissance vitale; on peut voir distinctement ses tubes particuliers, surtout les trachées (1).

La substance verte membranuse peut être considérée comme une extension du parenchyme, et sa fine et mince couverture, comme l'épiderme. Ainsi l'organisation des racines et des branches se retrace dans les feuilles, qui d'ailleurs offrent une structure plus parfaite, plus délicate et plus détaillée.

Un grand usage des feuilles est d'exposer la sève à l'influence de l'air, de la chaleur et de la lumière. Leur surface est extensive, les tubes et les cellules très délicates, leur texture poreuse et transparente. Il s'évapore beaucoup d'eau de la sève dans les feuilles; la sève s'y combine avec de nouveaux principes, s'y dispose à ses fonctions organisatrices et passe probablement, dans un état de nouvelle préparation, des tubes extrêmes de l'aubier dans les ramifications des tubes corticaux, puis descend à travers l'écorce.

A la partie supérieure des feuilles qui est exposée au soleil, l'épiderme est épais, mais transparent; il s'y compose d'une matière ayant peu d'organisation, qui est principalement terreuse ou d'une substance chimique homogène. Dans les graminées elle est en partie siliceuse, résineuse dans le laurier, tandis que dans l'érable et l'aubépine, elle est d'une substance analogue à la cire.

Par ces arrangements, toute évaporation est empêchée, excepté celle qui doit avoir lieu par les tubes disposés à cet effet.

A la partie inférieure, l'épiderme est une membrane transparente, mince, remplie de cavités; et c'est probablement par cette surface que l'humidité et les principes de l'atmosphère nécessaires à la végétation sont absorbés.

Si l'on retourne une feuille de manière à présenter sa surface inférieure au soleil, ses fibres se tordent de manière à les ramener autant que possible à sa position primitive;

(1) La figure 11 représente une partie de feuille de vigne grandie et coupée de manière à montrer les trachées. On l'a copiée ainsi que les autres figures, de l'Amateur des plantes de Grew.

toutes les feuilles s'élèvent elles-mêmes de la tige, pendant leur exposition à la lumière solaire, et comme si elles se mouvaient vers le soleil.

Cet effet semble dépendre, en grande partie, de l'action mécanique et chimique de la lumière et de la chaleur. Bonnet fit des fleurs artificielles qui, en les mouillant par dessous avec une éponge, et les chauffant par dessus avec un fer, se tournaient exactement de la même manière que les feuilles naturelles. Ceci ne peut être d'ailleurs considéré que comme une imitation grossière de la marche de la nature.

Ce que Linnée a appelé le sommeil des feuilles, paraît dépendre entièrement de la suspension de l'action de la lumière et de la chaleur, et de l'opération de l'humidité.

Ce singulier et constant phénomène n'avait jamais été scientifiquement observé, lorsque l'attention du botaniste d'Upsal y fut heureusement dirigée. Il examinait une espèce de lotus, dans laquelle quatre fleurs paraissaient dans le jour, et qui en perdait deux le soir; il découvrit aussitôt, par un examen soigneux, que ces deux fleurs étaient cachées par les feuilles qui s'étaient fermées autour d'elles. Une telle circonstance ne pouvait être perdue pour un observateur aussi ingénieux. Il prit de suite une lanterne, vint dans son jardin, et fut témoin d'une série de faits curieux que l'on ne connaissait pas encore. Il vit que toutes les simples feuilles des plantes avaient une disposition entièrement différentes de celle qu'elles avaient dans le jour, et que le plus grand nombre paraissait fermées ou pliées ensemble.

Le sommeil des feuilles peut, dans quelques cas, se produire artificiellement. M. de Candolle fit cette expérience sur la sensitive. En la renfermant dans un lieu obscur pendant le jour, les feuilles se fermèrent aussitôt; mais en éclairant la chambre avec plusieurs flambeaux, elles s'ouvrirent de suite, tant elles étaient sensibles aux effets de la lumière et de la chaleur rayonnante.

Dans le plus grand nombre des plantes, les feuilles tombent et se reproduisent tous les ans; leur chute a lieu, soit à la fin de l'été, comme dans les climats très chauds, quand la sève ne leur est plus fournie par suite de la sécheresse du sol et de la force d'évaporation de la chaleur; soit dans l'automne, comme dans les climats nord au commencement des gelées. Les feuilles ne conservent leurs fonctions dans les cas ordinaires, qu'aussi long-tems que les fluides y cir-

culent. A la chute des feuilles, la couleur qui survient semble dépendre de la nature du changement chimique; et comme des acides se développent en général, cette couleur est ordinairement d'un brun rougeâtre ou jaune; les teintes d'ailleurs en sont très variées. Ainsi, dans le chêne, elle est d'un brun vif; orangée dans le bouleau; jaune dans l'orme; rouge dans la vigne; brun foncé dans le sycomore; pourpre dans le cornouiller; bleue dans le chèvrefeuille.

La cause de la conservation des arbres verts pendant l'hiver n'est pas exactement connue. Il semble, d'après les expériences de Hall, que la force de la sève est beaucoup moindre dans les plantes de cette espèce, et qu'elle y a un certain degré de mouvement dans les chaleurs et même dans l'hiver; leurs sucs sont moins aqueux que ceux des autres plantes; probablement moins susceptible de se congeler par le froid, et certainement pas aussi facile à se décomposer; leurs vaisseaux sont défendus par des enveloppes plus fortes contre l'action des élémens.

La production des autres parties de la plante a lieu à l'époque où les feuilles remplissent le plus vigoureusement leurs fonctions. Si les feuilles sont arrachées d'un arbre au printems, il meurt, et quand le feuillage des arbres fruitiers est endommagé par des ouragans ou par une sécheresse continue, les arbres deviennent couronnés et mal portans.

Les feuilles sont nécessaires à l'existence de l'arbre, comme individu; les fleurs le sont pour en perpétuer l'espèce. Ce sont les plus délicates de toutes les parties des plantes, les plus belles dans leur structure, et elles semblent le chef-d'œuvre de la nature dans le règne végétal. L'élégance de leurs teintes, la variété de leurs formes, la délicatesse de leur organisation et l'arrangement de leurs parties, tout est calculé pour éveiller notre curiosité et exciter notre admiration.

Dans la fleur, on doit observer, 1° le *calice*, ou la partie verte membraneuse formant le support des feuilles florales colorées. Il est vasculaire et ressemble à la feuille ordinaire dans sa texture et son organisation; il défend, supporte et nourrit les parties les plus parfaites. 2° La *corolle* qui se compose, soit d'une seule pièce, et on l'appelle monopétale; soit de plusieurs pièces, et elle prend le nom de polypétale. Elle est ordinairement très vive dans ses couleurs, remplie d'une variété presque infinie de petits tubes de nature poreuse; elle renferme et défend les parties intérieures

essentielles, et leur fournit en même tems les sucs de la sève. 3° Les *étamines* et les *pistils*.

Les parties essentielles des étamines sont les sommités ou *anthères*, qui sont ordinairement circulaires et d'une texture fortement vasculaire, et recouvertes d'une poussière fine appelée *pollen*.

Le pistil est cylindrique et surmonté par le *style*, dont le sommet est généralement rond et protubérant (1).

Dans le pistil, quand on l'examine au microscope, on aperçoit des assemblages de formes sphériques, qui semblent être les bases des germes futurs.

C'est sur l'arrangement des étamines et des pistils que la classification de Linnée est fondée. Le nombre des étamines et des pistils, dans la même fleur, leurs arrangemens ou leurs divisions dans différentes fleurs, sont les circonstances qui ont guidé le savant Suédois, et l'ont mis à même de former un système admirablement adapté pour aider la mémoire et rendre la botanique une étude facile. Ce système n'associe pas toujours les plantes les plus analogues l'une à l'autre dans leurs caractères généraux, mais il est d'ailleurs disposé assez ingénieusement pour dénoter toutes les analogies des parties les plus essentielles.

Le pistil est l'organe qui contient les rudimens de la semence; mais la semence n'est jamais formée comme un germe reproductif, sans l'influence du pollen, ou poussière des anthères.

Cette impression mystérieuse est nécessaire à la série de propagation des différentes espèces végétales. C'est un trait qui étend la ressemblance des différens ordres d'êtres, et établit sur une grande échelle, la belle analogie de la nature.

Les anciens avaient observé que différens palmiers portaient des fleurs différentes, et que ceux de ces arbres produisant les fleurs qui contiennent les pistils, ne portaient pas de fruit, à moins du voisinage immédiat de ceux de ces arbres produisant des fleurs qui contiennent les étamines. Ce fait établi depuis long-tems, fit une forte impression sur l'esprit de Malpighi, qui s'assura de plusieurs autres faits analogues par rapport à d'autres végétaux. Grew fut d'ail-

(1) La figure 12 représente le lys ordinaire; a corolle; bbbb les anthères; c le pistil.

leurs le premier qui généralisa ces faits, et l'on trouve, dans ses ouvrages, des raisonnemens fort justes à cet égard. Linnée donna une forme scientifique et distincte aux généralités posées par Grew, et il eut la gloire d'établir le système nommé sexuel, basé sur des observations détaillées et sur des expériences exactes.

La *semence*, dernière production d'une végétation vigoureuse, est de forme très variable. Étant de la plus haute importance, quant aux ressources de la nature, elle est défendue mieux que toutes les autres parties de la plante; par des substances d'une pulpe douce, comme dans les fruits succulens; par d'épaisses membranes, comme dans les végétaux légumineux; par des écailles dures ou par un épais épiderme comme dans les fruits du palmier et les graminées.

Dans chaque graine, il faut distinguer : 1° l'*organe de la nutrition*; 2° la plante naissante ou la *plumule*; 3° la racine naissante ou la *radicule*. Dans la fève commune des jardins, l'organe de nutrition est divisé en deux lobes appelés *cotylédons*; la plumule est le petit point blanc entre les parties supérieures du lobe; et la radicule est le petit cône recourbé à leur base (1).

Dans le blé et dans la plupart des graminées, l'organe de nutrition est simple, et ces plantes sont appelées *monocotylédones*. Dans d'autres cas, il se compose de deux ou de plusieurs parties, et alors les plantes sont *polycotylédones*. Dans le plus grand nombre, au reste, il n'a que deux parties ou est *dycotylédone*.

La matière de la semence, quand on l'examine dans son état ordinaire, paraît morte et inerte; elle n'offre ni formes, ni fonctions vitales. Mais, soumise à l'action de l'humidité, de la chaleur et de l'air, son pouvoir d'organisation se développe aussitôt. Les cotylédons se dilatent, les membranes se brisent, la radicule acquiert de nouvelle matière, descend dans le sol, et la plumule s'élève librement dans l'air. Par degrés, les organes de nutrition des plantes dycotylédones deviennent vasculaires, et sont converties en germes de feuille, puis la plante apparaît complète au-dessus du sol. La nature a pourvu des élémens de

(1) La figure 13 représente la fève des jardins; *a* sont les cotylédons; *b* la plumule et *c* la radicule.

germination, chaque partie de la surface de la terre; l'eau, l'air et la chaleur ont une activité universelle, et les moyens de conservation de la vie sont à la fois simples et grands.

De plus amples détails sur la physiologie des végétaux ne seraient pas compatibles avec le but de cet ouvrage. J'ai seulement voulu donner à ce sujet des idées assez générales pour que l'agriculteur comprenne les fonctions des plantes. Ceux qui désirent étudier l'anatomie des végétaux, comme science distincte, trouveront d'abondans matériaux dans les ouvrages des savans que j'ai déjà cités p. 5. Et dans les écrits de Linnée, Desfontaine, De Candolle, de Saussure, Bonnet et Smith.

L'histoire des particularités de la structure, dans les différentes classes végétales appartient plutôt à la botanique qu'à l'agriculture. Ainsi que je l'ai indiqué au commencement de cet ouvrage, leurs organes ont les analogies les plus distinctes et sont soumis aux mêmes lois. Dans les graminées et les palmées, les couches corticales sont plus grandes proportionnellement que les autres parties; mais leur usage semble le même que dans les arbres forestiers.

Dans les racines bulbeuses, la substance servant d'aubier forme la plus grande partie du végétal; mais dans tous les cas elle contient la sève, ou les matériaux solides que dépose la sève.

Les feuilles plus minces et comparativement sèches du pin et du cèdre remplissent les mêmes fonctions que les feuilles larges et pleines de suc du figuier ou du noyer.

Dans la classe même des cryptogames, où les fleurs ne sont pas distinctes, il y a encore quelques raisons de penser que la production de la semence a lieu de la même manière que dans les plantes les plus parfaites. Les mousses et lichens, qui appartiennent à la même famille, n'ont pas de feuilles distinctes, ni de racines, mais ces plantes sont pourvues de filamens qui remplissent les mêmes fonctions; dans les fungus même et dans les champignons, il y a un système d'absorption et d'aération de la sève.

Nous avons fait voir dans le chapitre précédent que toutes les parties diverses des plantes peuvent se décomposer en peu d'éléments. Leurs usages, comme nourriture, ou comme application aux arts, dépendent des combinaisons variées que ces éléments peuvent produire dans leurs parties organisées ou dans les sucs qu'elles contiennent;

L'examen de la nature de ces substances, est une partie essentielle de la chimie agricole.

Les huiles sont exprimées des fruits de plusieurs plantes; des fluides résineux exsudent du bois; des matières saccharines sont fournies par la sève; des matières tinctoriales sont données par les feuilles ou par les pétales des fleurs; mais des procédés particuliers sont nécessaires pour séparer les différens composés végétaux l'un de l'autre. Ce sont la macération, l'infusion ou digestion dans l'eau, dans l'alcool; mais l'application et la nature de ces procédés sont plus faciles à comprendre quand la nature chimique des substances est connue; nous les réserverons donc pour une autre partie de cet ouvrage.

Les substances composées que l'on trouve dans les végétaux sont: 1° la gomme ou mucilage et ses diverses modifications; 2° l'amidon; 3° le sucre; 4° l'albumine; 5° le gluten; 6° le caoutchouc ou gomme élastique; 7° l'extractif; 8° le tannin; 9° l'indigo; 10° les principes colorans; 11° le principe amer; 12° la cire; 13° les résines; 14° le camphre; 15° les huiles fixes; 16° les huiles volatiles; 17° la fibre ligneuse; 18° les acides; 19° les alcalis, les terres, les oxides métalliques et les composés salins.

Je vais décrire d'une manière générale les propriétés de ces corps et la manière dont on se les procure.

1° *Gomme*. C'est la substance qui exsude de certains arbres; elle apparaît sous forme d'un fluide épais, mais elle durcit de suite à l'air et devient solide: quand elle est blanche, ou blanc-jaunâtre, plus ou moins transparente et en quelque sorte cassante, sa pesanteur spécifique varie de 1,300 à 1,490.

Il y a une grande variété de gommes, mais la meilleure connue est celle d'Arabie, du Sénégal, adragante, celle du prunier ou du cerisier. La gomme est soluble dans l'eau, mais elle ne l'est pas dans l'esprit-de-vin. Si l'on fait une solution de gomme dans l'eau et qu'on y ajoute de l'esprit-de-vin ou alcool, la gomme se sépare sous forme de flocons blancs. On ne peut enflammer la gomme qu'avec difficulté; il s'en dégage beaucoup d'eau, une épaisse fumée et une faible lueur bleue; le résidu est du charbon.

Les propriétés caractéristiques de la gomme sont sa solubilité dans l'eau et son insolubilité dans l'alcool. Divers moyens chimiques ont été proposés pour découvrir la pré-

sence de la gomme, mais il y a lieu de croire qu'il en est peu qui présentent des résultats exacts; la plupart, et spécialement les sels métalliques, qui produisent des changemens dans les solutions de gomme, peuvent être considérés comme agissant plutôt sur quelques composés salins existant dans la gomme, que sur ce principe végétal lui-même (1).

Le *Mucilage* peut être regardé comme une variété de gomme; il s'accorde avec elle dans la plupart de ses propriétés importantes, mais il semble moins soluble dans l'eau. Suivant M. Hermbstad, quand on dissout ensemble de la gomme et du mucilage dans l'eau, le mucilage peut se séparer à l'aide de l'acide sulfurique. On peut se procurer du mucilage de la graine de lin, des bulbes d'hyacinthe, des feuilles de mauve, de plusieurs lichens et de diverses autres substances végétales.

D'après l'analyse de MM. Gay-Lussac et Thénard, il paraît que 100 parties de gomme arabique se composent de :

Carbone.....	42,25
Oxigène.....	50,84
Hydrogène.....	6,93

avec une petite quantité de matière saline :

ou bien de :

Carbone.....	42,25
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires à la formation de l'eau.....	57,77

Cette évaluation s'accorde presque avec les proportions définies de 11 carbone, 10 oxigène et 20 hydrogène.

Toutes les variétés de gomme et de mucilage sont nutritives comme alimens. Elles perdent en partie ou en totalité leur solubilité dans l'eau quand on les expose à une chaleur de 500 ou 600° *Fahrenheit* (260 à 315 centigrades); mais leurs qualités nutritives ne sont détruites que par la décomposition. La gomme et le mucilage sont employés dans quelques arts; notamment dans l'impression des calicots; jusqu'à ces derniers tems, les fabricans anglais se servaient de gomme arabique; mais plusieurs, d'après les avis de lord Dundonald, emploient maintenant le mucilage des lichens.

(1) Le sous-acétate de plomb paraît être le réactif le plus délicat de la gomme; suivant les expériences de Berzélius, le précipité qu'il occasionne est composé de 38,25 oxide de plomb et 67,75 gomme.

2° *Amidon*. On le retire de différens végétaux, mais particulièrement des blés et des pommes-de-terre. Pour faire l'amidon de froment, le grain est macéré dans l'eau froide jusqu'à ce qu'il devienne mou, et qu'il donne en le pressant un jus laiteux; on le met alors dans des sacs de toile et on le presse dans une cuve pleine d'eau; on continue à presser tant qu'exsude du suc laiteux; le fluide s'éclaircit par degrés et laisse déposer une poudre blanche qui est l'amidon.

L'amidon est soluble dans l'eau bouillante, mais il ne l'est ni dans l'eau froide ni dans l'alcool (1). Une propriété caractéristique de l'amidon, c'est de bleuir avec l'iode.

L'amidon est plus aisément combustible que la gomme; quand on le met sur un fer rouge, il brûle avec une espèce d'explosion et il reste à peine du résidu. Suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, 100 parties d'amidon se composent de:

Carbone, avec une petite quantité de matière saline et terreuse	45,55
Oxigène	49,68
Hydrogène.....	6,77

ou bien de :

Carbone.....	45,55
Oxigène et hydrogène dans les proportions nécessaires à la formation de l'eau.....	56,45

Supposant cette évaluation exacte, on peut regarder l'amidon comme un composé de 15 proportions de carbone, 13 d'oxigène et 26 d'hydrogène.

L'amidon forme la partie principale d'un grand nombre de substances végétales bonnes à manger. Les féculs, la cassave, le salep, le sagou, doivent en général leurs qualités nutritives principalement à l'amidon qu'elles contiennent.

On a trouvé l'amidon dans les plantes suivantes :

Bardane (*arctium lappa*), belladone (*atropa bella dona*), historte (*polygonum bistorta*), brione blanche (*bryonia alba*), colchique (*colchicum autumnale*), filipendule (*spiræa*

(1) Exposé à une température d'un peu plus de 212° Fahr. (au-delà de 100° centig.), l'amidon devient soluble dans l'eau froide, et très semblable à la gomme; c'est ce que M. de Saussure a nommé amidine, et qui convient mieux pour l'impression des toiles. L'eau bouillante a un effet analogue sur l'amidon; l'amidon bouilli, rendu gélatineux, a les propriétés de l'amidine.

filipendula), renoncule bulbeuse (*ranunculus bulbosus*), scrophulaire des bois (*scrophularia nodosa*), hièble (*sambucus ebulus*), sureau commun (*sambucus nigra*), orchis morio (*orchis morio*), impéatoire (*imperatoria struthium*), jusquiame (*hyoscyamus niger*), patience à feuilles obtuses (*rumex obtusifolius*), patience à feuilles aiguës (*rumex acutus*), patience aquatique (*rumex aquaticus*), arum pied-de-veau (*arum maculatum*), salep orchis mâle (*orchis mascula*), iris des marais (*iris pseudacorus*), iris puant (*iris fetidissima*), terre-noix (*bumium bulbocastanum*).

3° *Sucre*. On l'obtient dans son état le plus pur, du jus exprimé du *saccharum officinarum*, ou cannes à sucre; l'acide du jus se neutralise par la chaux, et le sucre cristallise par l'évaporation des parties aqueuses du jus et par un lent refroidissement; on le blanchit par une filtration graduelle d'eau pure qui passe à travers la cristallisation. Dans les procédés ordinaires des sucreries, le blanchissage ou raffinage du sucre exige un tems considérable pour s'effectuer, l'eau devant passer graduellement à travers une couche d'argile au-dessus du sucre. Comme la matière colorante du sucre est soluble dans une dissolution saturée de sucre ou sirop, il paraît que le raffinage peut se pratiquer plus vite et plus économiquement par l'action du sirop sur le sucre coloré (1). Les propriétés physiques du sucre sont bien connues. Sa pesanteur spécifique est d'environ 1,6, suivant Fahrenheit. Il est soluble dans son propre poids d'eau à 50°; il est également soluble dans l'alcool, mais en moindre proportion.

Lavoisier avait conclu de ses expériences que 100 parties de sucre sont formées de 28 carbone, 8 hydrogène et 64 oxygène. Le docteur Thompson donne les nombres 27,5

(1) Un Français récemment établi dans les Indes Occidentales, disait aux planteurs de ce pays qu'il était en possession d'une méthode très expéditive et très économique de purifier et de raffiner le sucre, et qu'il leur communiquerait volontiers son secret, moyennant une forte récompense pécuniaire. Ses conditions furent trop élevées pour qu'on les acceptât. M'entretenant un jour de ce sujet avec sir Joseph Banks, je lui dis que je regardais comme probable que le sucre brut se purifierait aisément, en faisant passer au travers, du sirop qui dissoudrait la matière colorante. La même idée semble s'être présentée en même tems ou avant à feu Edouard Howard, qui le démontra par expériences, et qui, peu de tems avant sa mort, prit un brevet pour divers perfectionnemens dans les sucreries.

carbone ; 7,8 hydrogène et 64,7 oxygène. Suivant les expériences de MM. Gay-Lussac et Thénard, le sucre se compose de 42,47 carbone, et de 57,23 d'eau ou de ses élémens hydrogène et oxygène.

Les analyses de Lavoisier et du docteur Thompson s'accordent presque avec les proportions de :

5 carbone,
4 oxygène,
8 hydrogène,

tandis que celles de MM. Gay-Lussac et Thénard donnent les mêmes élémens que pour la gomme :

11 carbone,
10 oxygène,
20 hydrogène,

Il paraît, d'après les expériences de Proust, Achard, Gœtting et Parmentier, qu'il y a plusieurs espèces de sucre tout formé dans le règne végétal. Le sucre de l'érable américain, *acer saccharinum*, est précisément le même que celui de la canne. Les fermiers du nord de l'Amérique s'en servent et se le procurent par un procédé simple qu'ils pratiquent eux-mêmes. Le tronc de l'arbre est percé d'un trou d'environ deux *inches* (5 centimètres), et l'on introduit un robinet de bois dans le trou ; le jus coule pendant cinq à six semaines. Un arbre de moyenne grandeur, c'est-à-dire de deux à trois *feet* (6 à 9 décimètres) de diamètre, donne environ 200 *pints* (95 litres) de sève ; et 40 *pints* (19 litres) produisent environ un *pound* (45 à 46 grammes de sucre). Le jus est neutralisé par la chaux et dépose des cristaux de sucre par évaporation.

Le sucre de *raisin* a été employé en France pour remplacer le sucre des colonies. On le retire du moût de raisin à l'aide de la potasse et de l'évaporation ; il est moins doux que le sucre ordinaire ; sa saveur est particulière, et il produit une sensation de froid en se fondant dans la bouche. Il est probable qu'il contient un peu plus d'eau ou de ses élémens, l'oxygène et l'hydrogène.

Les racines de betteraves (*beta vulgaris et cicla*,) produisent du sucre, en les faisant bouillir et évaporant l'extrait ; il cristallise et ne diffère pas, en France, dans ses propriétés, du sucre de cannes.

La *manne* est une substance qui exsude de certains arbres et particulièrement du *fraxinus ornus*, espèce de frêne qui croît abondamment en Sicile et en Calabre, on peut le re-

garder comme une variété de sucre très analogue au sucre de raisin (1). Fourcroy et Vauquelin ont extrait une substance analogue à la manne du suc de l'oignon ordinaire (*allium cepa*).

Outre les sucres cristallisés et solides, il paraît qu'il existe un sucre qu'on ne peut séparer de l'eau et qui est constamment liquide; il constitue la partie principale des mélasses ou lies de sucre, et on le trouve dans une grande variété de fruits; il est plus soluble dans l'alcool que le sucre solide.

Le mode le plus simple de découvrir la présence du sucre est celui recommandé par Margraaf. On fait bouillir le végétal qu'on suppose en contenir dans une petite quantité d'alcool et le sucre solide, s'il y en a, se sépare pendant le refroidissement de la dissolution. On a extrait du sucre des substances végétales suivantes :

Sève de bouleau blanc (*betula alba*), sycomore (*acer pseudoplatanus*), bambou (*arundo bambos*), maïs (*zea mais*), berce (*heracleum spondylium*), cocotier (*cocos nucifera*), noyer blanc (*juglans alba*), agavé américain (*agave americanum*), varec palmé (*fucus palmatus*), panais commun (*pastinaca sativa*), caroubier (*ceratonia silica*), des fruits de l'arbusier (*arbutus unedo*), et autres fruits doux; des racines de turneps (*brassica rupa*), de carotte (*daucus carota*), de persil (*apium petroselinum*), de la fleur de rhododendron (*rhododendron ponticum*), et du nectar ou nectaire de plusieurs autres fleurs.

Les propriétés nutritives du sucre sont bien connues. Quand les marchés de l'Angleterre regorgeaient de ce produit des Indes, on proposa de l'employer à la nourriture du bétail; on fit des expériences qui prouvèrent que le sucre l'engraisse, mais les droits laissés sur le sucre empêchèrent de donner quelque développement à ces essais.

4. *Albumine*. C'est une substance qui n'a été découverte que récemment dans le règne végétal; elle abonde dans le jus du papayer (*carica papaya*); quand on fait bouillir ce jus, l'albumine s'en précipite coagulée. On la trouve aussi dans les champignons et dans plusieurs espèces de fungus.

L'albumine, à l'état de pureté, est un fluide épais et

(1) La substance à laquelle la manne doit sa saveur douceâtre a récemment été considérée comme distincte, et on l'a nommée mannite. On dit qu'elle ne fermente pas, en ajoutant du levain à sa dissolution dans l'eau; elle différerait ainsi de toutes les variétés de sucre.

glaireux, sans saveur; c'est précisément la même chose que le blanc d'œuf. Elle est soluble dans l'eau froide; sa dissolution, quand elle n'est pas trop étendue, se coagule en bouillant, et l'albumine se sépare sous forme de minces flocons. L'albumine se coagule aussi par les acides et par l'alcool; la dissolution d'albumine précipite quand on la mêle avec une solution froide de noix de galle. L'albumine, quand on la brûle, produit une odeur d'alcali volatil, et donne de l'acide carbonique et de l'eau; elle est donc évidemment composée principalement de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote.

D'après les expériences de MM. Gay-Lussac et Thénard, 100 parties d'albumine de blanc d'œuf sont composées de

Carbone.....	52,885
Oxygène.....	25,872
Hydrogène.....	7,540
Azote.....	15,705

Ce qui autorise à regarder l'albumine comme formé de 2 proportions d'azote, 5 oxygène, 9 carbone et 32 hydrogène.

La partie principale de l'amande de l'amandier et des amandes de plusieurs autres noix, paraît être analogue, d'après les expériences de Proust, à l'albumine coagulée.

Le jus du fruit de gombout (*hibiscus esculentus*), contient suivant le docteur Clarke, de l'albumine liquide en telles quantités, qu'on l'emploie à la Dominique, en guise de blanc d'œuf pour clarifier le sucre de cannes.

L'albumine peut se distinguer des autres substances par sa propriété de coaguler par l'action de la chaleur ou des acides, quand elle est dissoute dans l'eau. Suivant le docteur Bostock, quand la dissolution ne contient qu'un gramme d'albumine et mille grammes d'eau, elle devient nuageuse en la chauffant.

L'albumine est une substance commune au règne animal comme au règne végétal et beaucoup plus abondante dans le premier.

5. *Gluten*. On peut l'obtenir de la farine de blé par le procédé suivant: on met la farine en pâte et on la lave soigneusement en la malaxant sous un petit filet d'eau, jusqu'à ce que l'eau en ait entraîné tout l'amidon; ce qui reste est le gluten. C'est une substance tenace, ductile, élastique, sans saveur. Par son exposition à l'air elle devient de couleur brune. Elle est très faiblement soluble dans l'eau.

froide, mais insoluble dans l'alcool. Quand on chauffe sa dissolution dans l'eau, le gluten se sépare sous forme de flocons jaunes; à cet égard elle se comporte comme l'albumine, mais elle en diffère en ce qu'elle est infiniment moins soluble dans l'eau. La dissolution d'albumine ne coagule pas quand elle contient moins de 1000 parties d'albumine, mais il paraît que le gluten exige plus de 1000 parties d'eau froide pour sa dissolution.

Le gluten, quand on le brûle, donne des produits semblables à l'albumine, et n'en diffère probablement que très peu dans sa composition. Le gluten se trouve dans un grand nombre de plantes: Proust l'a découvert dans le gland, la châtaigne, le marron, la pomme et le coin; l'orge, le seigle, les pois et les fèves; il l'a trouvé aussi dans les feuilles de rue, de choux, de cresson, de ciguë, de bourrache, de safran; dans les baies de sureau et dans le raisin. Le gluten paraît être l'une des substances végétales les plus nutritives; le blé semble devoir sa supériorité sur les autres grains, à ce qu'il contient le gluten en plus grande abondance.

6. *Gomme élastique* ou *caoutchouc*. On l'obtient du jus d'un arbre qui croît au Brésil, et qu'on appelle *hævea*: quand on incise l'arbre, il en exsude un jus laiteux qui dépose graduellement une substance solide qui est la gomme élastique.

La gomme élastique est flexible et douce comme le cuir, mais elle devient plus douce en la chauffant. Dans son état de pureté, elle est blanche et sa pesanteur spécifique est 9,555. Elle est combustible et brûle avec une flamme blanche, dégageant une épaisse fumée et une odeur très désagréable. Elle est insoluble dans l'eau et dans l'alcool; elle est soluble dans l'éther, les huiles volatiles, le pétrole, et on peut se la procurer pure en évaporant sa dissolution dans l'éther. La gomme élastique paraît exister dans une grande variété de plantes parmi lesquelles sont: *jathropha, elastica, ficus indica, artocarpus integrifolia* et *urceola elastica*.

La glu qu'on peut obtenir du hou, est très analogue à la gomme élastique quant à ses propriétés. On peut obtenir une espèce de gomme élastique du gui, du mastic, de l'opium et des baies du *Smilax caduca*; c'est le docteur Barton qui l'a récemment découvert dans cette dernière plante.

La gomme élastique, quand on la distille, donne de l'alcali volatil, de l'eau, de l'hydrogène et du carbone, ■■

combinaisons diverses. Elle se compose donc principalement d'azote, d'hydrogène, d'oxygène et de carbone; mais on n'en a pas déterminé les proportions. La gomme élastique est une substance qui ne se digère pas et qui ne convient pas à la nourriture des animaux; ses usages dans les arts sont bien connus (1).

7. *Extractif ou principe extractif.* Il existe dans la plupart des plantes et on peut l'obtenir du safran, à l'état de pureté convenable, par une simple infusion dans l'eau et une évaporation de la dissolution. On l'obtient aussi du cachou, *terra japonica*, substance qui nous est apportée de l'Inde, et qui se compose principalement de matière astringente et d'extractif; par l'action de l'eau, la matière astringente se dissout d'abord, et peut se séparer de l'extractif. Ce principe est toujours plus ou moins coloré; il est soluble dans l'alcool et dans l'eau, mais il n'est pas soluble dans l'éther. Il s'unit avec l'alumine, quand on fait bouillir cette terre avec une dissolution d'extractif; et il est précipité par les sels d'alumine et par plusieurs dissolutions métalliques, notamment celle d'hydrochlorate d'étain.

D'après les produits de la distillation, l'extractif semble se composer principalement d'hydrogène, d'oxygène, de carbone et d'un peu d'azote.

Il paraît y avoir autant d'espèces d'extractif qu'il y a d'espèces de plantes. La différence de leurs proportions en plusieurs cas, dépend probablement de leur combinaison avec de petites quantités d'autres principes végétaux, ou de ce qu'ils contiennent différens ingrédiens, salins, alcalins, acides ou terreux. Plusieurs substances tinctoriales semblent être de la nature du principe extractif; telles que la matière colorante rouge des garances, et les jaunes des gaudes.

L'extractif a une forte attraction pour les fibres du coton ou du lin, et se combine avec ses substances, quand on en fait bouillir la dissolution avec elles. La combinaison est plus forte, à l'aide des mordans, combinaisons terreuses ou métalliques qui unissent la matière colorante à l'étoffe, et la font adhérer davantage à ses fibres.

(1) Par une distillation soignée, on en peut retirer un fluide très volatil d'une pesanteur spécifique de 0,64; c'est un puissant dissolvant du caoutchouc et des résines, qu'on peut employer dans la préparation des vernis.

L'extractif, à l'état de pureté, ne peut servir comme aliment, mais il est probablement nutritif lorsqu'il est uni à l'amidon, au mucilage ou au sucre.

8. *Tannin* ou *principe tannant*. On peut l'obtenir par l'action d'une petite quantité d'eau froide sur les pépins de raisin pilés, ou sur la noix de galle concassée, et par l'évaporation jusqu'à siccité de la dissolution. (1). Il apparaît comme une substance jaune, ayant un goût fortement astringent. Il est difficile à brûler, très soluble dans l'eau et dans l'alcool, mais insoluble dans l'éther. Quand une dissolution de colle, ou gélatine, est mêlée avec une dissolution aqueuse de tannin, les deux substances, animale et végétale, se précipitent à l'état de combinaison, et le précipité est insoluble.

Quand le tannin est distillé à vaisseaux clos, les produits principaux sont du charbon, de l'acide carbonique et des gaz inflammables, avec une petite quantité d'alcali volatil. Ses élémens semblent dès lors les mêmes que ceux de l'extractif, et n'en diffèrent que par leurs proportions. La propriété caractéristique du tannin est son action sur les dissolutions glutineuses ou gelée; cette particularité le distingue de l'extractif, auquel il ressemble dans plusieurs autres propriétés chimiques.

Il y a plusieurs variétés de tannin, qui probablement doivent la différence de leurs propriétés à des combinaisons avec d'autres principes, notamment l'extractif dont il n'est pas facile de séparer le tannin. L'espèce de tannin la plus pure est celle que l'on obtient des pépins du raisin; il forme un précipité blanc avec la dissolution de belle colle forte, l'isinglas. Le tannin des noix de galle lui ressemble, quant à ses propriétés; celui de sumac donne un précipité jaune; celui de kina est rose et celui de cachou fauve foncé. La matière colorante du bois de Brésil, que M. Chevreul considère comme un principe particulier, et qu'il a appelée *hématine*, diffère des autres espèces de tannin, en donnant avec la gélatine un précipité qui est soluble dans une grande quantité d'eau chaude. Sa saveur est beaucoup plus douce que celle des autres variétés de tannin, et l'on pour-

(1) Dans l'état de pureté la plus grande où l'aït obtenu M. Pelouze, il est incolore, a des propriétés acides distinctes, et se convertit en acide gallique, en absorbant l'oxygène par son exposition à l'air. On lui a donné récemment le nom d'acide tannique.

rait peut-être le regarder comme une substance intermédiaire du tannin et de l'extractif.

Le tannin n'est pas une substance nutritive, mais elle est d'une grande importance pour son application à l'art du tanneur. La peau se compose presque entièrement de gelée ou gélatine, dans un état d'organisation, et devient soluble par l'action long-tems continuée de l'eau bouillante. Quand la peau est exposée à l'action du tannin dans des solutions qui le contiennent, elle se combine lentement avec ce principe; sa texture fibreuse et sa cohérence sont conservées; elle est rendue presque insoluble dans l'eau, et n'est plus sujette à la putréfaction; elle devient enfin une substance de composition chimique précisément analogue à celle donnée par la dissolution de la gélatine et la dissolution du tannin.

On se sert en général d'écorce de chêne pour le tannage des cuirs; mais on commence à faire usage de quelques autres écorces, et notamment de celle du châtaignier d'Espagne. La table suivante donne une idée générale de la valeur relative des diverses espèces d'écorce; il est établi sur les résultats d'expériences que j'ai faites moi-même.

Tableau faisant connaître la quantité de tannin fourni par 480 lbs (181 kil. 30) des différentes écorces, ce qui indique à peu près leur valeur relative.

Ecorce entière de chêne de moyenne grosseur, coupée au printems.....	1.6	kilogr. 13,14
— de châtaigner d'Espagne.....	21	9,51
— de saule de Leicester, forte gross.....	53	14,95
— d'orme.....	15	5,89
— de saule ordinaire, gros.....	11	4,98
— de frêne.....	16	7,33
— de hêtre.....	10	4,53
— de maronnier d'Inde.....	9	4,08
— de sycomore.....	11	4,98
— de peuplier d'Italie.....	15	6,80
— de bouleau.....	8	3,63
— de noisetier.....	14	6,34
— de prunellier.....	16	7,33
— de chêne en taillis.....	52	14,66
— de chêne coupé en automne.....	21	9,51
— de robre coupé en automne.....	8	3,63
Couches corticales intérieures du chêne noir....	72	32,60

La quantité du tannin dans les écorces diffère suivant les saisons: quand le printems a été très froid, la quantité en est très petite; comme moyenne il faut 4 à 5 lbs, (1 k. 815 à 2 k. 266), de bonne écorce de chêne pour en former une (0 k. 455) de cuir. Les couches corticales intérieures, dans toutes les écorces, contiennent la plus grande quantité de tannin. Les écorces contiennent la plus grande proportion de tannin dans le tems où les boutons commencent à s'ouvrir, et la moindre dans l'hiver.

Les matières extractives ou colorantes trouvées dans les écorces ou dans les substances employées au tannage, ont de l'influence sur la qualité du cuir. Ainsi la peau tannée avec la noix de galle est beaucoup plus pâle que celle tannée avec l'écorce de chêne, qui contient une matière extractive noirâtre. La peau tannée au cachou (*cathecu*), est d'une teinte rougeâtre. Il est probable que dans le procédé du tannage, la matière de la peau et le principe tannant s'unissent d'abord et que le cuir, au moment de sa formation, s'unit à la matière extractive.

Les peaux converties en cuir augmentent en général du tiers de leur poids (1), et l'opération est plus parfaite quand elles sont tannées lentement. Quand les peaux sont introduites dans de très fortes infusions de tannin, les parties extérieures se combinent immédiatement avec ce principe, et préservent l'intérieur de l'action de la dissolution; ce cuir est sujet à gercer et à se détruire par l'action de l'eau.

Les précipités obtenus des infusions contenant des tannins par la colle forte pure (*isinglass*), contiennent, quand ils sont séchés, en moyenne, 40 pour 100 de matière végétale. Il est facile d'avoir la valeur comparative des diverses substances qu'emploie le tanneur, en comparant les quantités de précipité fourni par des infusions de poids donnés, mêlées avec des dissolutions de gélatine.

Pour faire des expériences de ce genre, une *ounce* (28 grammes) de substance végétale, en poudre grossière, sera soumise à l'action d'une *demi-pint* (0 litre 24) d'eau bouillante, le mélange sera fréquemment agité, puis on le laissera reposer 24 heures; le liquide sera passé alors à travers un linge fin et mêlé avec une égale quantité de dissolution

(1) La peau pesée sèche, bien entendu, et le cuir pesé sec.

de gélatine faite en dissolvant de la colle, de la gélatine, dans l'eau, chaude dans la proportion de 1 drachme (1 gramme, 771) de colle, ou six cuillerées de gelée pour une pint (0 litre, 47) d'eau. On ramassera le précipité en passant le mélange de la dissolution et de l'infusion dans un filtre de papier, que l'on expose à l'air jusqu'à ce qu'il soit sec. Si les filtres sont de même poids, quand on essaye diverses substances végétales, la différence du poids des filtres séchés, indiquera les quantités de tannin contenues par ces substances avec une exactitude suffisante, et leur valeur relative pour le tannage. On prendra quatre dixièmes de l'augmentation en poids, et l'on retrouvera les nombres de la table précédente.

Outre les écorces dont nous avons déjà parlé, il y en a un grand nombre d'autres qui contiennent le principe tannant. Peu d'écorces même n'en ont pas de trace. On le trouve aussi dans le bois et dans les feuilles d'un grand nombre d'arbres et d'arbrisseaux; c'est l'un des principes végétaux les plus répandus.

Une substance très semblable au tannin, a été formée par M. Hachett, en soumettant le charbon à l'action de l'acide nitrique étendu, et en évaporant le mélange jusqu'à siccité. M. Hachett, de 100 parties en poids de charbon, en obtint 120 de tannin artificiel qui, comme le tannin naturel, possède la propriété de rendre la peau insoluble dans l'eau.

Le tannin naturel et le tannin artificiel forment tous les deux des composés avec les alcalis et les terres alcalines, composés qui ne sont pas décomposables par la peau. En conséquence, les essais faits pour rendre l'écorce de chêne plus efficace comme substance tannante par l'infusion dans l'eau de chaux, sont fondés sur des principes erronés. La chaux forme avec le tannin un composé qui n'est pas soluble dans l'eau.

Les acides s'unissent au tannin et produisent des composés qui sont plus ou moins solubles dans l'eau. Il est probable que dans quelques substances végétales, le tannin existe combiné avec une matière alcaline et terreuse; et que ces substances sont rendues plus efficaces pour le tannage par l'action d'acides étendus.

9. *Indigo*. On peut l'obtenir du wonède ou pastel (*isatis tinctoria*); par sa digestion dans l'alcool et son évaporation subséquente, on obtient des grains blancs cristallins qui

deviennent bleus graduellement par l'action de l'atmosphère; ces grains sont l'indigo.

L'indigo du commerce est principalement apporté d'Amérique. On l'obtient de l'*indigofera argentea* (indigo sauvage), *indigo disperma* (indigo Guatimala), et de l'*indigofera tinctoria* (indigo français). On le prépare en faisant fermenter les feuilles de ces arbres dans l'eau. L'indigo, sous sa forme ordinaire, paraît comme une fine poussière bleu foncé (1). Il est insoluble dans l'eau, et n'est que faiblement soluble dans l'alcool; son véritable dissolvant est l'acide sulfurique, dont 8 parties en dissolvent une d'indigo; et la dissolution étendue d'eau forme une très belle teinture bleue.

L'indigo donne à la distillation du gaz acide carbonique, de l'eau, du charbon, de l'ammoniaque et quelque matière huileuse et acide: le charbon y est en très grande quantité. L'indigo pur se compose donc probablement de carbone, hydrogène, oxygène et azote.

L'indigo doit sa couleur bleue à sa combinaison avec l'oxygène. Pour les usages de la teinture, on le prive en partie d'oxygène en le faisant digérer avec de l'orpiment et de la chaux, jusqu'à ce qu'il devienne soluble dans l'eau de chaux et d'une couleur verdâtre. Les draps trempés dans cette dissolution se combinent avec l'indigo; ils sont verts en sortant de la liqueur, mais ils deviennent bleus en absorbant l'oxygène, quand on les expose à l'air.

L'indigo est l'une des substances tinctoriales qui ont le plus de valeur et dont l'usage est le plus étendu.

10. *Matières colorantes.* Il y a beaucoup de principes colorans trouvés dans différentes productions végétales, dont les propriétés sont plus ou moins marquées que celles de l'indigo, et dont la séparation est beaucoup plus difficile. Les matières colorantes du carthame et de la garance sont les plus fixes parmi les couleurs rouges végétales. Un grand nombre de substances végétales sont rendues rouges par l'action des acides, et vertes par celle des alcalis. Elles semblent toutes composées de diverses proportions d'hydrogène, oxygène et carbone; mais elles sont si sujettes à changer, que peu d'expériences spéciales ont été faites sur leur nature. Dans la teinture on les applique ordinairement sur les draps apprêtés pour les recevoir, par la combinaison de

(1) Par une température soigneusement réglée, l'indigo peut se sublimer sans décomposition, et s'obtenir cristallisé à l'état de pureté.

certaines préparations salines ou métalliques qu'on appelle mordans; c'est en conséquence de la triple union formée entre le drap, le mordant et la matière colorante, que la teinte est modifiée ou changée et rendue plus permanente.

11. *Principe amer*. Il est très répandu dans le règne végétal; on le trouve abondamment dans le houblon (*humulus lupulus*), dans le genêt commun (*spartium scoparium*), dans la camomille (*anthemis nobilis*), et dans la *quassia amara et excelsa*. On l'obtient de ces substances par l'action de l'eau ou de l'alcool, et l'évaporation. Il est ordinairement de couleur jaune pâle, et sa saveur est d'une amertume intense. Il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool; il n'a que peu ou point d'action sur les dissolutions alcalines, acides, salines ou métalliques.

Une substance artificielle, semblable au principe amer, a été obtenue en faisant digérer de l'acide nitrique étendu sur de la soie, de l'indigo et du bois de saule blanc. Cette substance a la propriété de teindre le drap en une couleur *jaune brillant*; elle diffère du principe naturel amer dans sa force de combinaison avec les alcalis; unie aux alcalis fixes, elle constitue des corps cristallisés qui ont la propriété de détoner par la chaleur ou par la percussion.

Le principe naturel amer est d'une grande importance dans l'art du brasseur; il arrête la fermentation et conserve les liqueurs fermentées; on l'emploie aussi en médecine.

Le principe amer, comme le principe narcotique, paraît se composer principalement de carbone, hydrogène et oxygène, avec un peu d'azote.

12. *Cire*. On la trouve dans un grand nombre de végétaux; on l'obtient en grande abondance du bois de l'arbre à cire (*myrica cerifera*) (1); on peut encore se la procurer des feuilles de plusieurs arbres. Elle est blanche, dans son état de pureté, et d'une pesanteur spécifique de 0,9662; elle bout à 155° Fahrenheit (68°,35 centigrades). Elle se dissout dans l'alcool bouillant; mais à froid l'alcool ne la dissout pas. Ses propriétés comme combustible pour l'éclairage sont bien connues.

(1) On l'obtient aussi des baies du cinnamome (*laurus cinnamomum*). Les produits de cet arbre sont remarquables. Son bois est sans couleur, insipide et inodore; son écorce contient l'huile qui porte son nom; ses feuilles une huile semblable à celle du girofle; ses baies de la cire et ses racines du camphre.

La cire du règne végétal semble être précisément de la même nature que celle des abeilles (1).

Il paraît, d'après les expériences de MM. Gay-Lussac et Thénard, que 100 parties de cire d'abeille se composent de :

Carbone.....	1,784
Oxigène.....	5,554
Hydrogène.....	18,672
ou autrement :	
Carbone.....	81,784
Oxigène et hydrogène en proportion convenable pour faire de l'eau.....	8,300
Hydrogène.....	11,916

ce qui se rapporte presque à 57 proportions d'hydrogène, 21 de charbon et 1 d'oxigène.

15. *Résine.* C'est un produit très commun du règne végétal. Une des espèces le plus en usage est celle des différentes sortes de sapin. Quand on enlève, au printemps, une portion de l'écorce d'un sapin, il en exsude une matière que l'on appelle térébenthine; en chauffant doucement cette térébenthine, il s'en élève une huile volatile, et il reste pour résidu une substance plus fixe, c'est la résine.

La résine du sapin est désignée sous le nom général de résine ou colophane; ses propriétés sont bien connues. Sa pesanteur spécifique est 1,072. Elle fond facilement, brûle avec une lumière jaune en donnant beaucoup de fumée (1). La résine est insoluble dans l'eau, soit à froid, soit à chaud, mais elle est très soluble dans l'alcool. Quand une dissolution de résine dans l'alcool est mêlée avec de l'eau, la solution devient laiteuse; la résine est déposée par l'attraction plus forte de l'eau par l'alcool.

On obtient des résines de plusieurs autres espèces d'arbres; le mastic du *pistacia lentiscus*, l'élémi de l'*amyris elemifera*, le copal du *rhus copallinum*, le sandarac du genévrier commun. Le copal est la plus remarquable de ces résines. C'est celle qui se dissout le plus difficilement dans l'alcool; pour opérer la dissolution, il faut y employer soit la vapeur d'alcool, soit l'addition d'un peu de camphre à

(1) Suivant une analyse récente faite par Oppermann, la cire végétale et la cire d'abeilles diffèrent dans la proportion de leurs élémens constitutifs.

(2) Le gaz de résine est l'un des meilleurs pour l'éclairage.

l'alcool liquide. Suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, 100 parties de résine ordinaire se composent de :

Carbone.....	75,944
Oxigène.....	13,537
Hydrogène.....	10,719

ou bien de :

Carbone.....	75,944
Oxigène et hydrogène en proportion convenable pour former de l'eau.....	15,156
Hydrogène en excès.....	8,900

Suivant ces mêmes chimistes, 100 parties de résine copal se composent de :

Carbone.....	76,811
Oxigène.....	10,606
Hydrogène.....	12,583

ou bien :

Carbone.....	76,11
Eau ou ses élémens constituans.....	12,052
Hydrogène.....	11,137

D'après ces résultats, si la résine est un composé défini, on peut le regarder comme celui de 8 proportions de carbone, 12 d'hydrogène et 1 d'oxigène.

On se sert des résines à différens usages. Le goudron et la poix se composent principalement de résine dans un état de partielle décomposition. Le goudron s'obtient par la combustion lente du sapin, et la poix par l'évaporation des portions les plus volatiles du goudron. Les résines sont employées comme vernis ; à cet effet, on les dissout dans l'alcool ou dans les huiles. Le copal forme l'un des plus beaux vernis. On le fait par son ébullition, après l'avoir réduit en poudre, avec de l'huile de romarin à laquelle on ajoute de l'alcool, quand la dissolution a eu lieu.

14. *Camphre*. On l'obtient par la distillation du bois du camphier (*laurus camphora*), qui croît au Japon. C'est un corps très volatil et qu'il faut purifier par la distillation. Le camphre est blanc, fragile, semi-transparent, ayant une odeur particulière et un goût très âcre. Il est très peu soluble dans l'eau, car il faut plus de 10000 parties d'eau pour en dissoudre une de camphre. Il est très soluble dans l'alcool, et par l'addition d'eau en petites quantités à la fois dans une dissolution alcoolique de camphre, le camphre s'en sépare sous forme de cristaux. Il est soluble dans l'acide nitrique, et s'en sépare par affusion d'eau.

Le camphre est très inflammable; il brûle avec une flamme brillante en laissant une grande quantité de matière carbonacée pour résidu. Sa combustion produit de l'eau, de l'acide carbonique et un acide particulier, l'*acide camphorique*. On n'a pas d'analyse très exacte du camphre, mais il se rapproche des résines pour sa composition et se compose de carbone, hydrogène et oxygène.

Le camphre existe dans d'autres plantes que le *laurus camphora*. On l'obtient d'une espèce de laurier qui croît à Sumatra, Bornéo et autres îles des Indes orientales. On l'a obtenu du thym (*thimus serpillum*), de la marjolaine (*origanum majorana*), du gingembrier (*amomum zingiber*), de la sauge (*salvia officinalis*). Plusieurs huiles volatiles donnent du camphre par leur simple exposition à l'air. Une substance artificielle, très semblable au camphre, a été formée par M. Kind, en saturant de l'huile de térébenthine avec du gaz acide muriatique (substance gazeuse que l'on retire du sel ordinaire par l'action de l'acide sulfurique). Le camphre que l'on obtient ainsi, dans des expériences bien conduites, s'élève à moitié de l'huile de térébenthine employée. Il ressemble au camphre ordinaire dans la plupart de ses propriétés physiques; mais il en diffère dans ses qualités chimiques et dans sa composition. Il n'est pas soluble, sans décomposition, dans l'acide nitrique. Il paraît, d'après les expériences de Gehlen, qu'il se compose des élémens de l'huile de térébenthine, carbone, hydrogène et oxygène, unis aux élémens du gaz hydrochlorique, chlore et hydrogène.

Par l'analogie du camphre artificiel et du camphre naturel, il ne semble pas improbable que le camphre naturel soit un composé végétal secondaire, consistant en acide camphorique et huile volatile. Le camphre s'emploie en médecine et n'a pas d'autre usage (1).

15. *Huile fixe*. Cette huile s'obtient par expression des grains et des fruits; l'olive, l'amandé, la graine de lin et de navette, donnent les huiles fixes végétales les plus ordinaires. Les propriétés des huiles fixes sont bien connues. Leur pesanteur spécifique est moindre que celle de l'eau;

(1) D'après les recherches de M. Dumas, le camphre semblerait être un oxyde de camphène, qui lui-même serait un composé de carbone et d'hydrogène.

celle de l'huile d'olive et de navette est 0,915; celle de l'huile d'amande et de lin est 0,952; celle de palmier 0,968; celle de noix et de faine, 0,925. Plusieurs huiles fixes se congèlent à une température plus basse que celle de la congélation de l'eau. Toutes demandent pour leur évaporation une température plus élevée que celle de l'ébullition de l'eau (1). Les produits de la combustion de l'huile sont de l'eau et du gaz acide carbonique.

Il paraît, d'après les expériences de MM. Gay-Lussac et Thénard, que 100 parties d'huile d'olive se composent de :

Carbone.....	77,215
Oxigène.....	9,427
Hydrogène.....	13,560

Cette évaluation se rapproche de 11 proportions de carbone, 20 d'hydrogène et 1 d'oxigène.

Voici la liste des huiles fixes et des plantes qui les produisent :

L'huile d'olive provient de l'olivier (*olea europea*).

— de lin	— lin ordinaire (<i>linum usitatissimum et perenne</i>).
— noisette	— noisetier (<i>corylus avellana</i>).
— noix	— noyer (<i>juglans regia</i>).
— chenevis	— chanvre (<i>cannabis sativa</i>).
— amande	— amandier (<i>amygdalus communis</i>).
— faines	— hêtre (<i>fagus sylvatica</i>).
— navettes	— navet (<i>brassica napus et campestris</i>).
— pavot	— pavot (<i>papaver somniferum</i>).
— sésame	— sésame (<i>sesamum orientale</i>).
— concombre	— citrouille (<i>cucurbita pepo et melopepo</i>).
— moutarde	— moutarde (<i>sinapis nigra et arvensis</i>).
— tournesol	— tournesol (<i>helianthus annuus et perennis</i>).
— castor	— palmachristi (<i>ricinus communis</i>).
— tabac	— tabac (<i>nicotiana tabacum et rustica</i>).
— prunes	— prunier (<i>prunus domestica</i>).

(1) Il paraît, d'après les recherches de MM. Chevreul et Lecanu, que les huiles fixes se composent de deux principes, un principe fluide, l'oléine, et un principe solide, la margarine, dont les proportions varient. J. D.

L'huile de raisin provient de la vigne (*vitis vinifera*).

— cacao — cacaotier (*theobroma cacao*).

— laurier — laurier (*laurus nobilis*).

Les huiles fixes sont des substances très nutritives et d'une grande importance dans leurs applications aux besoins de la vie. Les huiles fixes en combinaison avec la soude, forment les meilleures espèces de savon dur. Les huiles fixes s'emploient beaucoup dans les arts mécaniques et pour la préparation des couleurs et vernis.

16. *Huiles volatiles* ou *essentielles*. Elles diffèrent des huiles fixes en ce qu'elles sont susceptibles d'évaporation par un bien moindre degré de chaleur, de dissolution dans l'alcool, et qu'elles sont un peu solubles dans l'eau.

Il y a un grand nombre d'huiles volatiles que l'on distingue par leur odeur, leur saveur, leur pesanteur spécifique et autres qualités physiques. Une odeur forte et particulière peut au reste être considérée comme le caractère le plus marqué de chaque espèce. Les huiles volatiles s'enflamment avec plus de facilité que les huiles fixes, et donnent, par leur combustion, diverses proportions des mêmes substances, eau, acide carbonique et carbone.

Voici les pesanteurs spécifiques de différentes huiles volatiles, déterminées par le docteur Lewis.

Huile de sassafras	1,094
— cinnamome	1,035
— girofle	1,094
— fenouil	0,597
— anis	0,994
— pouliot	0,978
— cumin	0,975
— menthe	0,975
— muscade	0,948
— tanaïsie	0,946
— carvi	0,940
— origanum	0,940
— lavande	0,936
— romarin	0,934
— genièvre	0,911
— orange	0,888
— térébenthine	0,792

Les odeurs particulières des plantes semblent, dans presque tous les cas, dépendre des huiles volatiles particulières qu'elles contiennent. Toutes les eaux parfumées par la dis-

tillation doivent leurs propriétés à des huiles volatiles qu'elles tiennent en dissolution. En recueillant les huiles aromatiques, on donne pour ainsi dire du corps au parfum des fleurs, que l'eau peut conserver ainsi permanent.

On ne peut pas douter que les huiles volatiles ne se composent de carbone, d'hydrogène et d'oxygène; mais on n'a pas encore d'expériences exactes sur les proportions suivant lesquelles ces élémens y sont combinés.

On ne s'est jamais servi des huiles volatiles comme substances alimentaires; plusieurs sont employées dans les arts, dans les fabriques de couleurs et vernis; mais leur usage le plus étendu est celui de la parfumerie.

17. *Fibres ligneuses.* On l'obtient du bois, de l'écorce, des feuilles ou des fleurs des arbres, en les soumettant à l'action répétée de l'eau bouillante et de l'alcool bouillant. C'est la matière insoluble qui reste alors et qui forme la base des parties solides et organisées des plantes. Il y a autant de variétés de fibre ligneuse qu'il y a de variétés de plantes et d'organes de plantes; mais elles se distinguent toutes par leur texture fibreuse et leur insolubilité.

La fibre ligneuse brûle avec une flamme jaune, en produisant de l'eau et de l'acide carbonique. Quand on la distille à vaisseaux clos, elle donne un résidu considérable de charbon. C'est la fibre ligneuse qui donne le charbon que l'on emploie aux besoins ordinaires de la vie.

Voici la table des différentes quantités de charbon qu'ont produit différens bois, dans les expériences de M. Mushet:

100 parties de bois de vigne ont donné en charbon		26,8
—	acajou	— 25,4
—	laburnum	— 24,5
—	châtaignier	— 23,2
—	chêne	— 22,6
—	hêtre noir d'Amérique	— 21,4
—	noyer	— 20,6
—	houx	— 19,9
—	hêtre	— 19,9
—	érable d'Amérique	— 19,9
—	orme	— 19,5
—	sapin de Norwège	— 19,2
—	saule	— 18,4
—	frêne	— 17,9
—	bouleau	— 17,4
—	pin d'Écosse	— 16,4

MM. Gay-Lussac et Thénard ont conclu de leurs expériences sur les bois de chêne et de hêtre, que 100 parties de bois de chêne se composent de :

Carbone.....	52,55
Oxigène.....	41,78
Hydrogène.....	5,69

et 100 parties de bois de hêtre, de :

Carbone.....	51,45
Oxigène.....	42,73
Hydrogène.....	5,82

En supposant que la fibre ligneuse soit un composé défini, ces évaluations portent à conclure qu'elle se compose de 5 proportions de carbone, 3 d'oxigène et 6 d'hydrogène, ou bien 57 carbone, 45 oxigène et 6 hydrogène.

Il est inutile de parler des usages de la fibre ligneuse ; on connaît suffisamment ceux du bois, du coton, du fil, des écorces. La fibre ligneuse paraît être une substance qui ne se digère pas (1).

18. Les acides trouvés dans le règne végétal sont nombreux ; les véritables acides qui existent tout formés dans les sucs ou dans les organes des plantes, sont les acides *oxalique*, *citrique*, *tartrique*, *benzoïque*, *acétique*, *méconique*, *malique*, *gallique* et *prussique* (hydrocyanique).

Tous ces acides, à l'exception de trois, sont des corps blancs cristallisés ; ces trois acides, acétique, malique et prussique, n'ont été obtenus qu'à l'état fluide. Tous sont plus ou moins solubles dans l'eau ; tous ont un goût sur, à l'exception de l'acide gallique, dont le goût est astringent, et de l'acide prussique, qui a le goût des amandes amères. L'acide méconique se trouve dans l'opium.

L'acide oxalique existe, non combiné, dans la liqueur exsudant du pois chiche (*cicer arietinum*), et peut s'obtenir des tiges de l'oseille (*oxalis acetosella*) oseille commune, d'autres espèces de rumex et du *geranium acidum*. L'acide oxalique se découvre aisément et se distingue des autres

(1) Par trituration, fermentation et chaleur d'un four, la fibre ligneuse peut se convertir en une espèce de pain ; par l'action de l'acide sulfurique concentré, elle se change en une espèce de gomme, et cette gomme, en bouillant peut se transformer en sucre ; et comme il n'est pas impossible que de semblables transformations puissent avoir lieu dans les voies digestives des animaux : la fibre ligneuse n'est peut-être pas tout-à-fait sans se digérer.

acides par sa propriété de décomposer tous lessels calcaires, de former avec la chaux un sel insoluble dans l'eau, et de cristalliser en prismes à quatre pans.

L'acide citrique est cet acide particulier que l'on trouve dans le jus des citrons et des oranges. On l'obtient également des baies de canneberge, de myrtille et d'églantier.

L'acide citrique se distingue par sa propriété de former avec la chaux un sel insoluble dans l'eau, mais décomposable par les acides minéraux.

L'acide tartrique peut s'obtenir du jus des marcs et des raisins, et de la pulpe des tamaris. Il est caractérisé par sa propriété de former un sel difficilement soluble avec la potasse, et un sel insoluble décomposable par les acides minéraux avec la chaux.

On peut se procurer l'acide benzoïque par la distillation de diverses substances résineuses, du benjoin, du storax et du baume de tolu. Il se distingue des autres acides par son odeur aromatique et par son extrême volatilité.

L'acide malique peut s'obtenir du jus des pommes, de l'épine-vinette, des prunes, des baies de sureau, des groseilles, des fraises et des framboises. Il forme un sel soluble avec la chaux, et ce réactif suffit pour le distinguer des acides dont nous venons de parler.

L'acide acétique ou le vinaigre peut s'extraire de la sève de différens arbres. Il se distingue de l'acide malique par son odeur particulière, et de tous les acides végétaux en formant des sels solubles avec les alcalis et les terres.

L'acide gallique peut s'obtenir en chauffant doucement et graduellement des noix de galle pulvérisées, et recevant la matière volatile dans un vase froid. Il se manifeste un grand nombre de cristaux blancs qui se distinguent par leur propriété de rendre d'un pourpre foncé les dissolutions de fer.

L'acide prussique végétal est donné par la distillation des feuilles de laurier ou des noyaux de pêches, de cerises et d'amandes amères. Il est caractérisé par sa propriété de former un précipité bleu verdâtre quand on y ajoute un peu d'alcali et qu'on le verse dans des dissolutions contenant du fer. Il est très analogue, dans ses propriétés, avec l'acide prussique obtenu des substances animales, ou bien en faisant passer de l'ammoniaque sur du charbon à une haute température; mais ce dernier produit forme avec l'oxide

rouge de fer la brillante couleur bleu foncé que l'on nomme bleu de Prusse.

On a trouvé quelques autres acides végétaux dans les produits des plantes; l'acide moroxilique dans une exsudation saline du mûrier blanc, et l'acide kinique dans un sel donné par l'écorce du kinkina, mais ces deux corps n'ont encore été découverts dans aucun autre cas. L'acide igasurique a reçu ce nom de ceux qui l'ont découvert, MM. Pelletier et Caventon; les acides bolétique, nancéique, fongique et ellagique ont été décrits par M. Braconnot; mais leurs propriétés offrent trop peu d'intérêt à l'agriculture pour que nous les donnions ici. On a trouvé l'acide phosphorique à l'état libre, dans l'oignon; les acides phosphorique, sulfurique, muriatique (*hydrochlorique*) et nitrique existent dans plusieurs composés salins du règne végétal, mais on ne peut cependant les considérer comme des produits végétaux. D'autres acides se forment pendant la combustion des composés végétaux, ou par l'action de l'acide nitrique sur ces composés; ce sont les acides camphorique, mucique, sacclactique et subérique; le premier s'extrait du camphre, le second de la gomme ou du mucilage, et le troisième du liège, par l'action de l'acide nitrique.

Il paraît, d'après les expériences faites sur les acides végétaux, que tous, à l'exception de l'acide prussique, sont composés de diverses proportions de carbone, hydrogène et oxygène, l'acide prussique renfermant de l'azote et peu d'oxygène, tandis que l'acide gallique est celui qui a le plus de carbone.

Les évaluations suivantes de la composition de quelques acides végétaux, ont été faites par MM. Gay-Lussac et Thénard :

100 parties d'acide oxalique contiennent :

Carbone.....	26,566
Hydrogène.....	2,745
Oxygène.....	70,689

100 parties d'acide tartrique contiennent :

Carbone.....	24,050
Hydrogène.....	6,629
Oxygène.....	69,521

100 parties d'acide citrique:

Carbone.....	33,811
Hydrogène.....	6,330

Oxigène.....	59,859
100 parties d'acide acétique :	
Carbone.....	50,224
Hydrogène.....	5,629
Oxigène.....	44,147
100 parties d'acide mucique ou sacclactique :	
Carbone.....	33,69
Hydrogène.....	3,62
Oxigène.....	62,69

Ces évaluations s'accordent presque avec les proportions définies suivantes : dans l'acide oxalique 7 proportions de carbone, 8 d'hydrogène et 15 d'oxigène; dans l'acide tartrique, 8 carbone, 28 hydrogène et 18 oxigène; dans l'acide citrique, 3 carbone, 6 hydrogène, 4 oxigène; dans l'acide acétique, 18 carbone, 22 hydrogène, 12 oxigène; dans l'acide mucique, 6 carbone, 7 hydrogène, 8 oxigène.

Les applications de ces divers acides sont bien connues, et les usages que l'on fait des acides acétique et citrique sont très étendus. Le goût agréable et la salubrité de diverses substances végétales employées comme alimens, dépendent surtout de l'acide végétal qu'elles contiennent.

19. On ne sait pas si l'ammoniaque ou l'alcali volatil existe tout formé dans les plantes, mais il se dégage de plusieurs d'elles par l'action de la chaux ou de l'alcali fixe, à l'aide d'une douce chaleur; on peut croire d'ailleurs qu'il se forme pendant cette opération par la combinaison de l'azote et du carbone. Les recherches ingénieuses de M. Serturner, suivies de celles d'autres chimistes, nous ont fait connaître les propriétés alcalines de plusieurs composés végétaux que l'on ne soupçonnait pas appartenir à cette classe de corps; telles sont la morphine, la strychnine, la brucine, la picrotoxine, la delphine (1).

Ces composés, que l'on a trouvés dans l'opium, nux vomica, brucea antidysenterica, cocculus indicus, et delphinium staphisagria, ressemblent aux alcalis quant à leurs effets sur les couleurs végétales, et se combinent avec les acides en formant des composés particuliers neutres salins, ils forment le principe narcotique ou vénéneux des plantes dans lesquelles on les trouve, et probablement on en dé-

(1) On en a découvert plusieurs autres depuis, la codéine, la narcéine, l'ariéine, etc., etc.; mais toute cette classe de composés a les mêmes élémens qui sont, carbone, hydrogène, azote et oxigène.

couvrira plusieurs autres. Ils n'ont pas grand intérêt pour l'agriculteur, excepté sous ce point de vue, *qu'il est possible que plusieurs substances végétales nuisibles soient rendues utiles comme nourriture du bétail*, en leur enlevant les principes nuisibles à l'aide des acides, et c'est un sujet bien digne d'une recherche expérimentale.

L'alcali fixe peut s'obtenir en dissolution aqueuse, de la plupart des plantes, en les brûlant et traitant les cendres par la chaux vive et l'eau. L'alcali végétal, ou potasse, est l'alcali le plus ordinaire du règne végétal. Cette substance, dans son état de pureté, est blanche et demi-transparente; elle exige une forte chaleur pour sa fusion, et possède une saveur fortement caustique. Dans la matière que les chimistes appellent potasse pure, l'alcali fixe est à l'état de combinaison avec l'eau; dans la perlasse ou potasse du commerce, l'alcali est combiné avec une petite quantité d'acide carbonique. La potasse non combinée avec d'autres substances et telle que nous l'avons décrite page 53, se compose d'une proportion de potassium, métal très inflammable, et d'une proportion d'oxygène.

La soude ou alcali minéral, se trouve dans quelques plantes croissant dans le voisinage de la mer; on l'obtient combiné avec l'eau, ou l'acide carbonique, de la même manière que la potasse; elle se compose, comme nous l'avons dit page 53, d'une proportion de sodium et de deux proportions d'oxygène. Elle ressemble beaucoup à la potasse dans ses propriétés, mais elle s'en distingue facilement en ce qu'elle forme un savon dur avec l'huile, tandis que la potasse ne peut former qu'un savon mou.

La perlasse, la barille et le kelp, ou soude impure que l'on obtient des cendres des plantes marines, ont beaucoup d'importance dans le commerce, surtout pour leurs usages dans les fabriques de verre et de savon. Le verre est composé d'alcali fixe, de sable siliceux et de certaines substances métalliques.

Pour savoir si un végétal contient de l'alcali, il faut le brûler et en laver les cendres avec une petite quantité d'eau. Si l'eau, après avoir été exposée à l'air pendant quelque tems, rougit le papier de curcuma ou rend vertes les couleurs bleues végétales, c'est qu'elle contient de l'alcali.

Pour s'assurer des quantités relatives de potasse fournies par diverses plantes, il en faut brûler des poids égaux: on lave les cendres dans deux fois leur volume d'eau; on filtre

les eaux de lavage et on évapore ensuite jusqu'à siccité. Les poids relatifs du résidu salin obtenu indiquent presque les quantités d'alcali.

La valeur des plantes marines pour la production de la soude peut s'estimer de la même manière avec une exactitude suffisante pour les besoins du commerce.

Les herbes en général fournissent quatre ou cinq fois plus de potasse que les arbres, et les arbrisseaux seulement deux ou trois fois plus. Les feuilles en produisent plus que les branches, et les branches plus que le tronc. Les végétaux brûlés verts produisent beaucoup plus de cendres que quand on les brûle après avoir séché.

Le tableau suivant établi d'après les expériences de Kirwan, Vauquelin et Pertuis, présente les quantités de potasse produites par quelques plantes et arbres ordinaires,

10000 parties de chêne donnent en potasse	15
— orme	39
— hêtre	12
— vigne	55
— peuplier	7
— chardon	55
— fougère	62
— chardon des vaches	196
— absinthe	750
— vesces	275
— fèves	200
— fumeterre	760

Les terres trouvées dans les plantes sont au nombre de quatre : silice ou terre des cailloux, alumine ou argile pure, chaux et magnésie. On les obtient par l'incinération. La chaux est ordinairement combinée avec l'acide carbonique. Cette substance et la silice sont beaucoup plus communes dans le règne végétal que la magnésie, et la magnésie est plus commune que l'alumine. Les terres forment une grande partie de la matière insoluble dans l'eau, fournie par les cendres des plantes. On reconnaît la silice à ce qu'elle ne se dissout pas dans les acides ; les terres calcaires, à moins que les cendres n'aient été calcinées par un feu très intense, se dissolvent avec effervescence dans l'acide muriatique, la magnésie forme un sel soluble et incristallisable ; la chaux un sel difficilement soluble avec l'acide sulfurique. L'alumine se distingue des autres terres en ce qu'elle ne subit que très lentement l'action des acides ; qu'elle forme

des sels très solubles dans l'eau, et qui ne cristallisent que difficilement.

Les terres paraissent être composées des métaux que nous avons mentionnés page 33, et d'oxygène, en proportions égales, une de métal et une d'oxygène.

Les terres fournies par les plantes ne sont pas appliquées aux usages ordinaires de la vie; et il est peu de cas où la connaissance de leur nature puisse être de quelque importance ou de quelque intérêt pour l'agriculteur.

Les seuls *oxides métalliques* que l'on trouve dans les plantes, sont ceux de fer et de manganèse; ils se rencontrent dans les cendres des plantes et en faible quantité. Quand les cendres sont d'un brun rougeâtre, elles sont abondantes en oxide de fer; quand elles sont noires ou pourpres, elles sont riches en oxide de manganèse; quand elles sont variées de ces nuances, elles contiennent ces deux oxides.

Les composés salins contenus dans les plantes, ou produits par leur incinération, sont très variables. L'acide sulfurique combiné avec la potasse, ou sulfate de potasse est l'un des plus ordinaires. Le sel commun se trouve souvent aussi dans les cendres des plantes; on y trouve encore le phosphate de chaux, qui est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide muriatique (hydrochlorique). Des composés des acides nitrique, muriatique, sulfurique et phosphorique, avec les alcalis et les terres, existent dans la sève de plusieurs plantes, ou sont fournis par leur évaporation et leur incinération. Les sels de potasse se distinguent de ceux de soude par leur propriété de produire un précipité dans les dissolutions de platine; les sels de chaux sont caractérisés par le précipité nuageux qu'ils occasionent dans les dissolutions contenant de l'acide oxalique; ceux de magnésie en ce qu'ils forment un précipité nuageux par les dissolutions d'ammoniaque. L'acide sulfurique se découvre dans les sels par le précipité blanc très dense qu'il forme dans les dissolutions de barite; l'acide muriatique se décèle en troublant la dissolution de nitrate d'argent; les sels qui contiennent de l'acide nitrique, produisent des scintillations quand on les projette sur des charbons ardents.

Comme on n'a pas fait d'applications de plusieurs sels neutres ou composés analogues que l'on trouve dans les plantes, à l'état libre, il est inutile de les décrire séparément. Les tables suivantes sont extraites des recherches de M. Th. de Saussure sur la végétation, et contiennent les

résultats obtenus par ce savant. Elles indiquent les quantités de sels solubles, d'oxides métalliques, et de terres fournies par les cendres des différentes plantes :

NOMS DES PLANTES.

1. Feuilles de chêne (<i>quercus robur</i>).....	10 mai.....
2. <i>Idem</i>	27 septembre
3. Bois de jeune chêne.....	10 mai.....
4. Écorce de <i>idem</i>	
5. Bois entier de chêne.....	
6. Aubier de <i>idem</i>	
7. Écorce de <i>idem</i>	
8. Couches corticales de <i>idem</i>	
9. Extrait de bois de chêne de <i>idem</i>	
10. Terreau du bois de <i>idem</i>	
11. Extrait de <i>idem</i>	
12. Feuilles de peuplier (<i>populus nigra</i>)... ..	26 mai.....
13. <i>Idem</i>	
14. Bois de <i>idem</i>	12 septembre
15. Ecorce de <i>idem</i>	
16. Feuilles de noisetier (<i>corylus avellana</i>)..	1 mai.....
17. <i>Idem</i> lavées dans l'eau froide.....	
18. Feuilles de <i>idem</i>	22 juin.....
19. <i>Idem</i>	20 septembre
20. Bois de <i>idem</i>	1 mai.....
21. Écorce de <i>idem</i>	
22. Bois entier de mûrier (<i>morus nigra</i>)..	novembre...
23. Aubier de <i>idem</i>	
24. Écorce de <i>idem</i>	
25. Couches corticales de <i>idem</i>	
26. Bois entier de charme (<i>carpinus betulus</i>)..	novembre
27. Aubier de <i>idem</i>	
28. Écorce de <i>idem</i>	
29. Bois de marronnier d'Inde (<i>asculus hypocastanum</i>)	10 mai
30. Feuilles de <i>idem</i>	10 mai.....
31. Feuilles de <i>idem</i>	23 juillet....
32. <i>Idem</i>	27 septembre
33. Fleurs de <i>idem</i>	10 mai.....
34. Fruits de <i>idem</i>	5 octobre....

COMPOSANS DE 100 PARTIES DE CENDRE.

CENDRES sur 1000 parties de plante		EAU sur 1000 parties de plante verte.	COMPOSANS DE 100 PARTIES DE CENDRE.					
verte.	sèche.		Sels solubles.	Phos- phates terreux.	Carbo- nates ter- reux.	Silice.	Oxides métalliq.	Perte.
13	53	745	47	24	0,12	3	0,64	25,54
24	55	549	17	18,25	23	14,5	1,75	25,
"	4	"	26	28,5	12,25	0,12	1	32,8
"	60	"	7	4,5	63,25	0,25	1,75	22,75
"	2	"	38,6	4,5	32	2	2,25	20,65
"	"	"	32	24	11	7,5	2	23,5
"	60	"	7	3	66	1,5	2	21,5
"	75	"	7	3,75	65	0,5	1	22,75
"	61	"	51	"	"	"	"	"
"	41	"	24	10,5	10	32	14	8,5
"	111	"	66	"	"	"	"	"
23	66	652	36	13	29	5	1,25	15,75
41	93	565	26	7	36	11,5	1,5	18
"	8	26	"	16,75	27	3,3	1,5	24,5
"	72	"	6	5,3	60	4	1,5	23,3
"	61	"	26	23,3	22	2,5	1,5	24,7
"	57	"	8,2	19,5	44,1	4	2	22,2
28	62	6,55	22,7	14	29	11,5	1,5	21,5
31	70	557	11	12	36	22	2	17
"	5	"	24,5	35	8	0,25	0,12	32,2
"	62	"	12,5	5,5	5,4	0,25	1,75	26
"	7	"	21	2,25	56	0,12	0,25	20,38
"	13	"	26	27,25	24	1	0,25	20,5
"	89	"	7	8,5	45	15,27	1,12	23,13
"	88	"	10	16,5	48	0,12	1	24,38
4	6	346	22	23	26	0,12	2,25	26,63
4	7	390	18	36	15	1	1	29
88	134	346	4,5	4,5	59	1,5	0,12	30,38
"	35	"	9,5	"	"	"	"	"
16	72	782	50	"	"	"	"	"
29	84	652	24	"	"	"	"	"
31	86	630	13,5	"	"	"	"	"
9	71	873	50	"	"	"	"	"
12	34	647	82	12	"	0,5	0,25	5,25

35. Plantes de pois (*pisum sativum*) en fleurs
36. Plantes de pois (*pisum sativum*) mûres
37. Plantes de fèves (*vicia faba*) avant fleurs. 25 mai.....
38. *Idem* en fleurs..... 25 juin.....
39. *Idem* mûres..... 25 juillet.....
40. *Idem*, les graines séparées.....
41. Graines de *idem*.....
42. *Idem* en fleurs élevées dans l'eau distillée.....
43. *Solidago vulgaris*, avant floraison.... 1^{er} mai.....
44. *Idem*, en fleurs..... 15 juillet.....
45. *Idem*, graines mûres..... 20 septembre.....
46. Plantes de tournesol (*helianthus annuus*), un mois avant
fleur..... 25 juin.....
47. *Idem*, en fleurs..... 25 juillet.....
48. *Idem*, portant graines mûres..... 20 septembre.....
49. Froment (*triticum sativum*) en fleurs.....
50. *Idem*, grains mûrs.....
51. *Idem*, un mois avant la floraison.....
52. *Idem*, en fleurs..... 14 juin.....
53. *Idem*, grains mûrs.....
54. Paille de froment.....
55. Grains de *idem*.....
56. Son.....
57. Plantes de maïs (*zea mays*) un mois avant floraison,
23 juin.....
58. *Idem* en fleurs,..... 25 juillet.....
59. *Idem* grains mûrs.....
60. Tiges de *idem*.....
61. Épis de *idem*.....
62. Grains de *idem*.....
63. Paille d'orge (*hordeum vulgare*).....
64. Grain de *idem*.....
65. *Idem*.....
66. Avoine.....
67. Feuilles de *rhododendron ferrugineum*, cru sur le Jura,
montagne calcaire,..... 20 juin.....
68. *Idem*, crues sur le Breven, mont. granitique, 27 juin..
69. Branches de *idem*,..... 20 juin.....
70. Épis de *idem*,..... 27 juin.....
71. Feuilles de pin (*pinus abies*) cru sur le Jura, 20 juin..
72. *Idem*, cru sur le Breven, 27 juin.....
73. Branches de pin,..... 20 juin.....
74. Airelle (*vaccinium myrtillus*), cru sur le Jura, 29 août.
75. *Idem*, cru sur le Breven,.....

"	95	"	49,8	17,25	6	2,5	1	24,65
"	81	"	34,25	22	14	11	2,5	17,25
16	150	895	55,5	14,5	3,5	1,5	0,5	24,50
20	122	876	55,5	13,5	4,12	1,5	0,5	24,38
"	66	"	50	17,75	4	1,75	0,5	26
"	115	"	42	5,75	36	1,75	1	12,9
"	33	"	69,38	27,92	"	"	0,5	2,3
"	39	"	60,1	30	"	"	0,5	9,4
"	92	"	67,5	10,75	1,5	1,5	0,75	18,25
"	57	"	59	59	1,5	1,5	0,75	21
"	50	"	48	11	17,25	3,5	1,5	18,75
"	147	"	63	67	11,56	1,5	0,12	16,67
13	157	877	61	6	12,5	1,5	0,12	18,78
23	93	753	5,15	22,5	4	3,75	0,5	17,75
"	"	"	53,25	12,75	0,25	32	0,5	12,25
"	"	"	11	15	0,25	54	1	18,75
"	79	"	60	11,5	0,25	12,5	0,25	15,5
16	54	699	41	10,75	0,25	26	0,5	21,5
"	33	"	10	11,75	0,25	51	0,75	23
"	45	"	22,5	6,2	1	61,5	1	78
"	13	"	47,16	44,5	"	0,5	0,25	7,6
"	52	"	4,16	46,5	"	0,5	0,25	8,6
"	122	"	69	5,75	0,25	7,5	0,25	17,25
"	81	"	69	6	0,25	7,5	0,25	17
"	46	"	"	"	"	"	"	"
"	84	"	72,45	5	1	18	0,5	3,05
"	16	"	"	"	"	"	"	"
"	10	"	62	36	"	1	0,12	0,88
"	42	"	20	7,75	12,5	57	0,5	2,25
"	18	"	29	32,5	"	35,5	0,25	2,8
"	"	"	22	22	"	21	0,12	29,88
"	31	"	1	24	"	60	0,25	14,75
"	30	"	25	14	43,25	0,75	3,25	15,63
"	25	"	21,1	16,75	16,75	2	5,77	31,52
"	8	"	22,5	10	39	0,5	5,4	22,48
"	8	"	24	11,5	29	1	11	24,5
"	29	"	16	12,27	43,5	2,5	1,6	24,13
"	29	"	15	12	29	19	5,5	19,5
"	15	"	15	"	"	"	"	"
"	26	"	17	18	42	0,5	3,12	19,38
"	22	"	24	22	22	5	9,5	17,5

Outre les principes dont nous avons examiné déjà la nature, il en est d'autres, que les chimistes ont décrit comme appartenant au règne végétal : ainsi une substance en quelque sorte analogue à la fibre musculaire des animaux a été découverte par Vauquelin dans la papaye, et une matière semblable à la gélatine a été trouvée par Braconnot dans le champignon; l'ulmine⁽¹⁾, l'émétine, la sarcocole, la nicotine, l'olivile, l'asparagine, l'inuline et autres corps ont été décrits dans les traités de chimie comme des composés spéciaux; mais il est peu de ces corps qui puissent y rester comme combinaisons définies. Leur existence est très limitée, et ce n'est pas ici le lieu de s'étendre sur leurs particularités, notre objet n'étant que de présenter des vues générales sur la constitution des végétaux qui peuvent être à l'usage des agriculteurs. Il est probable d'après le goût de la sarcocole, que ce n'est qu'une gomme combinée avec un peu de sucre. L'inuline est tellement analogue à l'amidon, qu'elle n'en est sans doute qu'une variété; si de légères différences dans les propriétés chimiques et physiques pouvaient être considérées comme suffisantes pour établir une différence parmi les espèces végétales, leur catalogue s'étendrait indéfiniment: il n'est pas deux composés provenant de différens végétaux qui soient précisément les mêmes, et il y a même des différences dans les qualités du même composé, suivant le tems où il a été recueilli et la manière dont on l'a préparé. Le grand service que rend la classification pour une science, c'est d'aider la mémoire, et elle doit être fondée sur la similitude des propriétés qui sont distinctes, caractéristiques, et invariables.

L'analyse d'une substance quelconque contenant des mélanges de différens principes végétaux, peut être faite facilement comme il est nécessaire qu'elle le soit pour répondre aux vues de l'agriculteur. Une quantité donnée de la substance, 200 grammes par exemple, peuvent être pulvérisés, réduits en pâte ou en masse, avec une petite quantité d'eau, et pétris dans les mains ou broyés dans un

(1) L'ulmine, par rapport à la chimie agricole, semblerait être, d'après les recherches de M. Boullay, une substance de quelque importance. Elle est de couleur brune presque noire; à peine soluble dans l'eau, ayant quelques propriétés acides; se combinant promptement avec les alcalis et les terres calcaires avec lesquels elle forme des composés solubles. C'est un ingrédient de la tourbe et du terreau végétal, qu'on peut regarder comme un engrais naturel.

mortier avec de l'eau froide ; si la substance contient beaucoup de gluten , le gluten s'en séparera en masse cohérente. Ensuite, qu'elle ait donné ou non du gluten , on la mettra en contact pendant trois ou quatre heures avec un demi-litre d'eau froide dans laquelle on la pétrira, ou bien on l'agitiera de tems en tems ; on séparera, au moyen d'un filtre en papier , les matières solides de celles qui sont liquides. En chauffant peu à peu ce liquide , s'il apparaît encore quelque précipité floconneux , on le séparera encore au moyen du filtre , comme tout-à-l'heure. Puis on fait évaporer le liquide jusqu'à siccité. La matière ainsi obtenue est soumise au papier réactif humide , teint au choux rouge ou bien au jus violet de radis ; si le papier rougit , c'est l'indice d'un acide contenu dans la substance ; s'il verdit , c'est l'indice d'une matière alcaline ; quant à la nature de l'acide ou de l'alcali , elle est donnée par l'emploi des réactifs indiqués pages 69 à 73. Si la matière solide est douce au goût , on peut supposer qu'elle contient du sucre ; si elle est amère , ce sera du principe amer ou de l'extractif ; si elle est astringente , ce sera du tannin ; enfin si elle se trouve presque insipide , ce sera principalement de la gomme ou du mucilage. Pour séparer la gomme ou le mucilage des autres principes , on fera bouillir de l'alcool sur la matière solide ; l'alcool bouillant , dissolvant le sucre et l'extractif , laissera le mucilage dont on pourra déterminer le poids.

Pour séparer le sucre de l'extractif , on évapore jusqu'à ce qu'il se dépose des cristaux qui sont ceux du sucre ; mais ils sont en général colorés par un peu d'extractif , et ne peuvent se purifier que par des dissolutions répétées dans l'alcool. L'extractif peut se séparer du sucre , en dissolvant le solide obtenu par évaporation de l'alcool , dans une petite quantité d'eau que l'on fait bouillir long-tems en contact avec l'air. L'extractif se dépose graduellement sous forme de poudre insoluble , et le sucre reste dans la dissolution.

S'il existe du tannin dans la première dissolution faite avec l'eau froide , sa séparation s'effectue aisément par le procédé décrit page 57. La solution de colle de poisson peut s'ajouter , mais graduellement , pour empêcher l'existence d'un excès de gelée animale que l'on pourrait prendre pour du mucilage dans la solution.

Quand la substance végétale soumise à l'expérience , ne cède plus rien à l'eau froide , on la traite par l'eau bouil-

lante. S'il y a de l'amidon, elle s'en empare ainsi que du sucre, de l'extractif et du tannin, pourvu qu'ils soient intimement combinés avec les autres élémens du composé.

Le mode de séparation de l'amidon, est semblable à celui de l'isolement du mucilage.

S'il existe encore quelque chose à dissoudre qui ait résisté à l'action de l'eau bouillante, on essaie l'alcool bouillant, qui dissout la matière résineuse, dont on détermine la quantité en évaporant l'alcool.

Le dernier réactif à employer est l'éther qui décele la présence de la gomme élastique, en la dissolvant; mais on en a rarement besoin, la présence de la gomme élastique, se révélant d'ailleurs par ses propriétés caractéristiques.

S'il existe dans la substance végétale, des huiles fixes ou de la cire, elles s'en trouvent séparées par l'emploi de l'eau bouillante et on peut les recueillir par distillation.

Pour déterminer, dans la substance végétale, la quantité de matière saline fixe, alcaline, métallique, ou terreuse, il faut la traiter par le feu, dans un creuset, à une chaleur rouge long-tems continuée; si c'est une matière volatile, il faut la faire passer dans un tube de porcelaine rouge de feu. On s'assure de la matière ainsi produite, par l'emploi des réactifs mentionnés au chapitre 4.

Les seules analyses dont le chimiste agricole ait souvent besoin, sont celles des substances contenant principalement de l'amidon, du sucre, du gluten, des huiles, du mucilage, de l'albumine et du tannin.

Les deux exemples suivans donneront une idée de la manière dont les résultats des expériences peuvent être présentés.

Le premier est celui de la composition des pois murs, d'après les expériences de Einhoff; le second est celui des produits de l'écorce du chêne, d'après mes propres expériences.

5840 parties de pois murs donnent :

Amidon.....	1265
Matière fibreuse analogue à l'amidon, avec les écorces des pois.....	840
Substance analogue au gluten.....	550
Mucilage.....	249
Matière saccharine.....	81
Albumine.....	66
Matière volatile.....	540

Phosphates terreux.....	11
Perte.....	229
1000 parties d'écorce sèche de chêne, provenant d'un petit arbre privé d'épiderme, donnent :	
Fibre ligneuse.....	876
Tannin.....	57
Extractif.....	31
Mucilage.....	18
Matière devenue insoluble pendant l'éva- poration et probablement mélangée d'al- bumine et d'extractif.....	9
Perte, en partie matière saline.....	29

Pour déterminer les élémens premiers des différens principes végétaux, et les proportions suivant lesquelles ils sont combinés, on a employé diverses méthodes d'analyse. La plus simple est la décomposition par la chaleur, ou leur transformation en nouveaux produits par la combustion.

Quand un principe végétal est soumis à l'action d'une forte chaleur rouge, les élémens se disposent en un nouvel arrangement. Ceux qui sont volatiles, par exemple, sont classés sous forme gazeuse, et peuvent être condensés en fluide, ou conserver leur élasticité permanente. Les résidus fixes sont des matières carbonacées, terreuses, salines, alcalines ou métalliques.

Pour faire des expériences exactes sur la décomposition des substances végétales par la chaleur, il faut des appareils compliqués, beaucoup de tems, de travail, et toutes les ressources de la chimie; mais il est aisé d'obtenir les résultats qui sont les seuls utiles à l'agriculteur. Il suffit pour cela d'une cornue de verre avec alonge et récipient bien lutés, d'où sort un tube plongeant dans un vase d'une capacité connue et rempli d'eau (fig. 14). Un poids donné de la substance à analyser est chauffé jusqu'au rouge dans la cornue placée sur un feu de charbon; le récipient est maintenu froid, et l'opération se continue aussi long-tems qu'il se dégage des gaz. Les fluides condensables se rassemblent dans le récipient, et le résidu fixe reste au fond de la cornue. Les produits fluides de la distillation des substances végétales sont principalement de l'eau, avec les acides acétique et mucique, de l'huile empyreumatique ou goudron, et de l'ammoniaque dans certains cas. Les produits gazeux sont : l'acide carbonique, l'oxide de carbone et l'hydrogène

carburé, quelquefois du gaz oléfiant et de l'hydrogène; très rarement de l'azote. L'acide carbonique est le seul de ces gaz qui soit rapidement absorbé par l'eau; les autres sont inflammables; le gaz oléfiant brûle avec une flamme blanche brillante; l'hydrogène carburé avec une lumière semblable à celle d'une bougie; l'oxide de carbone avec une faible flamme bleue. Les propriétés de l'hydrogène et de l'azote ont été décrites dans le chapitre précédent. La pesanteur spécifique du gaz acide carbonique, est à celle de l'air comme 20,7 est à 13,7, et il se compose d'une proportion de carbone 11,4, avec deux d'oxigène 30. La pesanteur spécifique du gaz oxide de carbone est, d'après les mêmes bases, 13,2; il se compose d'une proportion de carbone et d'une d'oxigène.

Les pesanteurs spécifiques des gaz hydrogène carburé et oléfiant, sont 8 et 13; tous les deux contiennent quatre proportions d'hydrogène; le premier avec une proportion, le second avec deux proportions de carbone.

Si l'on ajoute le poids du résidu carbonacé à celui des fluides condensés dans le récipient, et qu'on retranche ce total de celui du poids de la substance, le reste sera le poids de la matière gazeuse.

Les acides acétique et mucique, ainsi que l'ammoniacque, formés, sont ordinairement en très petites quantités; si l'on compare les proportions d'eau et de charbon avec la quantité du gaz, en tenant compte de leurs qualités, on pourra se faire une idée de la composition de la substance. Les proportions des élémens du plus grand nombre des substances végétales qui peuvent servir d'alimens, ont été déterminés par les chimistes, et nous les avons données dans le chapitre précédent; l'analyse par distillation peut cependant, dans certains cas, être utile pour estimer la force des engrais, et nous la détaillerons dans un prochain chapitre.

La composition des substances végétales, établie par MM. Gay-Lussac et Thénard, le fut, en exposant la substance à l'action du chlorate de potasse chauffé; c'est une substance formée de potassium, de chlore et d'oxigène, et qui fournit de l'oxigène au carbone et à l'hydrogène. Leurs expériences furent faites avec un appareil spécial, et les soins les mieux entendus dans les plus petits détails. Nous ne les décrirons par conséquent pas ici.

Il est évident, d'après toutes les expériences qui ont été faites, que la plupart des substances végétales les plus es-

essentielle est formée d'hydrogène, de carbone et d'oxygène en diverses proportions, sans aucun autre principe que de l'azote qui s'y trouve par fois combiné. Les acides, les alcalis, les terres, les oxides métalliques et les composés salins, quoique nécessaires à l'économie végétale, peuvent être considérés comme d'une moindre importance, surtout par rapport à l'agriculture, que les autres élémens; il paraît, d'après la table de M. de Saussure et celles d'autres expérimentateurs, que ces substances varient dans les mêmes espèces de végétaux, suivant le sol où ils ont cru.

MM. Gay-Lussac et Thénard ont déduit de leurs expériences, trois propositions qu'ils ont appelées les *lois* des substances végétales.

La première : qu'une substance végétale est toujours acide, quand l'oxygène qu'elle contient est à l'hydrogène, dans une proportion plus grande que dans l'eau.

La seconde : qu'une substance végétale est toujours résineuse, huileuse ou spiritueuse, quand l'oxygène y est en plus petite proportion avec l'hydrogène, que dans l'eau.

La troisième : qu'une substance végétale qui n'est ni acide ni résineuse, est saccharine ou mucilagineuse, analogue à la fibre ligneuse ou à l'amidon, quand l'oxygène y est avec l'hydrogène en même proportion que dans l'eau.

* De nouvelles expériences sur d'autres substances végétales que celles examinées par MM. Gay-Lussac et Thénard, doivent être faites avant que ces intéressantes conclusions puissent être pleinement admises. Leurs recherches, d'ailleurs, établissent une étroite analogie entre divers composés végétaux, différant par leurs qualités physiques; combinées avec celles des autres chimistes, elles offrent des explications simples de divers procédés de la nature et de l'art, dans lesquels diverses substances végétales se convertissent l'une dans l'autre, ou se changent en composés nouveaux.

La gomme et le sucre, en excluant les diverses proportions d'eau qu'ils peuvent contenir, donnent presque les mêmes élémens par l'analyse; et l'amidon n'en diffère que parce qu'il contient un peu plus de charbon. Les propriétés particulières de la gomme et du sucre, doivent dépendre surtout de l'arrangement différent, ou du degré de condensation de leurs élémens; et il était naturel de croire, d'après la composition de ces corps aussi bien que d'après

celle de l'amidon, que tous les trois pouvaient aisément se convertir l'un dans l'autre; et c'est ce qui arrive en effet.

Au moment de la maturité du blé, la matière saccharine dans le grain et celle amenée par la sève, à l'aide des vaisseaux, se coagule simplement sans doute par la perte de son eau, et forme l'amidon. Dans le procédé du malt, le contraire a lieu. L'amidon du grain se convertit en sucre. Comme il y a, dans ce cas, une petite absorption d'oxygène et formation d'acide carbonique, c'est l'amidon qui perd un peu de carbone, se combinant avec l'oxygène pour la formation d'acide carbonique; probablement l'oxygène tend à acidifier le gluten du grain, et change la texture de l'amidon, donnant un nouvel arrangement à ses élémens, et le rendant soluble dans l'eau.

M. Cruikshanks, en exposant du sirop à l'action de la substance qu'on nomme phosphore de chaux, laquelle a une grande tendance à décomposer l'eau, convertit une partie du sucre en une matière analogue au mucilage. M. Kirckhoff a converti récemment l'amidon en sucre par un procédé très simple, celui de le faire bouillir dans l'acide sulfurique étendu (1). Les proportions sont 100 parties d'amidon, 400 parties d'eau et une partie d'acide sulfurique en poids. Le mélange doit bouillir 40 heures, et l'on supplée à l'évaporation par des additions d'eau.

L'acide se neutralise par la chaux, et le sucre cristallise par refroidissement. Cette expérience a été répétée par plusieurs personnes, avec succès. Sir C. Tuthill retira d'un *pound* et demi (680 grammes) d'amidon de pommes de terre, un *pound* et quart (566 grammes) de sucre cristallisé brunnâtre qu'il regarde comme possédant des propriétés intermédiaires entre le sucre de canne et le sucre de raisin.

Il est probable, d'après les expériences de M. Théodore de Saussure, que la conversion de l'amidon en sucre, dans cette expérience, s'effectue simplement par la combinaison avec l'eau; car ses expériences prouvent que l'acide n'est pas décomposé, et qu'aucune vapeur élastique ne se

(1) Quelques espèces de vinaigres, surtout ceux faits avec du sucre, sont converties en une substance insoluble ressemblant à la lignine, un principe de la fibre ligneuse, par leur exposition à l'air. Je l'ai vu plusieurs fois; la nouvelle substance, semblable à la lignine, se forme à la surface du vinaigre, en croûte dense et épaisse, ayant quelquefois l'apparence de la pellicule du sang caillé.

dégage, le sucre formé pesant plus que l'amidon dont il provient. La couleur du sucre est probablement due au dégagement d'un peu de carbone ou à sa nouvelle combinaison, son faible excès constituant seulement la différence que donne l'analyse entre le sucre et l'amidon, indépendamment des différentes quantités d'eau qu'ils peuvent contenir.

M. Bouillon-Lagrange, en torréfiant légèrement l'amidon, l'a rendu soluble dans l'eau froide; sa dissolution évaporée a produit une substance ayant les caractères du mucilage. M. Braconnot, dans des expériences semblables à celles de M. Kirchhoff, a trouvé que l'on peut retirer des matières saccharines et mucilagineuses de la fibre ligneuse. J'ai vu des échantillons de sucre doux provenant de guenilles de lin.

Le gluten et l'albumine diffèrent des autres produits végétaux, surtout parce qu'ils contiennent de l'azote. Quand le gluten est maintenu long-tems dans l'eau, il y a fermentation; l'ammoniaque, qui contient son azote, se dégage avec l'acide acétique; il reste une matière grasse et une substance analogue à la fibre ligneuse.

L'extractif, le tannin et l'acide gallique, quand leurs dissolutions sont long-tems exposées à l'air, déposent une matière semblable à la fibre ligneuse; les substances solides sont rendues analogues à la fibre ligneuse, par une faible torréfaction; et dans ces cas, il est probable qu'une partie de leur oxygène et de leur hydrogène s'en sépare en formant de l'eau.

Tous les autres principes végétaux diffèrent des acides végétaux, en ce qu'ils contiennent plus d'hydrogène et de carbone, ou moins d'oxygène; aussi, plusieurs d'entr'eux sont-ils facilement convertis en acides végétaux par une simple soustraction de quelques proportions d'hydrogène. Les acides végétaux, pour la plupart, se convertissent aisément l'un dans l'autre. L'oxalique est celui qui contient le plus d'oxygène; l'acétique, celui qui en contient le moins; cette dernière substance se forme aisément par la distillation d'autres substances végétales, ou par l'action de l'air sur celles qui sont solubles dans l'eau; probablement par une simple combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène et le carbone, où dans quelques cas, par une soustraction d'une portion de l'hydrogène.

Nous avons souvent parlé déjà de l'alcool ou esprit-de-

vin. Cette substance n'a pas été rangée parmi les principes végétaux, parce qu'on ne l'a jamais trouvée toute formée dans les organes des plantes. On l'obtient par un changement dans les principes de la matière saccharine, à l'aide du procédé appelé fermentation vineuse.

Le jus exprimé du raisin contenant du sucre, du mucilage, du gluten et quelque matière saline, composée principalement d'acide tartrique : quand le jus ou *moût*, comme on l'appelle ordinairement, est exposé à une température d'environ 7° F. (20° centig.), la fermentation commence; il devient épais et se trouble; sa température augmente, et il se dégage de l'acide carbonique en abondance. En peu de jours la fermentation cesse; la matière soluble qui rendait le jus trouble, tombe au fond, et il s'éclaircit; le goût doux du liquide est détruit en grande partie, et il devient spiritueux.

Fabioni a prouvé qu'il faut du gluten dans le moût, pour la fermentation; ce chimiste a rendu la matière saccharine susceptible de fermentation, en ajoutant à sa dissolution dans l'eau, du gluten végétal ordinaire et de l'acide tartrique, M. Gay-Lussac a démontré que le moût ne fermente pas lorsqu'on le prive d'air en le faisant bouillir, et qu'on le tient hors du contact de l'oxygène; mais la fermentation a lieu dès qu'on l'expose à l'oxygène de l'air et qu'il en absorbe un peu; la fermentation continue ensuite, indépendamment de la présence de l'atmosphère (1).

Dans les fabriques d'aile et de porter, le sucre formé pendant la germination de l'orge, devient fermentescible en le dissolvant dans l'eau avec un peu de jet ou levure, contenant le gluten dans l'état convenable à la fermentation, et en l'exposant à la température voulue; l'acide carbonique se dégage, comme dans la fermentation du moût, et la liqueur devient graduellement spiritueuse.

De semblables phénomènes se présentent dans la fermentation du sucre de jus de pommes et d'autres fruits mûrs. Il paraît que cette fermentation dépend entièrement d'un nouvel arrangement des élémens du sucre; une partie du carbone s'unit à l'oxygène pour former de l'acide carboni-

(1) Des expériences ultérieures sont à désirer sur ce sujet. Je n'ai pas trouvé que la fermentation du moût fut empêchée soit en immergeant du phosphore dedans, à vase clos, soit en l'agitant en contact avec une petite portion de gaz nitreux.

que, et ce qui reste de carbone, d'hydrogène et d'oxigène, se combine en alcool. L'emploi du gluten ou levure, et la première exposition à l'air semblent être la cause de la formation d'une certaine quantité d'acide carbonique; dès que ce changement est une fois produit, il continue; son action peut se comparer à celle de l'étincelle produisant l'inflammation de la poudre à canon; l'accroissement de température occasioné par la formation d'une certaine quantité d'acide carbonique, occasionne la combinaison des élémens d'une autre quantité.

Il semble, d'après les expériences de M. Théodore de Saussure, que l'alcool soit composé de 100 parties de gaz oléfiant ou hydrogène percarburé, et de 63,58 d'eau, ou d'oxigène et hydrogène en proportions nécessaires pour former l'eau.

L'alcool, dans son état le plus pur, est un liquide très inflammable, d'une pesanteur spécifique de 0,796, à la température de 60° F. (15°156 centig.); il bout à environ 170° F. (76°67 centig.); cet alcool s'obtient par la distillation répétée sur le plus fort esprit de sel, que les chimistes appellent muriate ou bien hydrochlorate de chaux, après l'avoir préalablement chauffé jusqu'au rouge.

L'alcool le plus fort que l'on puisse obtenir par distillation, sans emploi d'hydrochlorate de chaux, a rarement une pesanteur spécifique moindre que 0,825 à 60° F. (15°,56 centig.), et, suivant les expériences de Lowitz, il contient 89 parties d'alcool à 0,769 de pesanteur spécifique, et 11 parties d'eau. L'esprit établi comme *esprit de preuve* par acte du parlement anglais de 1762, doit avoir 0,916 pour pesanteur spécifique, et contient des poids presque égaux d'alcool pur et d'eau.

L'alcool, dans les liqueurs fermentées, est en combinaison avec l'eau, la matière colorante, le sucre, le mucilage et les acides végétaux. On a souvent mis en doute qu'on pût se le procurer par un autre procédé que celui de la distillation, et quelques personnes ont même supposé qu'il est formé par la distillation. Les expériences de M. Brandt sont concluantes contre ces deux opinions. Ce chimiste a fait voir que les matières acide et colorante dans les vins, peuvent être, pour la plus grande partie, séparées sous forme solide par l'action d'une dissolution de sucre de plomb (acétate de plomb), et que l'alcool peut s'obtenir en enle-

vant l'eau par le moyen de l'hydrate de potasse ou de l'hydrochlorate de chaux, sans chaleur artificielle.

La puissance enivrante des liqueurs fermentées, dépend de l'alcool qu'elles contiennent; mais leur action sur l'estomac est modifiée par l'acide, le sucre, ou les substances mucilagineuses qu'elles retiennent en dissolution. L'alcool agit probablement avec plus d'efficacité, quand il est le plus faiblement combiné; et son énergie semble s'affaiblir par son union avec beaucoup d'eau, ou de sucre, ou d'acide, ou de matière extractive.

La table suivante renferme les résultats des expériences de M. Brandt, sur les quantités d'alcool, de 0,825 à 60° F. (15°56 centig.), que contiennent différentes liqueurs fermentées.

Vin.	Proportion d'alcool sur cent en mesure.	Vin.	Proportion d'alcool sur cent en mesure.
Porto.	19,00	Malaga.	17,26
<i>Idem.</i>	21,40	<i>Idem.</i>	18,94
<i>Idem.</i>	22,50	Bucellas.	18,49
<i>Idem.</i>	23,39	Madère rouge.	18,40
<i>Idem.</i>	23,71	<i>Idem.</i>	22,50
<i>Idem.</i>	24,29	Malvoisie, Madère.	16,40
<i>Idem.</i>	25,83	Marsala.	25,05
Moyenne, Porto.	22,96	<i>Idem.</i>	26,05
Madère.	19,24	Champagne rouge.	11,30
<i>Idem.</i> (sercial).	21,40	<i>Idem.</i>	12,56
<i>Idem.</i>	23,93	Champagne blanc.	12,80
<i>Idem.</i>	24,42	<i>Idem.</i> non mousseux	13,80
Moyenne, Madère.	22,27	Bourgogne.	14,53
Vin d'Espagne, Xerès	18,25	<i>Idem.</i>	11,95
<i>Idem.</i>	18,79	<i>Idem.</i>	15,22
<i>Idem.</i>	19,81	<i>Idem.</i>	16,80
<i>Idem.</i>	19,85	Hermitage blanc.	17,43
Moyenne, Xerès.	19,17	<i>Idem.</i> rouge.	12,32
Vin de Bordeaux, claret	12,91	Vin vieux du Rhin, hock	14,37
<i>Idem.</i>	14,08	<i>Idem.</i>	13,00
<i>Idem.</i>	16,52	<i>Idem.</i>	8,88
<i>Idem.</i>	17,11	Vin de Grave.	12,80
Moyenne, claret.	15,10	<i>Idem.</i>	13,94
Calcavella.	18,10	Frontignac.	12,79
<i>Idem.</i>	19,20	Côte-Rotie.	12,32
Lisbonne.	18,94	Roussillon.	17,26

Vin	Proportions d'alcool sur cent en mesure.	Vin.	Proportions d'alcool sur cent en mesure.
Roussillon.	19,00	Vin de raisin égrappé	25,77
Madère du Cap.	18,11	<i>Idem.</i>	26,40
<i>Idem.</i>	20,50	<i>Idem.</i>	23,20
<i>Idem.</i>	22,94	Vin d'orange.	11,26
Muscadet du Cap.	18,25	Vin de raisin en grappes	18,11
Constance blanc.	19,75	Vin ordinaire.	20,55
<i>Idem</i> rouge.	18,92	Vin de groseille.	11,84
Tinto.	15,30	Vin de sureau.	8,79
Chiras.	15,52	Hydromel.	7,52
Syracuse.	15,28	Cidre.	9,87
Nice.	14,63	<i>Idem.</i>	5,21
Tokai.	9,88	Poiré.	7,26
Lissa.	26,47	Bière forte brune.	6,80
<i>Idem.</i>	24,35	Aile (Burton).	8,88
Ténériffe.	19,79	— Édimbourg.	6,20
Collioures.	19,75	— Dorchester.	5,56
Lacryma Christi.	19,70	Porter de Londres.	4,20
Vidonia.	19,25	Petite bière.	1,28
Alba-Flora.	17,26	Eau-de-vie.	53,39
Zante.	17,05	Rhum	53,68
Lunel.	15,52	Hollande, ginn.	51,60
Sauterne.	14,32	Wiskey d'Écosse.	54,32
Barsac.	13,86	<i>Idem</i> d'Irlande.	53,90

Les esprits diffèrent de saveur suivant les différentes liqueurs qui servent à les distiller ; car, des matières odorantes, ou des huiles volatiles, s'élèvent presque toujours avec l'alcool. L'esprit de malt a toujours un goût empyreumatique semblable à celui de l'huile qui se forme par la distillation des substances végétales. Les meilleures eaux-de-vie semblent devoir leur arôme particulier à une matière huileuse formée probablement par l'action de l'acide tartarique sur l'alcool ; le rhum doit sa saveur caractéristique à un principe particulier à la canne à sucre. Je me suis assuré que tous les esprits ordinaires peuvent être privés de leur goût particulier, en les faisant digérer à plusieurs reprises sur un mélange de charbon bien brûlé (de charbon animal surtout) et de chaux vive ; on en retire alors de l'alcool pur par distillation. J'ai trouvé que les eaux-de-vie de Cognac, contenaient de l'acide prussique végétal, et qu'elles peuvent être imitées en ajoutant à une solution d'alcool dans l'eau,

de même force, quelques gouttes de l'huile éthérée du vin produite pendant la formation de l'éther (1), et une égale quantité d'acide prussique végétal retiré de la distillation des feuilles de laurier ou d'amandes amères.

J'ai parlé de l'éther dans le cours de ce chapitre ; on obtient l'éther de l'alcool en distillant un mélange, à parties égales, d'alcool et d'acide sulfurique. C'est le plus léger des liquides connus, sa pesanteur spécifique n'étant que de 0,652 à 60° F. (15°,56 centig.) Il est très volatil et s'élève en vapeur par la seule chaleur du corps ; il est très inflammable. Il est fort probable, d'après les expériences de M. Saussure, que dans la formation de l'éther, les élémens de l'eau sont simplement séparés de l'alcool par l'acide sulfurique, et que l'éther diffère de l'alcool, en ce qu'il contient une plus grande proportion de carbone et d'hydrogène. Il possède, comme l'alcool, une puissance énivrante.

Un grand nombre des changemens qui ont lieu dans les principes végétaux, dépend de la séparation de l'oxygène et de l'hydrogène, comme eau, du composé ; mais il en est une de très grande importance, dans laquelle une nouvelle combinaison des élémens de l'eau est l'opération principale. Cela a lieu dans la fabrication du pain. Quand de la fleur de farine, qui se compose principalement d'amidon, est mise à l'état de pâte avec de l'eau, qu'on la chauffe immédiatement et graduellement jusqu'à 460° F. (226° centig.) environ, son poids s'accroît et ses propriétés sont entièrement changées : elle a perdu sa solubilité dans l'eau et la possibilité de se convertir en sucre. Dans cet état, c'est du pain sans levain.

Quand de la fleur de farine de blé, ou de l'amidon de pommes de terre, mêlée avec des pommes de terre bouillies, est mise en pâte avec de l'eau, tenue chaude, et abandonnée à elle-même pendant 30 à 40 heures, elle fermente, il s'en dégage du gaz acide carbonique, et elle se remplit de globules d'un fluide élastique. Dans cet état, elle devient une pâte levée, et devient par la cuisson du pain levé ; mais ce pain est sur et désagréable au goût. Le pain levé dont on fait usage ordinairement est un mélange d'un peu

(1) Dans le procédé de la distillation de l'alcool et de l'acide sulfurique, après que l'éther est formé, il se produit par un plus haut degré de chaleur, un fluide jaune qui est la substance en question. Elle a une odeur pénétrante et un goût agréable.

de pâte qui a fermenté, avec de nouvelle pâte que l'on pétrit, ou bien encore de pâte que l'on pétrit avec un peu de levure de bière.

Dans la formation du pain de froment, plus d'un quart des élémens de l'eau se combine avec la farine; il y a plus d'eau consolidée dans la formation du pain d'orge, et davantage encore dans celle du pain d'avoine; mais le gluten étant en plus grande abondance dans le froment que dans tout autre grain, semble former une combinaison avec l'amidon et l'eau, tendant à rendre le pain de froment plus facile à digérer que tout autre pain (1).

Les arrangemens de plusieurs principes végétaux dans les différentes parties des plantes, ont été mentionnées accidentellement dans ce chapitre; mais il faut des détails plus circonstanciés pour présenter une vue exacte de la relation qui existe entre leur organisation et leur constitution chimique, ce qui est d'une grande importance. Les tubes et les cellules hexagonales du système vasculaire des plantes sont composées de fibre ligneuse, et quand elles ne sont pas remplies de matière fluide, elles contiennent des matériaux solides qui forment une partie constituante des fluides qui leur appartiennent.

Dans les racines, le tronc et les branches, l'écorce, l'aubier et le cœur du bois, les fleurs et les feuilles; la grande base des parties solides est la fibre ligneuse. Elle forme la plus grande partie du cœur du bois et de l'écorce; il y en a moins dans l'aubier, et moins encore dans les feuilles et dans les fleurs. L'aubier du bouleau contient tant de sucre et de mucilage, qu'on s'en sert quelquefois dans le nord de l'Europe pour remplacer le pain. Les feuilles de chou, de brocoli, de crambé, contiennent beaucoup de mucilage, un peu de matière saccharine, et un peu d'albumine. De 1000 parties de feuilles de chou ordinaire, j'ai obtenu 41 parties de mucilage, 24 de sucre et 8 de matière albumineuse.

Dans les racines bulbeuses, et quelquefois dans les raci-

(1) Dans le procédé de conversion de la farine en pain, on a récemment affirmé qu'il se formait de l'alcool aussi bien que de l'acide carbonique; la fermentation panair (ainsi que l'on appelle quelquefois l'opération qui fait que le pain lève), approche donc de la fermentation vineuse. Mais il paraît que la quantité de l'alcool produit est très faible. On n'a pas encore fait de recherches décisives sur les changemens qui ont lieu sur le gluten.

nes communes, on trouve souvent déposés, à l'intérieur des vaisseaux, de l'amidon, de l'albumine et du mucilage, plus abondamment quand la sève est suspendue; ce sont les alimens des premières pousses du printemps. La pomme de terre est la bulbe qui contient, dans ses cellules et dans ses vaisseaux, la plus grande quantité de matière soluble; elle est aussi de la plus grande importance dans ses usages alimentaires; les pommes de terre donnent en général $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ de leur poids d'amidon sec. De 100 parties de la pomme de terre *Kidney* commun, le docteur Pearson a obtenu 28 à 32 de farine, contenant 20 à 25 d'amidon et de mucilage; 100 parties de pomme de terre *apple* m'ont donné, en diverses expériences, 18 à 20 parties d'amidon pur. M. Skrimshire jeune a recueilli de cinq *pounds* (2 kil. 26) de pomme de terre *captain*, *Hurt* 12 *ounces* (0 k., 350) d'amidon, 10 *ounces* $\frac{1}{2}$ (0 k., 297) de la même quantité de pomme de terre *rough red*, 11 $\frac{1}{4}$ (0 k., 332) de *moulton white*, 10 $\frac{3}{4}$ (0 k. 304) de *yorkshire kidney*, 9 (0 k., 254) de *hundred eyes*, 8 $\frac{3}{4}$ (0 k., 240) de *purple red*, et 8 $\frac{1}{4}$ (0 k., 233) de *ox noble*. Les autres substances solubles dans la pomme de terre sont de l'albumine et du mucilage.

Il paraît, d'après les analyses de Einhoff, que 768 parties de pomme de terre, donnent :

Amidon.....	1153
Matière fibreuse analogue.....	540
Albumine.....	107
Mucilage à l'état de solution saturée.....	312

 2122

En sorte que la quatrième partie au moins du poids de la pomme de terre peut être considérée comme nutritive. M. Knight m'informe qu'il a reconnu que la meilleure espèce de pommes de terre, telles que *l'irish apple*, a plus de pesanteur spécifique que les variétés inférieures; la pesanteur spécifique variant de 1,075 à 1,100, il est probable que leurs propriétés nutritives sont presque proportionnelles à leurs pesanteurs spécifiques.

Le turneps, la carotte et le panais donnent principalement une matière saccharine, mucilagineuse et extractive. J'ai obtenu de 1000 parties de turneps ordinaire, 7 de mucilage, 34 de matière saccharine et presque 1 d'albumine. 1000 parties de carotte m'ont donné 95 de sucre, 3 de mucilage et $\frac{1}{2}$ d'extractif; 1000 parties de panais ont produit 90

de matière saccharine et 9 de mucilage. La *walcherén* ou *carotte blanche* a donné, sur 1000 parties, 98 de sucre, 2 de mucilage et 1 d'extractif.

Les fruits, dans l'organisation de leurs parties douces, approchent de la nature des bulbeuses; ils contiennent une certaine quantité d'alimens laissés dans leurs cellules pour l'usage de l'embryon de la plante; on y trouve souvent du mucilage, du sucre, de l'amidon, combinés avec des acides végétaux. La plupart des fruits que l'on a naturalisés en Angleterre ont été choisis à raison de la matière saccharine qu'ils contiennent, laquelle en s'unissant aux acides végétaux et aux mucilages, les rend à la fois plus agréables au goût et plus nutritifs.

La valeur des fruits pour la fabrication des liqueurs fermentées peut se juger par la pesanteur spécifique des sucs qu'on en exprime; mais la quantité du jus et la consistance de la pulpe diffèrent beaucoup dans les diverses espèces de fruits, en sorte que la pesanteur spécifique du fruit n'est pas un indice de la valeur de ses produits fermentés. Le meilleur cidre et le meilleur poiré proviennent des pommes et des poires qui donnent les jus les plus denses; on peut établir une comparaison assez forte entre les différens fruits, en les plongeant dans une dissolution saturée de sel commun, ou de sucre ordinaire; ceux qui s'y enfoncent le plus fournissent le jus le plus riche (1).

L'amidon ou mucilage coagulé forme la plus grande partie des semences et des graines dont on se sert comme alimens; il s'y combine généralement avec du gluten, de l'huile ou de la matière albumineuse. Dans le blé, c'est avec du gluten; dans les pois et dans les fèves, c'est avec une matière albumineuse; dans les graines de navette, de chenevis, de lin et dans les amandes de la plupart des noix, c'est avec de l'huile.

J'ai trouvé que 100 parties de bon froment bien grainé, semé en automne, donnaient :

77 amidon,
19 gluten.

(1) La pesanteur spécifique du jus de melon d'eau, le plus succulent de tous les fruits, excède très peu celle de l'eau distillée. Une espèce de melon d'eau que j'ai examiné à Malte, donnait 97 parties d'eau et 3 de matière solide, principalement saccharine et mucilagineuse. J. D.

100 de blé, semé au printems :	70 amidon,
	24 gluten.
100 de blé de Barbarie :	74 amidon,
	23 gluten.
100 de blé de Sicile :	75 amidon
	21 gluten.

J'ai examiné divers échantillons de blé de l'Amérique du nord, et tous contiennent un peu plus de gluten que les blés d'Angleterre. En général, le blé des climats chauds a plus de gluten et de parties insolubles ; il est plus dur, plus difficile à moudre et d'une plus grande pesanteur spécifique.

Le blé du midi de l'Europe est par conséquent le meilleur, à raison de ce qu'il contient le plus de gluten, pour faire le macaroni et autres pâtes dans lesquelles la qualité glutineuse est recherchée.

Dans quelques expériences faites sur l'orge, j'ai obtenu de 100 parties de belle et bonne orge de Norfolk :

79 amidon,
6 gluten,
8 son,
7 matière saccharine.

Le sucre est probablement ce qui rend l'orge plus propre que toute autre espèce de grain pour le malt de la bière.

Einhoff a publié une analyse détaillée de la farine d'orge. Il a trouvé dans 3840 parties :

360 matière volatile,
44 albumine,
200 matière saccharine,
176 mucilage,
9 phosphate de chaux avec un peu d'albumine,
135 gluten,
260 son avec un peu de gluten et d'amidon,
2580 amidon non entièrement dépouillé de gluten,
78 perte.

Le seigle donna à Einhoff, sur 3840 parties, 2520 de farine, 930 de son, et 390 d'humidité ; et la même quantité de farine produisit :

2345 amidon,
116 albumine,

426 mucilage,
 126 matière saccharine,
 364 gluten non sec,
 Le reste en son ou perte.

J'ai obtenu de 1000 parties de seigle de Suffolk, 61 d'amidon et 5 de gluten.

1000 parties d'avoine de Sussex m'ont donné 59 d'amidon, 6 de gluten et 2 de matière saccharine.

1000 parties de pois de Norfolk m'ont donné 501 d'amidon, 22 de matière saccharine, 35 de matière albumineuse, et 16 d'extractif qui devint insoluble pendant l'évaporation du fluide saccharin.

3840 parties de fèves de marais (*vicia faba*) ont donné à Einhoff :

1312 amidon,
 31 albumine,

1204 autres matières que l'on peut regarder comme nutritive, et de nature gommeuse, amidonnière, fibreuse, analogue aux substances animales.

La même quantité de haricots (*phaseolus vulgaris*), a produit :

1805 matière analogue à l'amidon,
 851 albumine et matière se rapprochant de la matière animale, par sa nature,
 799 mucilage.

3840 parties de lentilles m'ont fourni 1260 d'amidon et 1433 d'une matière analogue à la matière animale.

Einhoff a décrit cette matière analogue à la matière animale substance glutineuse, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, ayant l'apparence de glu quand on la fait sécher; c'est probablement une modification du gluten.

De 16 parties de chenevis, Bucholz a retiré 3 d'huile, $3\frac{1}{2}$ d'albumine, $1\frac{1}{4}$ environ de matière saccharine et gommeuse; le son insoluble et l'enveloppe des graines pesaient $6\frac{1}{2}$.

Les différentes parties des fleurs contiennent diverses substances; le pollen ou poussière fécondante du dattier a été trouvé, par Fourcroy et Vauquelin, contenir une matière analogue au gluten, et un extrait soluble abondant en acide malique. Link a trouvé dans le pollen du noisetier, beaucoup de tannin et de gluten.

La matière saccharine se trouve dans le nectarium des fleurs ou réceptacles en dedans de la corolle, et c'est en at-

tirant les plus grands insectes dans les fleurs, que le travail de l'imprégnation se fait plus sûrement; car c'est par leur aide, souvent, que le pollen est appliqué aux stigmates; cela a surtout lieu quand les organes mâles et femelles sont dans différentes fleurs ou différentes plantes.

Nous avons fait voir que l'odeur des fleurs dépend des huiles volatiles qu'elles contiennent; ces huiles, par leur constante évaporation, enveloppent la fleur d'une espèce d'atmosphère odorante qui, tout en attirant les plus gros insectes, préserve probablement les parties de la fructification des ravages de quelques-uns des plus petits. Les huiles volatiles, ou substances odorantes, semblent particulièrement destructives de ces petits insectes et animalcules qui vivent de la substance de la plante; des milliers d'aphides se voient habituellement sur la tige et les feuilles du rosier, mais on n'en observe aucun sur la fleur.

Le camphre sert aux naturalistes pour conserver leurs collections. Les bois qui contiennent des huiles aromatiques se font remarquer par leur indestructibilité et leur préservation de l'attaque des insectes; les bois de rose, de cèdre et de cyprès sont particulièrement dans ce cas. Les portes de Constantinople qui furent faites en bois de cyprès, du tems de Constantin, restaient encore intactes, 1100 après, sous le pontificat d'Eugène IV.

Les pétales de plusieurs fleurs donnent une matière saccharine et mucilagineuse. Le lys blanc fournit du mucilage abondamment: le lys orangé donne un mélange de mucilage et de sucre; les pétales du convolvulus donnent du sucre, du mucilage et une matière albumineuse.

La nature chimique des matières colorantes des fleurs n'a pas encore été soumise à des observations délicates. En général, ces matières colorantes sont fugaces, particulièrement les bleues et les rouges; les alcalis changeant en vert et les acides en rouge, les couleurs de la plupart des fleurs. On peut avoir une imitation de la matière colorante en faisant digérer des dissolutions de noix de galles sur de la craie: on obtient un liquide verdâtre qui devient rouge par l'action des acides, et dont on rétablit la couleur verte par le moyen des alcalis.

Les matières colorantes jaunes des fleurs sont les plus permanentes; le carthame contient une matière rouge et une matière jaune; la jaune se dissout aisément dans l'eau,

et la rouge sert à préparer le fard par un procédé qui est encore tenu secret.

Les mêmes substances qui existent dans les parties solides des plantes se retrouvent dans leurs parties fluides, à l'exception de la fibre ligneuse. Les huiles fixes et volatiles, contenant de la résine ou du camphre, ou des substances analogues en dissolution, existent dans les tubes cylindriques d'un grand nombre de plantes. Différentes espèces d'euphorbe émettent un suc laiteux qui, exposé à l'air, dépose une substance analogue à l'amidon, et une autre substance analogue au gluten.

L'opium, la gomme élastique, la gamboge ou gomme gutte, les poisons des *upas antiar* et *tioute*, ainsi que d'autres substances qui exsudent des plantes peuvent être considérées comme des sucs particuliers appartenant à des vaisseaux qui leur sont appropriés.

En général, la sève des plantes est d'une nature très composée; elle contient plus de matière saccharine, mucilagineuse et albumineuse dans l'aubier; plus de tannin et d'extractif dans l'écorce. Le cambium, qui est le fluide mucilagineux que l'on trouve dans les arbres entre le bois et l'écorce, et qui est essentiel à la formation de nouvelles couches, semble provenir de ces deux espèces de sève; c'est probablement une combinaison de la matière mucilagineuse et albumineuse de l'une, avec la matière astringente de l'autre, dans un état convenable pour l'organisation par la séparation de ses parties aqueuses.

Les sèves d'aubier de quelques arbres ont été examinées par Vauquelin sous le rapport chimique. Il a trouvé dans celle de l'orme, du hêtre, du charme et du bouleau, une matière extractive et mucilagineuse, ainsi que de l'acide acétique combiné avec de la potasse ou de la chaux. La matière solide produite par leur évaporation présentait une odeur ammoniacale, due probablement à l'albumine; la sève du bouleau donnait une matière saccharine.

Deyeux a découvert dans la sève de la vigne et dans celle du charme une matière analogue au caillot du lait. J'ai trouvé moi-même une substance semblable à l'albumine dans la sève du noyer.

J'ai trouvé que le suc qui exsude des vaisseaux des mauves quand on les coupe, est une dissolution de mucilage.

Les fluides contenus dans les vaisseaux séveux du blé et de l'orge, ont produit dans quelques-unes de nos expériences

ces, du mucilage, du sucre, et une matière qui se coagulait par la chaleur; cette dernière abondait dans l'orge.

La table suivante contient une indication de la quantité de matières solubles ou nutritives qui existent dans les variétés de diverses substances que je n'ai fait qu'indiquer, et dans quelques autres qui servent à la nourriture de l'homme ou des animaux. Les analyses ont été faites par moi, dans la vue de reconnaître plutôt la nature générale et la quantité des produits, que la composition chimique intime. Les matières solubles produites par des graminés, excepté celle du fiorin en hiver, ont été obtenues par M. Sinclair, jardinier du duc de Bedford, de poids donnés de graminés coupés quand la graine était mûre; elles m'avaient été envoyées par ordre de sa grâce pour les analyser et faire partie d'une série très étendue d'expériences entreprises sous sa direction, à Woburn-Abbey, en continuant les essais d'amélioration d'agriculture qui font tant d'honneur à la mémoire de son illustre frère.

Voir le tableau ci-contre.

Table des quantités de matières solubles ou nutritives fournies par 1000 parties de substances végétales diverses.

VÉGÉTAUX, ou SUBSTANCES VÉGÉTALES.	Quantité entière de matière soluble ou nutritive.	Mélange ou amidon.	Matière succhrine ou sucre.	Gluten ou albumine.	Extraitif ou mat. devenue insoluble par l'évaporation.
Blé Middlesex, moyenne.....	955	765	"	190	"
Blé de mars.....	940	700	"	240	"
Blé nielleux de 1806.....	210	178	"	32	"
Blé rouillé de 1804.....	650	520	"	130	"
Blé à peau dure, de Sicile, 1810	955	725	"	230	"
Blé de Pologne.....	950	750	"	200	"
Blé de l'Amérique nord.....	955	730	"	225	"
Orge Norfolk.....	920	790	70	60	"
Avoine d'Ecosse.....	743	641	15	87	"
Seigle Yorkshire.....	792	645	38	109	"
Fèves ordinaires.....	570	426	"	103	41
Pois secs.....	574	501	22	35	16
Pommes de terre.....	260 à 200	200 à 155	20 à 15	40 à 30	"
Graine de lin en tourteau.....	151	123	11	17	"
Betterave rouge.....	148	14	121	13	"
Betterave blanche.....	136	13	119	4	"
Panais.....	99	9	99	"	"
Carottes.....	98	3	95	"	"
Turneps commun.....	42	7	34	1	"
Turneps suédois.....	64	9	51	2	"
Choux.....	73	41	24	8	"
Trèfle des prés.....	39	31	3	2	3
Trèfle rampant.....	39	30	4	3	2
Trèfle blanc.....	32	29	1	3	5
Sainfoin.....	39	28	2	3	6
Luzerne.....	23	18	1	"	4
Alopécure des prés.....	33	24	3	"	6
Ray-gras.....	39	26	4	"	5
Poa fertile.....	78	65	6	"	7
Poa commun.....	39	29	5	"	6
Cretelle des prés.....	35	28	3	"	4
Festuca des prés.....	19	15	2	"	2
Holcus odorant.....	82	72	4	"	6
Flouve odorante.....	50	43	4	"	3
Fiorin.....	54	46	5	1	2
Fiorin coupé en hiver.....	76	64	8	1	3

Toutes ces substances furent soumises à l'expérience, vertes et dans leur état naturel. Il est probable que leur supériorité comme alimens est en grande partie proportionnelle aux quantités de matière soluble et nutritive qu'elles

produisent ; mais cependant ces quantités ne peuvent être considérées comme dénotant d'une manière absolue leur valeur. Les matières albumineuse ou glutineuse ont les caractères des substances animales ; le sucre est plus nourrissant, et l'extractif est moins nourrissant que les autres principes composés de carbone, hydrogène et oxigène. Certaines combinaisons de ces substances peuvent être aussi plus nutritives que d'autres.

J'ai su par sir Joseph Banks, que les mineurs du Derbyshire, pendant l'hiver, préfèrent les gâteaux d'avoine au pain de froment ; ils trouvent que cette espèce de nourriture les soutient mieux et leur donne plus de force pour leur travail. Dans l'été, ils prétendent que les gâteaux d'avoine les échauffent, et ils ne mangent alors que le plus beau pain de froment qu'ils peuvent se procurer. Probablement la peau même du grain d'avoine a une qualité nutritive, et devient soluble en partie dans l'estomac avec l'amidon et le gluten. Dans la plupart des contrées de l'Europe, excepté l'Angleterre, et dans l'Arabie, les chevaux sont nourris avec du blé de différentes sortes, mêlé de paille hachée ; la paille hachée semble agir de la même manière que l'enveloppe du grain de l'avoine. Au moulin, 14 parties en poids de bon froment, donnent une moyenne de 13 de farine, tandis que la même quantité d'orge n'en donne que 12, et l'avoine que 8.

Dans le midi de l'Europe, on estime beaucoup plus le blé dur ou à peau épaisse que celui tendre ou à peau mince ; la raison en est évidente, c'est qu'il contient plus de gluten et de matière nutritive. Je n'ai fait l'analyse que d'un seul échantillon de blé dur, ensorte que d'autres échantillons peuvent contenir plus de matière nutritive que celui relaté dans cette table. Les blés de Barbarie et de Sicile, sont des blés durs. En Angleterre, la difficulté de moudre les blés durs est une objection ; mais elle disparaît en mouillant le blé (1).

(1) Information faite par J. Jeffrey, consul-général britannique à Lisbonne, relativement au commerce des blés, 12 janvier 1812.

Pour moudre le blé dur avec les meules en usage en Angleterre, le blé doit être bien criblé, puis arrosé d'eau autant que le meunier le juge nécessaire ; on le laisse en tas, que l'on retourne et que l'on resoue souvent, ce qui adoucit l'enveloppe et la dispose à se séparer plus facilement de la farine, qui en acquiert un blanc plus brillant ; autrement la qualité dure du blé et l'épaisseur de la peau, empêcheraient la séparation, et rendraient la farine moins bonne à faire du pain.

J'ai su d'un meunier très expérimenté, et qui ne se sert que de meules

CHAPITRE IV.

SOLS ; LEURS PARTIES CONSTITUANTES. ANALYSE DES SOLS. USAGE DU SOL. ROCHES ET BANCS SOUS LES SOLS. PERFECTIONNEMENT DU SOL.

Rien n'a plus d'importance pour le fermier que la nature et le perfectionnement des sols, et il n'est aucune partie de la science de l'agriculture qui soit plus susceptible d'être éclairée par des recherches chimiques.

Les sols sont entièrement diversifiés en apparence et en qualité ; cependant, comme nous l'avons dit dans notre introduction, ils ne se composent que de proportions différentes des mêmes élémens qui sont dans divers états de combinaison chimique ou de mélange mécanique.

Nous avons décrit déjà les substances qui constituent les sols. Ce sont de certains composés de terres, de silice, de chaux, d'alumine, de magnésic et d'oxide de fer et de manganèse ; de matières animales et végétales en décomposition et de combinaisons saline, acide ou alcaline.

Dans toutes les expériences chimiques sur la composition

anglaises, qu'il a souvent préparé le blé dur de Barbarie, en l'immergeant dans des paniers d'osier, et le mettant ensuite sécher sur le plancher, où il l'étendait ensuite en couches minces ; le jugement et l'habileté du meunier consistent à prévoir la dureté du grain par rapport à ses meules. Je ferai d'abord observer que ce n'est pas de cette humectation préalable du blé, que dépend l'augmentation en poids de la farine de blé dur ; mais bien de sa qualité naturelle d'absorber beaucoup plus d'eau en le pétrissant pour faire du pain. Les meules ne doivent pas être taillées trop profondément, mais à taille très fine, et repiquées à la méthode ordinaire. Le moulin doit marcher moins vite pour moudre le blé dur que pour moudre le blé tendre ; il faut travailler d'abord le blé tendre jusqu'à ce que le moulin cesse de bien moudre, et alors on y peut mêler le blé dur. Le blé dur se vend toujours plus cher que le blé tendre, de 10 à 15 pour cent, parce qu'il donne plus de farine et moins de son.

La farine de blé dur est plus estimée que celle de blé tendre ; mais on se sert de l'une et de l'autre à toute espèce d'usages.

La farine de blé dur est supérieure en général ; il n'y a d'ailleurs aucune différence dans le procédé de la panification ; mais elle prend plus d'eau et produit plus de pain en poids. C'est l'usage ici, et je suis convaincu qu'on devrait l'adopter en Angleterre, de mêler les farines de blé dur et de blé tendre, ce mélange étant meilleur pour la panification.

JOHN JIFFNEY.

des sols relativement à l'agriculture, les parties constituantes que l'on obtient sont des composés; c'est donc dans cet état que j'en décrirai les propriétés caractéristiques.

1. *Silice* ou *terre de cailloux*. A l'état de pureté et sous sa forme cristallisée, c'est la substance connue sous le nom de cristal de roche ou quartz limpide. Telle que l'obtiennent les chimistes, c'est une poudre blanche impalpable. Elle n'est pas soluble dans les acides ordinaires, mais elle se dissout à l'aide de la chaleur, dans une lessive d'alcali fixe. C'est une substance incombustible, parce qu'elle est saturée d'oxygène. J'ai fait voir que c'était un composé d'oxygène et d'un corps combustible particulier que j'ai nommé silicium; il est probable, d'après les expériences de Berzelius, qu'elle contient à peu près des poids égaux de ces deux élémens (1).

2. *Chaux*. Les propriétés physiques de la chaux sont bien connues. Elle existe ordinairement dans les sols, unie à l'acide carbonique, qui s'en dégage aisément par l'attraction des acides ordinaires. On la trouve par fois combinée avec les acides phosphorique et sulfurique. Ses propriétés chimiques et son action, quand elle est à l'état de pureté, seront décrites dans le chapitre où nous traiterons des engrais provenant du règne minéral. Elle est soluble dans les acides nitrique et muriatique (hydrochlorique); avec l'acide sulfurique elle forme un composé difficilement soluble, appelé gypse ou pierre à plâtre. Elle n'est pas soluble dans les solutions alcalines. Elle se compose d'une proportion 40 d'une substance métallique particulière, que j'ai nommée calcium, et d'une proportion 15 d'oxygène.

3. *Alumine*. Le saphir blanc la donne cristallisée et à l'état de pureté; d'autres gemmes orientales l'offrent combinée avec un peu d'oxide de fer et de silice. Dans l'état où se la procurent les chimistes, c'est une poudre blanche, soluble dans les acides et les lessives d'alcalis fixes. Il résulte de mes expériences que l'alumine se compose d'une proportion 33 d'aluminium et d'une proportion 15 d'oxygène.

4. *Magnésie*. Elle existe cristallisée et pure dans un minéral semblable au talc trouvé dans l'Amérique nord. Sa forme ordinaire est la poudre blanche, connue sous le nom

(1) La silice se compose, d'après les dernières expériences de Berzelius, de 48,4 base inflammable ou silicium, et de 51,6 oxygène. J. D.

de *magnésia usta* ou magnésie calcinée des pharmaciens. Dans les sols, elle existe généralement à l'état de combinaison avec l'acide carbonique; elle est soluble dans tous les acides minéraux, mais elle ne l'est pas dans une lessive alcaline. Elle se distingue des autres terres qu'on rencontre dans les sols, par sa prompte solubilité dans les dissolutions de carbonates alcalins, saturées par l'acide carbonique. Elle paraît se composer de 58 magnésium et 15 d'oxygène.

5. *Fer.* Il y a deux *oxides de fer* bien connus, le noir et le brun. L'un est la substance qui jaillit du fer rouge de feu que l'on martèle; l'autre se forme par l'exposition de l'oxide noir à un feu continué long-tems en contact avec l'air. L'oxide noir paraît se composer d'une proportion de fer 103, et de deux d'oxygène 30; l'oxide brun, d'une proportion de fer 103 et de trois proportions d'oxygène 45. Les oxides de fer existent quelquefois dans les sols, combinés avec l'acide carbonique. Ils se distinguent aisément des autres substances en donnant, lorsqu'ils sont dissous dans les acides, une couleur noire à la dissolution de noix de galle, et un beau précipité bleu avec la dissolution de prussiate (hydrocyanate), de potasse et de fer.

6. *Manganèse.* L'oxide de manganèse est la substance que l'on appelle ordinairement manganèse, et que l'on emploie dans le blanchiment. Il paraît se composer d'une proportion de manganèse 113, et de trois d'oxygène 45. Il se distingue des autres substances que l'on rencontre dans les sols, par sa propriété de décomposer l'acide muriatique (hydrochlorique), et de le convertir en chlore.

7. *Matière végétale et animale.* On les reconnaît à leurs propriétés physiques et notamment à leur facilité de décomposition par la chaleur. Nous en avons décrit les caractères avec détails dans le chapitre précédent.

8. *Composés salins.* Ceux que l'on trouve dans les sols sont le sel ordinaire, le sulfate de magnésie, par fois du sulfate de fer, du nitrate de chaux et de magnésie, du sulfate de potasse, et du carbonate de potasse et de soude (1). Ayant donné, page 73, les réactifs nécessaires pour s'assurer de leur présence, il devient inutile d'en détailler les caractères.

(1) Dans quelques sols, surtout en Espagne et dans le Bengale, le nitre se forme à l'aide du carbonate de chaux, par l'union de l'alcali du sol et de l'acide nitrique, dont les élémens proviennent de l'atmosphère J. D.

La silice, dans les sols, est ordinairement combinée avec l'alumine et l'oxide de fer, ou bien avec l'alumine, la chaux, la magnésie et l'oxide de fer, formant des graviers et des sables de divers degrés de finesse. Le carbonate de chaux est ordinairement en poudre impalpable; mais parfois à l'état de sable calcaire. La magnésie, quand elle n'est pas combinée avec le gravier et le sable du sol, est en poussière fine unie à l'acide carbonique. La partie impalpable du sol et que l'on appelle ordinairement argile ou terre grasse, se compose de silice, d'alumine, de chaux et de magnésie; elle est de même composition ordinairement que le sable d'or, mais divisée bien davantage. Les matières végétale ou animale, et les premières sont les plus ordinaires dans les sols, s'y trouvent à différens états de décomposition. Quelquefois elles y sont fibreuses, quelquefois entièrement brisées et mélangées avec le sol.

Pour se former une juste idée des sols, il est nécessaire de concevoir différentes roches se décomposant ou se réduisant en fragmens et en poussière de différens degrés de finesse, quelques-unes de leurs parties solubles se dissolvent dans l'eau, cette eau adhérant à la masse et le tout se mêlant avec des quantités plus ou moins grandes de débris végétaux et animaux à différens degrés de putréfaction.

Il sera nécessaire de décrire les procédés à l'aide desquels on parvient à analyser toute espèce de sols; je vais les donner avec les plus grands détails, et je craindrais que l'agriculteur ne les trouvât fastidieux, s'il n'en sentait l'utilité réelle.

Les instrumens indispensables pour l'analyse des sols, sont peu nombreux et peu dispendieux. Ce sont : une balance pouvant contenir un quart de *pound* (121 grammes) de terre et trébuchant à un *grain* (64 milligrammes) près; une série de poids depuis le *quarter de pound* (121 gramm.) jusqu'au *grain* (64 milligrammes); un tamis métallique assez gros pour laisser passer un grain de moutarde; une lampe d'Argand avec son pied; quelques bouteilles de verre; creusets de Hesse; capsules et bassins d'évaporation en porcelaine ou en terre; un pilon et un mortier de Wedgwood; quelques filtres de papier brouillard assez grands pour contenir une *pint* (demi-litre) de liquide, et graissés sur les bords; un couteau d'os et un appareil pour recueillir et mesurer des fluides aériformes.

Nous avons déjà décrit la plupart des substances chimi-

ques ou réactifs nécessaires pour séparer les parties constituantes du sol. Ce sont les acides muriatique et nitrique, l'alcali volatil pur dissous dans l'eau (ammoniaque), avec dissolution de prussiate de potasse et de fer, du succinate d'ammoniaque, une lessive de savon ou bien une solution de potasse, des solutions de muriate et de carbonate d'ammoniaque, de carbonate neutre de potasse et de nitrate d'ammoniaque.

Dans le cas où l'analyse à faire est celle du sol d'un champ, il en faut prendre des échantillons en différens endroits, à 5 ou 6 centimètres au-dessous de la surface, et les examiner sous le rapport de la similitude de leurs propriétés. Il arrive quelquefois que dans les plaines, toute la couche supérieure de terre est de même nature, et il suffit alors d'un seul échantillon pour l'analyse; mais dans les vallées et près des lits des rivières, il se trouve de très grandes différences dans le terrain, c'est-à-dire que l'une des parties est calcaire, tandis que l'autre est siliceuse; dans ce cas et dans tous ceux analogues, il faut soumettre séparément à l'analyse les portions qui se présentent d'une manière si différente.

Quand on ne peut analyser de suite les sols dont on a pris les échantillons, il faut les renfermer dans des fioles que l'on en remplit et que l'on bouche à l'émeri.

La quantité de terre la plus convenable à une bonne analyse est de deux à quatre cents grains (15 à 26 grammes). L'échantillon doit être pris en tems sec, et laissé à l'air jusqu'à ce qu'il soit sec au toucher.

La pesanteur spécifique d'un sol, ou le rapport de son poids à celui de l'eau, peut se déterminer en introduisant dans une fiole qui contiendra une quantité connue d'eau, des volumes égaux du sol et de l'eau. Cela se pratique aisément en y versant de l'eau jusqu'à ce qu'elle soit à moitié pleine, et ajoutant ensuite le sol jusqu'à ce que le liquide s'élève près du bord; la différence entre le poids du sol et celui de l'eau donnera la pesanteur spécifique cherchée (1). Ainsi, lorsque la fiole contient 400 grains (260 grammes) et qu'elle augmente de 200 grains (13 grammes) chargée de moitié d'eau et de moitié sol, la pesanteur spé-

(1) On la détermine plus exactement encore et plus facilement en pesant le sol, dans une légère fiole dont on prend la tare d'abord dans l'air et ensuite plongée dans l'eau.

cifique du sol sera 2, c'est-à-dire que le sol pèse deux fois autant que l'eau; et si elle a augmenté de 165 *grains* (10 grammes 68), sa pesanteur spécifique sera 1825, celle de l'eau étant 1000.

Il est d'une grande importance que la pesanteur spécifique du sol soit connue, parce qu'elle indique la quantité de matière animale et végétale qu'elle contient; ces substances étant toujours abondantes dans les sols les plus légers.

Les autres propriétés physiques des sols doivent être également examinées avant l'analyse, car elles dénotent, jusqu'à certain point, leur composition, et servent de guide aux expériences. Ainsi les sols siliceux sont généralement rudes au toucher, et rayent le verre; les sols ferrugineux sont de couleur rougeâtre ou jaunâtre; les sols calcaires sont doux au toucher (1).

1. Les sols, quoiqu'aussi secs que possible par une longue exposition à l'air, contiennent toujours cependant une quantité considérable d'eau, qui adhère avec une grande persistance aux terres ainsi qu'aux matières animales et végétales, et qu'on ne peut enlever qu'à l'aide d'une assez forte chaleur. La première opération de l'analyse a pour but de débarrasser le poids du sol de toute l'eau dont il peut l'être sans altérer sa composition; elle se fait en le chauffant pendant 10 à 12 minutes sur une lampe d'Argand, dans une capsule de porcelaine, jusqu'à la température de 500° Fahrenheit (140° centigrades). Si l'on n'a pas de thermomètre, le degré convenable de chaleur se détermine aisément en mettant un morceau de bois sous la capsule; tant que la couleur du bois n'est pas altérée, la chaleur n'est pas trop forte; mais dès que le bois commence à se carbonner, il faut arrêter. Il restera peut-être encore dans le sol une petite quantité d'eau après cette opération, mais les résultats de l'analyse n'en seront pas moins comparables, tandis que si l'on employait une chaleur plus forte, les matières animale ou végétale pourraient se décomposer, et altérer ainsi tout-à-fait l'analyse.

La perte de poids, dans cette opération, doit être notée avec soin, et lorsque dans 400 *grains* (26 grammes), elle

(1) Les sols argileux, quand on les brise, émettent une odeur particulière que l'on nomme terreuse. J. D.

s'élève à 50 grains (3 grammes), le sol doit être considéré comme très absorbant, retenant l'eau très fortement; il contiendra dès lors ordinairement beaucoup de matière animale ou végétale, ou bien une grande quantité de terre alumineuse. Quand la perte ne sera que de 10 à 20 grains (6 à 15 décigrammes); la terre n'est que faiblement absorbante et retenant peu l'eau; la terre siliceuse en forme probablement la plus grande partie.

2. Aucune des pierres spongieuses, gravier, grandes fibres végétales, ne doivent être retirées de l'échantillon d'analyse, jusqu'à ce que l'eau en ait été enlevée; car ces corps, qui sont très absorbans et retenant l'eau, ont par cela même de l'influence sur la fertilité du sol. L'opération suivante, après celle de la dessiccation, a d'ailleurs pour but cette séparation qui se fait aisément par un tamisage, après avoir broyé doucement le sol dans un mortier. Les poids de fibres végétales ou du bois, du gravier et des pierres, sont déterminés séparément, et la nature des pierres et du gravier soigneusement déterminée; si elle est calcaire, il y aura effervescence avec les acides; si elle est siliceuse, le verre sera rayé; si elle est alumineuse, le couteau coupera aisément et il n'y aura pas d'effervescence avec les acides.

3. Outre les pierres et le gravier, la plupart des sols contiennent de plus ou moins grande quantités de sable de divers degrés de finesse. C'est une opération nécessaire, après celle du tamisage précédent, que de les séparer de celles qui sont dans un état de division plus grande, comme l'argile, la terre grasse, la marne, la matière animale et végétale, et la matière soluble dans l'eau. Cela se fait d'une manière suffisamment exacte, en laissant bouillir le sol dans trois ou quatre fois son poids d'eau; puis quand la terre va au fond et que l'eau se refroidit, en agitant le tout pour le bien mélanger, et le laisser ensuite reposer. Alors le gros sable se précipite ordinairement à la minute, le sable fin en 2 ou 5 minutes, et la terre la plus divisée, ainsi que les matières animales et végétales, restent dans un état mécanique de suspension pendant bien plus long-tems; en sorte que si l'on verse l'eau dans un autre vase, après une, deux ou trois minutes, on séparera le sable des autres substances, qui pourra se jeter sur un filtre, avec l'eau qui la contient; puis après que l'eau aura passé, ces substances seront recueillies, séchées et pesées. Le sable sera pesé de son côté et l'on tiendra note de ces quantités relatives.

L'eau de lessivage sera mise à part pour examiner les matières salines et les matières solubles, animale et végétale, dont le sol l'aura chargée.

4. Par l'opération du lavage et de la filtration, le sol se trouve séparé en deux parties, dont la plus importante est ordinairement la matière finement divisée. Une analyse complète du sable n'est que rarement ou n'est même jamais nécessaire; sa nature se détermine de la même manière que celle des pierres et du gravier, c'est toujours du sable siliceux ou du sable calcaire, ou bien un mélange de ces deux sables. S'il ne se compose que de carbonate de chaux, il se dissout rapidement, et avec effervescence, dans l'acide muriatique; mais s'il se compose en partie de matière siliceuse, on peut en déterminer la quantité par une pesée du résidu, après la réaction de l'acide, que l'on ne regardera comme complète que lorsque toute effervescence aura cessé et que le mélange aura pris un goût acide. Le résidu est la partie siliceuse; on la lave, on la sèche et on la chauffe fortement dans un creuset; la différence entre son poids et le poids du sable soumis à l'action de l'acide, indique la proportion du sable calcaire.

5. La matière finement divisée du sol est ordinairement d'une nature très composée; parfois elle contient les quatre terres primitives des sols, avec des matières animale et végétale; et la partie la plus difficile de l'analyse est d'en déterminer les proportions avec une suffisante exactitude.

La première opération, dès lors, est d'exposer cette matière fine à l'action de l'acide muriatique. On verse l'acide étendu du double de son volume d'eau, en quantité égale à deux fois le poids de la matière terreuse. On remue le mélange en l'agitant souvent, et on le laisse une heure ou une heure et demie, avant de l'examiner.

S'il existe dans le sol des carbonates de chaux ou de magnésie, ce tems suffira pour qu'ils soient dissous par l'acide, qui prendra quelquefois un peu d'oxide de fer, mais n'attaquera que très rarement l'alumine.

On filtrera le liquide, et le résidu solide sera recueilli, lavé à l'eau de pluie, séché à un feu doux, et pesé. Sa perte indiquera la quantité de matière solide enlevée. Les eaux des lavages seront réunies à la dissolution qui, si elle n'est pas acide, devra être rendue telle par une addition de nouvel acide, avant d'y verser un peu de solution de prussiate de potasse et de fer. S'il s'y forme un précipité bleu, c'est

qu'il y existe de l'oxide de fer, et l'on continue à verser goutte à goutte de la dissolution jusqu'à ce que cet effet ait cessé. Pour déterminer la quantité de cet oxide de fer, on le recueille de même que l'on a recueilli les autres précipités solides, et on le chauffe jusqu'au rouge; on obtient ainsi l'oxide de fer qui peut être mêlé avec un peu d'oxide de manganèse.

Dans le liquide débarrassé d'oxide de fer, on versera une dissolution de carbonate neutre de potasse, jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé, et même jusqu'à ce que la saveur et l'odeur du mélange indiquent un excès considérable de sel alcalin.

Le précipité qui se forme est du carbonate de chaux; on le recueille sur le filtre et on le chauffe à une chaleur au-dessous du rouge.

On fait bouillir le liquide restant pendant un quart d'heure, et la magnésie, s'il en existe, se précipite à l'état de combinaison avec l'acide carbonique; on la recueille et on l'évalue comme on l'a fait pour le carbonate de chaux.

Si, par quelques circonstances particulières, une faible proportion d'alumine avait été dissoute par l'acide, elle se retrouverait dans le précipité avec le carbonate de chaux, et l'on devrait l'en retirer en le faisant bouillir quelques minutes avec une lessive de savon suffisante pour recouvrir la matière solide; cette eau de savon dissoudrait l'alumine, sans agir sur le carbonate de chaux.

Si la partie finement divisée du sol est assez calcaire pour faire une forte effervescence avec les acides, on peut suivre un procédé bien simple pour déterminer la quantité de carbonate de chaux avec une exactitude suffisante, dans les cas ordinaires.

Le carbonate de chaux, dans quelque état qu'il soit, contient une proportion déterminée d'acide carbonique, qui est d'environ 43 pour cent, ensorte que lorsque la quantité de ce fluide élastique dégagé du sol pendant l'action d'un acide sur la substance calcaire est connue, soit en poids, soit en mesure, la quantité de carbonate de chaux l'est aussi.

Quand on emploie la méthode par diminution de poids, deux parties d'acide et une partie de la matière du sol doivent être pesées en deux fioles séparées, et mêlées très lentement ensemble jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé; la différence de leurs poids avant et après ce mélange, indique la quantité d'acide carbonique dégagé; pour

4 grains $\frac{1}{4}$ (375 milligr.) d'acide carbonique, il faut compter 10 grains (647 milligr.) de carbonate de chaux.

La meilleure méthode de recueillir l'acide carbonique est celle de l'appareil pneumatique (1), dans lequel son volume peut se mesurer par la quantité d'eau qu'il déplace.

6. Après avoir fait agir l'acide muriatique sur les parties calcaires du sol; l'opération suivante consiste à déterminer la quantité de matière insoluble, animale et végétale, qu'il contient dans un état de grande ténuité.

Cela se fait avec assez de précision, en chauffant fortement ce résidu insoluble dans un creuset, sur un feu ordinaire, jusqu'à ce qu'il ne reste plus de noir dans la masse. Il faut remuer avec une baguette de fer pour renouveler les surfaces; la perte de poids qui s'ensuit dénote la quantité de substance destructible, par l'air et le feu, que le résidu contenait (2).

Il est impossible de savoir si toute cette substance est végétale ou animale, ou bien un mélange animal et végétal, sans recourir à des expériences délicates et difficiles. Quand l'odeur émise pendant toute la durée de l'incinération est semblable à celle de plumes brûlées, c'est une indication certaine de substance animale ou du moins analogue; tandis qu'une flamme bleue abondante au moment de l'igni-

(1) A, B, C, D (fig. 15), représentent les différentes parties de cet appareil. A est la fiole où l'on met la matière du sol; B celle où l'on met l'acide, et qui est garnie de son robinet; C le tube communiquant avec la vessie; D, la mesure graduée; E le récipient pour contenir la vessie. Pour se servir de l'instrument, on introduit une quantité donnée du sol dans A; on remplit B d'acide muriatique étendu de quantité égale d'eau; et le robinet fermé, on la place et on l'ajuste sur l'orifice A, destiné à la recevoir. Le tube D est introduit dans l'orifice inférieur de A; et la vessie à laquelle il communique est placée vide en E, récipient rempli d'eau. La mesure graduée est placée sous le tube de E. Quand on tourne le robinet de B, l'acide coule en A, et agit sur la matière du sol; le fluide élastique développé passe à travers C dans la vessie, et déplace une quantité d'eau en E, égale à son volume; quantité d'eau qui coule dans la mesure graduée, et donne par son volume la proportion d'acide carbonique dégagée; on peut évaluer par chaque once (31 grammes), en mesure, deux grains (129 milligr.) de carbonate de chaux.

(2) Quand le sol est alumineux, une partie de cette perte pourrait être due à de l'eau qui se dégagerait. L'hydrate pure d'alumine contient environ 58 pour cent d'eau, qui n'en peuvent être dégagés qu'à la chaleur blanche. La détermination exacte de la proportion de matière animale et végétale dans un sol, est donc difficile sous ce rapport, et demande quelqu'habileté de la part du manipulateur. J. D.

tion, dénote presque toujours une portion considérable de matière végétale. Lorsqu'il est nécessaire d'achever complètement l'analyse, on peut aider à la décomposition des substances avec du nitrate d'ammoniaque qui, au moment de l'ignition, peut être projeté graduellement sur la masse jusqu'à concurrence de 20 grains (1295 milligr.) pour cent du résidu du sol. Ce réactif accélère la décomposition de la matière végétale et animale, qu'il convertit en fluides élastiques, tandis que lui-même se décompose et se dégage.

7. Les substances qui restent après la destruction de la matière végétale et animale, sont ordinairement des particules de matières terreuses contenant de l'alumine et de la silice en combinaison avec de l'oxide de fer ou de manganèse.

Pour en opérer la séparation, on fait bouillir le résidu solide pendant 2 ou 3 heures avec de l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau; la quantité d'acide peut s'évaluer à 120 pour 100 du résidu sur lequel il est destiné à réagir.

Ce qui reste après l'action de l'acide sulfurique peut être considéré comme siliceux; on peut le recueillir, le laver, le sécher et le peser.

L'alumine et l'oxide de fer, ainsi que celui de manganèse, s'il en existe, ont été dissous par l'acide sulfurique; on peut les séparer par le succinate d'ammoniaque en excès, qui précipite l'oxide de fer, et par la lessive de savon qui dissout l'alumine, mais non pas l'oxide de manganèse; les poids des oxides, après qu'ils ont été chauffés jusqu'au rouge, en dénotent les quantités.

Si quelque peu de magnésie et de chaux ont échappé à la dissolution de l'acide muriatique, on les retrouvera dans l'acide sulfurique; mais le moyen de les découvrir et d'en déterminer les quantités, est le même dans tous les cas.

Le procédé d'analyse par l'acide sulfurique est suffisamment précis pour toutes les expériences ordinaires; mais si l'on a besoin d'une grande précision, il faut employer du carbonate sec de potasse, comme réactif, et chauffer jusqu'au rouge pendant une demi-heure le résidu de l'opération, avec quatre fois son poids de ce réactif, dans un creuset d'argent ou de porcelaine réfractaire. La masse obtenue peut se dissoudre dans l'acide muriatique, et la dissolution s'évapore presque à siccité; on ajoute de l'eau distillée, qui dissout les oxides de fer et toutes les terres à l'état de

muriates, à l'exception de la silice. Après le procédé ordinaire du lavage, la silice peut être chauffée jusqu'au rouge; les autres substances se séparent de la même manière que dans les dissolutions muriatique et sulfurique.

Ce procédé est le seul qu'emploient ordinairement les chimistes pour les analyses de pierres.

8. Si l'on soupçonne dans le sol quelque matière saline, ou soluble, animale ou végétale, on la retrouvera dans l'eau de lavage employée pour isoler le sable.

Si la matière solide obtenue est de couleur brune et inflammable, on peut la considérer comme formée en partie d'extractif végétal. Si, exposée à la chaleur, elle répand une odeur de plumes brûlées, c'est qu'elle contient de la matière animale ou albumineuse; si elle est blanche, cristalline et non destructible par la chaleur, on peut la regarder comme une matière principalement saline, et sa nature sera déterminée à l'aide des réactifs décrits page 72.

9. Si l'on soupçonne la présence du sulfate ou du phosphate de chaux dans le sol, il faut un procédé particulier pour s'en assurer. On prend un poids donné du sol, 400 grains (25 à 26 grammes) par exemple, et on les chauffe au rouge pendant une demi-heure dans un creuset, en les mêlant avec $\frac{1}{2}$ de charbon en poussière. Le mélange devra bouillir ensuite pendant un quart d'heure dans $\frac{3}{4}$ pint (2 à 3 décilitres) d'eau; on filtre la liqueur et on l'expose pendant quelques jours à l'air dans un vase ouvert. S'il existe dans le sol une quantité notable de sulfate de chaux (*gypse*), il se formera graduellement dans la liqueur un précipité blancâtre dont le poids indiquera la proportion.

Le phosphate de chaux, s'il en existe, peut se séparer ensuite. On fait digérer sur le sol une quantité d'acide muriatique plus que suffisante pour saturer les terres solubles; on fait évaporer la dissolution, et l'on ajoute de l'eau sur la matière solide. Cette eau dissoudra les composés des terres et d'acide muriatique, en laissant intact le phosphate de chaux. Il n'entre pas dans les bornes assignées à ce chapitre, de détailler chaque procédé pour découvrir les substances qui peuvent se trouver accidentellement mêlées à la matière des sols. On y rencontre, çà et là, d'autres terres et d'autres oxides métalliques, mais en trop petite quantité pour qu'ils puissent apporter quelque modification à la fertilité du sol ou à sa stérilité, ensorte que la recherche de

ces substances accidentelles et peu importantes compliqueraient l'analyse sans aucune utilité.

10. Lorsque l'examen d'un sol est complet, on range les produits numériquement et l'on en ajoute les quantités ensemble ; si cette addition donne un total presque égal à celui du sol soumis à l'examen , l'analyse peut être regardée comme suffisamment exacte. Il faut observer cependant que lorsque le phosphate ou le sulfate de chaux ont été reconnus par les moyens particuliers que nous venons de décrire , il y a une correction à faire, et qui consiste à retrancher de la quantité de carbonate de chaux précipité par l'oxide muriatique, celle du phosphate et du sulfate de chaux trouvés d'ailleurs.

Dans l'arrangement des produits, on doit suivre l'ordre des expériences qui les ont fait obtenir.

Ainsi, j'ai retiré de 400 parties de bon terrain sablonneux siliceux d'une houblonnière près Tunbridge, Kent :

- 19 eau d'absorption,
- 53 pierre tendre et gravier principalement siliceux,
- 14 fibre végétale non décomposée,
- 212 sable fin siliceux,
- 19 matière finement divisée, séparée par agitation et filtration, et consistant principalement en carbonate de chaux,
- 3 carbonate de magnésie,
- 15 matière destructible par le feu, végétale principalement,
- 21 silice,
- 13 alumine,
- 5 oxide de fer,
- 3 matière soluble, principalement du sel ordinaire et de l'extractif végétal,
- 2 gypse.

379

21 perte.

400

Cette perte n'est pas plus considérable que celle que l'on a toujours dans des analyses semblables ; elle tient à l'impossibilité de recueillir toutes les quantités des différens précipités, à la présence de plus d'humidité que l'on n'en compte par l'eau d'absorption et qui se perd dans les diverses opérations.

Quand le manipulateur a l'habitude des instrumens, des réactifs, et des rapports qui existent entre les caractères physiques du sol et ses propriétés chimiques, il n'a pas toujours besoin de suivre tous les procédés qui viennent d'être décrits. Quand le sol, par exemple, ne contient pas de proportion notable de matière calcaire, on peut se dispenser de l'emploi de l'acide muriatique (7); en examinant les sols tourbeux, il faut s'attacher principalement à l'opération de l'air et du feu (8); dans l'analyse des terrains gras et crayeux, on peut se dispenser de l'emploi de l'acide sulfurique (9); quand un sol est extrêmement dense et pesant, qu'après l'avoir chauffé jusqu'au rouge, il est remarquablement attirable à l'aimant, on doit s'attacher spécialement à connaître la quantité de fer qu'il contient, et dans ce cas, l'acide muriatique devient le réactif principal.

Dans les premiers essais faits par des personnes qui ne sont pas familiarisées avec les manipulations chimiques, il ne faut pas s'attendre à beaucoup de précision dans les résultats. On rencontre d'abord les difficultés, et c'est en les surmontant qu'on acquiert les connaissances pratiques, car rien n'est plus instructif, pour une science expérimentale, que la découverte des méprises que l'on a pu commettre. Une analyse exacte ne peut reposer que sur une investigation chimique, mais il n'est pas de meilleur moyen peut-être que des essais et des recherches particulières. Dans la suite des expériences que l'on entreprend, on est continuellement obligé d'apprendre les propriétés des substances que l'on emploie; et les idées théoriques que l'on acquiert deviennent d'autant plus importantes, qu'elles se lient à des opérations pratiques, et qu'on les a pour ainsi dire, découvertes soi-même.

Les plantes ne jouissant pas de la faculté locomotive, ne peuvent croître que dans les lieux où elles trouvent leur nourriture; le sol est nécessaire à leur existence, tant par la nourriture qu'il leur procure, que par les points d'appui qu'il leur présente, en leur permettant de s'y fixer de manière à obéir aux lois mécaniques qui maintiennent leurs racines au-dessous de la surface du sol, et leurs feuilles librement exposées à l'atmosphère. Comme les systèmes de racines, branches et feuilles sont très différens dans les différens végétaux, il réussissent mieux dans certains sols; les plantes à racine bulbeuse ont besoin d'un sol plus poreux et plus léger que celles à racine fibreuse; les plantes qui n'ont

que de courtes racicules fibreuses ont besoin d'un sol plus ferme que celles qui ont des racines profondes ou étendues.

Un bon terrain à turneps de Holkham, Norfolk, m'a donné 8 parties sur 9 de sable siliceux ; la matière finement divisée se composait de

- 65 carbonate de chaux,
- 15 silice,
- 11 alumine,
- 5 oxide de fer,
- 5 matière végétale et saline,
- 3 humidité.

J'ai trouvé que le sol, pris dans un champ à Sheffield-Place, Sussex, remarquable par les beaux chênes qu'il produit, se composait de 6 parties de sable et d'une d'argile avec matière finement divisée. 100 parties de ce sol, soumises à l'analyse ont donné

- 54 silice,
- 28 alumine,
- 3 carbonate de chaux,
- 5 oxide de fer,
- 4 matière végétale en décomposition,
- 6 perte et humidité.

Un excellent sol à blé, dans le voisinage ouest de Drayton, Middlesex, m'a donné 3 parties de sable siliceux sur 5 ; et sa matière finement divisée se composait de

- 28 carbonate de chaux,
- 32 silice,
- 29 alumine,
- 11 matière animale, végétale, et humidité.

De ces divers sols, le dernier est celui qui a le plus de cohérence, et le premier celui qui en a le moins. Dans tous les cas, les parties constituantes du sol qui donnent de la tenacité et de la cohérence, sont les matières finement divisées ; elles ont le pouvoir de donner ces qualités au plus haut degré, quand elles contiennent beaucoup d'alumine. Une petite quantité de matière finement divisée est suffisante pour préparer un sol convenable à la production des turneps et de l'orge ; j'ai vu une récolte passable de turneps dans un sol contenant 11 parties de sable sur 12. Une plus grande proportion de sable d'ailleurs, produit toujours une stérilité absolue. La lande de Bagshot, qui se trouve entièrement privée de végétation, contient moins de $\frac{1}{50}$ de matière finement divisée. 400 parties de cette lande, après

avoir été chauffées jusqu'au rouge, m'ont donné 380 parties de sable grossier siliceux, 9 parties de sable fin, et 11 parties de matière en poudre impalpable, mélange de carbonate de chaux et d'argile ferrugineux (1). Les matières animale ou végétale, quand elles sont finement divisées, non seulement donnent de la cohérence, mais aussi rendent la terre plus douce et plus facile à pénétrer. Mais ni ces substances, ni aucune autre ne doit être en trop grande proportion dans le sol, qui devient même improductif, quand il se compose entièrement de matière impalpable.

L'alumine pure, ou la silice, le carbonate pur de chaux ou de magnésie sont incapables de produire une végétation vigoureuse.

Aucun sol n'est fertile s'il contient plus de 19 parties sur 20 des substances que nous venons de mentionner.

On demandera si les terres pures dans le sol sont simplement actives comme agens mécaniques ou chimiques, indirectement, ou bien si elles contribuent physiquement à la nourriture des plantes? C'est une question importante, et il n'est pas difficile de la résoudre.

Les terres, ainsi que je l'ai déjà fait voir, se composent de métaux unis à l'oxygène; ces métaux n'ont pas été décomposés; il n'y a conséquemment pas de raison de supposer que les terres puissent se convertir en élémens des composés organisés, carbone, hydrogène et azote.

(1) Quand le climat est favorable et qu'il y a suffisamment d'humidité, les arbrisseaux croissent cependant et viennent bien dans les sols presque entièrement siliceux. Je puis citer, comme exemple frappant, le sol du jardin des canneliers dans le voisinage de Colombo, à l'île de Ceylan. Dans plusieurs lieux où cette plante précieuse vient le mieux, la surface du sol est blanche comme neige, et n'est que du sable quartzeux pur; à quelques centimètres au-dessous de la surface où pénètrent les racines, le sable est de couleur grise. Un échantillon de ce terrain sableux, étant chauffé fortement, a été trouvé se composer de

98,5 sable siliceux,
1,0 matière végétale,
0,5 eau.

Dans mon ouvrage intitulé, « Rapport sur l'intérieur de Ceylan » j'ai donné d'autres exemples d'analyses de sols composés principalement de terres siliceuses qui sont propres à la culture dans ce climat. En y réfléchissant, je suis disposé à croire que dans l'évaluation de la fertilité du sol, il faut donner beaucoup d'attention à sa situation par rapport à l'eau. Probablement un sol siliceux presque pur peut être fertile quand il est susceptible d'être bien arrosé, en prenant soin de lui donner des engrais. Voyez page 121.

J. D.

Les plantes sont faites pour croître dans des quantités déterminées de terre. Elles n'en consomment que de faibles portions, et cette perte même se retrouve dans leurs cendres; c'est-à-dire, que cette quantité consommée n'a pas été convertie en nouveaux produits.

L'acide carbonique uni à la chaux ou à la magnésie, pourrait être décomposé, s'il arrivait que quelqu'acide plus fort se formât dans le sol, pendant la fermentation de la matière végétale qui le dégagerait des terres; mais les terres elles-mêmes ne peuvent être supposées susceptibles de se convertir en d'autres substances par aucune opération s'effectuant dans le sol.

Dans tous les cas, les cendres des plantes renferment un peu des terres du sol dans lequel elles croissent; mais ces terres, ainsi qu'on l'a pu voir dans la table des cendres de différentes plantes, que nous avons donnée dans le chapitre précédent, ne forment jamais plus de $\frac{1}{10}$ du poids de la plante incinérée.

Si l'on considère les terres comme nécessaires aux végétaux, c'est en ce qu'elles donnent de la dureté et de la fermeté à leur organisation. Ainsi l'on a cité le blé, les avoines et plusieurs graminées à tige creuse, comme ayant un épiderme composé principalement de terre siliceuse, et dont l'emploi paraît être de les renforcer et de les défendre contre les attaques des insectes et des plantes parasites.

Quelques sols sont beaucoup plus échauffés par les rayons du soleil, toutes choses égales d'ailleurs, que d'autres; et des sols sont amenés au même degré de froid ou de chaud en des tems différens, c'est-à-dire, que quelques-uns se refroidissent beaucoup plus vite que d'autres.

Cette propriété a été très peu considérée sous un point de vue philosophique, et cependant elle est d'une haute importance en agriculture. En général, les sols qui se composent d'une argile blanche compacte, sont difficiles à s'échauffer; comme ils sont d'ailleurs ordinairement très humides, ils ne gardent leur chaleur que peu de tems. Les *craies* leur ressemblent en ce point, qu'elles s'échauffent difficilement; mais comme elles sont plus sèches, elles retiennent plus long-tems leur chaleur, qui ne se dépense pas à faire évaporer l'humidité.

Un sol noir contenant beaucoup plus de matière douce végétale, s'échauffe beaucoup plus par l'air et le soleil; les sols colorés, ceux qui contiennent beaucoup de matière

carbonacée ou ferrugineuse, exposés au soleil dans les mêmes circonstances, acquièrent une température bien plus élevée que les sols faiblement colorés.

Quand les sols sont parfaitement secs, ceux qui s'échauffent le plus promptement au soleil sont aussi ceux qui se refroidissent le plus vite, la déperdition de leur chaleur par le rayonnement étant aussi le plus grand; mais je me suis assuré, par expérience, que le sol sec le plus foncé en couleur (contenant en abondance des matières animale ou végétale qui facilitent le plus la diminution de température) quand il est chauffé au même degré, pourvu que ce soit dans les limites habituelles des rayons solaires, se refroidit plus lentement qu'un sol pâle humide, entièrement composé de matière terreuse.

J'ai trouvé qu'un riche terreau noir, contenant près de $\frac{1}{4}$ de matière végétale, pouvait accroître en une heure sa température de 65° à 88° F. (18° à 31° centigr.) par son exposition au soleil, tandis qu'un sol crayeux ne s'échauffait qu'à 69° F. ($20^{\circ},56$ centigr.) dans les mêmes circonstances. Mais le terreau se retrouvant à l'ombre, où la température n'était que de 62° F. ($16^{\circ},67$ centigr.), perdit 15° F. ($8^{\circ},24$ centigr.) en une demi-heure; le terrain crayeux, dans les mêmes circonstances, ne perdit que 4° Fahrenheit ($2^{\circ},78$ F.)

Un sol brun fertile et une argile froide stérile furent chauffés artificiellement jusqu'à 88° F. ($31^{\circ},11$ centigr.), après avoir été séchés préalablement; en une demi-heure, le sol foncé avait perdu 9° F. (5° centigr.), tandis que l'argile n'en avait perdu que 6° F. ($3^{\circ},35$ centigr.) Une égale quantité d'argile humide, après avoir été chauffée à 88° F. ($31^{\circ},11$ centigr.), fut exposée à une température de 55° F. ($12^{\circ},78$ centigr.); en moins d'un quart d'heure, elle avait repris la température de l'appartement. Les sols, dans toutes ces expériences, furent placés sur de petits plats d'étain de deux *inches* (50 mill.) carrés et d'un demi-*inch* (13 mill.) de profondeur; la température était constatée par un thermomètre sensible.

Rien de plus évident que la chaleur naturelle du sol, particulièrement au printemps, est de la plus haute importance pour la croissance des plantes. Quand les feuilles sont pleinement développées, la terre en reçoit l'ombre, et toute influence dangereuse qui, dans l'été pourrait résulter d'une trop grande chaleur, se trouve ainsi écartée; en sorte que la

température de la surface, quand elle est nue et exposée au rayons du soleil, donne au moins une indication des degrés de sa fertilité; et le thermomètre peut ainsi devenir un utile instrument pour celui qui veut acquérir ou améliorer un domaine.

L'humidité du sol en influence la température; la manière dont elle est distribuée ou combinée avec les matériaux terreux est d'une grande importance pour l'alimentation de la plante. Si l'eau se trouve trop fortement attirée par les terres, elle ne sera pas absorbée par les racines des plantes; si elle est en trop grande quantité ou trop facile à se séparer des terres, elle tend à endommager ou à détruire les parties fibreuses des racines.

Il y a deux états dans lesquels l'eau semble exister dans les terres et dans les substances animale et végétale; dans le premier état elle existe par attraction chimique, et dans le second par simple attraction cohésive.

Si l'on verse une dissolution pure d'ammoniaque ou de potasse, dans une solution d'alun, l'alumine se précipite en union avec l'eau; la poudre séchée par exposition à l'air, donne ensuite plus de moitié de son poids d'eau par distillation; dans cet exemple, l'eau est unie par attraction chimique. L'humidité que le bois, la fibre musculaire, la gomme, chauffés à 212° F. (100° centig.) rendent ensuite par une distillation poussée à la chaleur rouge, est également de l'eau dont les élémens étaient unis dans la substance par combinaison chimique.

Quand la terre à pipe desséchée à la température de l'atmosphère est mise en contact avec l'eau, ce fluide est rapidement absorbé, ce qui est dû à l'attraction cohésive. Les sols en général, ainsi que les substances animale et végétale qui ont été séchées à une chaleur au-dessous de celle de l'eau bouillante, accroissent de poids par exposition à l'air dont elles absorbent l'eau, à l'état de vapeur, à raison de l'attraction cohésive.

L'eau chimiquement combinée parmi les élémens des sols, excepté dans le cas de décomposition de substances animale ou végétale ne peut être absorbée par la racine des plantes; mais l'eau qui n'est qu'inhérente aux parties du sol, sert constamment à la végétation. Il est peu de mélanges de terres trouvées dans le sol, qui contiennent de l'eau chimiquement combinée, il est vrai; l'eau étant chassée des terres par la plupart des substances qui se combinent avec

elles. Ainsi, quand on expose une combinaison de chaux et d'eau à l'acide carbonique, cet acide prend la place de l'eau; les composés d'alumine et de silice, ou d'autres composés des terres ne s'unissent pas chimiquement avec l'eau; les sols, ainsi que nous l'avons dit, ne sont formés que par des carbonates terreux, ou par des composés de terres pures et d'oxides métalliques.

Quand des substances salines existent dans les sols, elles sont unies à l'eau chimiquement et mécaniquement; mais elles y sont toujours en trop petite quantité pour influencer les rapports du sol avec l'eau.

La puissance d'absorption du sol pour l'eau, par attraction cohésive, dépend beaucoup de l'état de division de ses parties; les plus divisées sont celles qui ont le plus grand pouvoir absorbant. Les différens composans des sols paraissent agir de même, par attraction cohésive, avec différens degrés d'énergie. Ainsi les substances végétales semblent plus absorbantes que celles animales; ces dernières plus que les composés d'alumine et de silice; ces composés plus que les carbonates de chaux et de magnésie; ces différences d'ailleurs peuvent dépendre des différences de leur état de division et de leur surface exposée.

Le pouvoir d'absorption des sols pour l'eau de l'air est intimement lié à leur fertilité. Quand ce pouvoir est grand, la plante est approvisionnée d'humidité dans les tems secs; l'effet d'évaporation pendant le jour est compensé par l'absorption de la vapeur aqueuse de l'atmosphère et des parties intérieures du sol pendant le jour, comme aussi de celles extérieures et intérieures pendant la nuit.

Les argiles compactes dont la nature se rapproche de celle de la terre à pipe, qui prennent une si grande quantité d'eau lorsqu'on l'y verse liquide, ne sont pas les sols qui absorbent le plus l'humidité de l'atmosphère dans les tems secs. Elles durcissent et ne présentent qu'une petite surface à l'air; leur végétation est ordinairement brûlée presque aussi vite que celle qui vient dans les sables.

Les sols les plus efficaces pour fournir la plante d'eau par absorption atmosphérique, sont ceux qui forment un mélange convenable de sable, d'argile finement divisée, et de carbonate de chaux, avec quelque matière animale ou végétale; ce sont ceux qui sont les plus poreux, les plus légers et les plus librement perméables à l'atmosphère. Par rapport à cette qualité, le carbonate de chaux, ainsi que

la matière animale et végétale, sont d'un grand usage dans les sols, pour donner au sol un pouvoir absorbant sans lui communiquer trop de tenacité; le sable qui détruit aussi la tenacité, donne au contraire peu de pouvoir absorbant.

J'ai comparé les pouvoirs absorbans de plusieurs sols pour l'humidité de l'atmosphère, et j'ai trouvé toujours qu'ils étaient les plus grands dans les sols les plus fertiles; en sorte que c'est un moyen de juger la fertilité d'une terre.

1000 parties du sol célèbre de Ormistown, dans l'Est Lothian, qui contenait plus de moitié de son poids de matière finement divisée, dont 11 de carbonate de chaux et 9 de matière végétale, séchés à 212° F. (100° centig.), ont acquis en une heure par leur exposition à un air saturé d'humidité, à la température de 62° F. (16°,67 centigrades), 18 *grains* (1164 milligr.).

1000 parties d'un sol très fertile des bords de la rivière Parret, en Somersetshire, acquit 16 *grains* (1036 milligr.) dans les mêmes circonstances.

1000 parties d'un sol de Mersea en Essex, rapportant 14 *shillings* par *acre* (17 fr. 22 c. par 40 ares), ont acquis 13 *grains* (811 milligr.).

1000 *grains* (64750 milligr.) de sable fin d'Essex, rapportant 28 *shillings* par *acre* (34 fr. 44 c. par 40 ares), acquièrent 11 *grains* (711 milligr.).

1000 de sable grossier rapportant 15 *shillings* par *acre* (18 fr. 45 c. par 40 ares), acquièrent seulement 8 *grains* (518 milligr.).

1000 du sol des landes de Bagshot n'acquièrent que 3 *grains* (194 milligr.).

L'eau et les matières animales et végétales en décomposition qui existent dans le sol, constituent la véritable nourriture des plantes; de même que les parties terreuses du sol servent à retenir l'eau et à la fournir en proportion convenable aux racines des végétaux, elles servent encore à la distribution efficace des matières végétale et animale; quand elles y sont également mélangées, elles préviennent une décomposition trop rapide, et c'est encore elles qui fournissent les parties solubles en proportions convenables.

Outre cette action, qui peut être regardée comme mécanique, il en existe une autre entre les sols et les matières organisées que l'on peut dire chimique de sa nature. Les terres et même les carbonates terreux ont un certain degré

d'affinité chimique pour plusieurs des principes des substances animale et végétale. L'alumine et l'huile en offrent un exemple; si l'on mêle une solution acide d'alumine avec une lessive de savon, qui se compose de matière huileuse et de potasse, l'huile et l'alumine s'unissent pour former une poudre blanche qui se précipite au fond de la liqueur.

L'extrait de matière végétale en décomposition, quand on le fait bouillir avec de la terre à pipe ou de la craie, forme une combinaison par laquelle la matière végétale est rendue d'une décomposition et d'une solution plus difficile. La silice pure et le sable siliceux ont peu d'action de cette espèce; les sols qui contiennent le plus d'alumine et de carbonate de chaux sont ceux qui agissent avec la plus grande énergie chimique pour conserver les engrais. Ces sols méritent bien le nom de riches qu'on leur donne, car ils conservent long-tems les alimens des plantes jusqu'à ce qu'ils soient absorbés par les organes végétaux. Les sables siliceux, au contraire, méritent le terme de maigres ou affamés qu'on leur donne ordinairement; car les matières végétale et animale qu'ils contiennent n'étant pas attirées par les composans terreux du sol, y sont plus sujettes à se décomposer par l'action de l'atmosphère ou bien à en être emportées par l'eau.

Dans la plupart des terrains riches en végétaux, noirs ou bruns, les terres semblent être en combinaison avec une matière extractive particulière que leur fournit la décomposition végétale. Elle est lentement prise ou attirée des terres par l'eau, et paraît être une cause principale de la fertilité du sol.

Les signes de fertilité des sols pour différentes plantes, varient avec les climats et doivent être spécialement influencés par la quantité de pluie.

Le pouvoir d'absorption d'humidité des sols doit être beaucoup plus grand dans les pays chauds ou secs que dans ceux froids ou humides; et suivant aussi qu'ils contiennent plus d'argile et de matière animale et végétale. Les sols en déclivité doivent encore être plus absorbans que ceux des plaines ou des fonds des vallées. Leur fertilité d'ailleurs reste soumise à l'influence de la nature du sous-sol ou du gisement sur lequel ils reposent.

Quand les sols sont situés immédiatement sur un lit de roc ou de pierre, ils se dessèchent plus vite par évaporation,

que lorsque le sous-sol est d'argile ou de marne ; une cause de la grande fertilité de quelques terres dans le climat humide de l'Irlande , est la proximité des bancs de roche du sol.

Un sous-sol argileux sera parfois d'un avantage positif pour un sol sableux ; car dans ce cas il retiendra l'eau de manière à suppléer à celle que perd la terre de dessus, par son évaporation, ou par la consommation qu'en font les plantes.

Un sous-sol sableux ou de gravier corrige souvent les imperfections d'un sol trop absorbant.

Dans les pays calcaires où la surface est une espèce de marne, le sol n'a souvent que quelques centimètres de profondeur au-dessus de la pierre à chaux, et la fertilité n'est pourtant pas détruite par le voisinage du roc ; mais dans un sol moins absorbant, cette situation déterminerait la stérilité ; les montagnes de sable et de craie du Derbyshire et des Galles nord se distinguent aisément de loin , dans l'été, par les différentes teintes de la végétation. Le gazon, sur les montagnes sablonneuses, est brûnatre et grillé, tandis que sur les montagnes crayeuses, il est vigoureux et vert.

Pour assigner différentes parties d'un domaine à des récoltes spéciales, il est évident d'après ce qui précède, qu'aucun principe général ne peut être posé qu'après que l'on connaît toutes les circonstances de la nature, de la composition et de la situation tant du sol que du sous-sol.

Les méthodes de culture doivent également être différentes pour des sols différens. La même pratique, qui serait excellente dans un cas, peut être destructive dans un autre.

Un labour profond peut être une pratique très avantageuse dans un riche sol compacte, tandis que dans un sol superficiel fertile, situé sur un sous-sol froid, argileux ou sableux, il serait très préjudiciable.

Dans un climat humide où la quantité de pluie qui tombe annuellement est de 40 à 60 *inches* (1^m à 1^m,50) comme en Lancashire, Cornouailles et quelques parties de l'Irlande, un sol sableux siliceux est beaucoup plus productif que dans les cantons secs ; dans cette situation le blé et les fèves demandent un sol moins cohérent et moins absorbant que dans des situations plus sèches ; les plantes à racines bulbeuses viendront bien dans un sol qui contiendra jusqu'à 14 et 15 parties de sable.

L'épuisement par les moissons est soumis également à l'influence de ces circonstances. Dans les cas où les plantes ne peuvent absorber une humidité suffisante, elles exigent plus d'engrais. En Irlande, dans le Cornouailles, dans les montagnes de l'ouest de l'Écosse, le blé épuise moins la terre que dans les cantons secs de l'Irlande. Les avoines surtout appauvrissent beaucoup plus la terre, dans les climats secs, que dans les climats humides.

Les sols semblent devoir leur origine à la décomposition des bancs de roches. Il arrive souvent que les sols sont trouvés dans leur état primitif sur les roches dont ils proviennent. Il est aisé de se faire une idée de la manière dont les roches se convertissent en sols, en rappelant l'exemple du *granit doux*, ou *granit de porcelaine*. Cette substance se compose de trois ingrédients, quartz, feldspath et mica. Le quartz est presque une terre siliceuse pure, sous forme cristalline. Le feldspath et le mica sont des substances très composées; toutes deux contiennent de la silice, de l'alumine et de l'oxide de fer : dans le feldspath il existe ordinairement de la chaux et de la potasse; dans le mica, c'est de la chaux et de la magnésie.

Quand une roche granitique de cette espèce a été longtemps exposée à l'influence de l'air et de l'eau, la chaux et la potasse que renferment ses parties constituantes sont soumises à l'action de l'eau ou de l'acide carbonique; l'oxide de fer, qui presque toujours s'y trouve dans l'état le moins oxidé, tend à se combiner avec plus d'oxygène; par suite le feldspath se décompose ainsi que le mica, mais la décomposition du feldspath est plus prompte. Le feldspath, qui est pour ainsi dire le ciment d'union, se transforme en fine argile; le mica en partie décomposé s'y mêle comme sable; le quartz non décomposé reste comme gravier, ou comme sable de différens degrés de finesse.

Aussitôt que la plus petite couche de terre est formée sur la surface d'une roche, les graines des lichens, des mousses et autres végétaux imparfaits qui flottent constamment dans l'atmosphère, s'y fixent et commencent à végéter; elles meurent, et leur destruction, leur décomposition produisent une certaine quantité de matière organisable qui se mêle avec les matériaux terreux de la roche; dans ce sol ainsi amélioré, des plantes plus parfaites trouvent leur subsistance; à leur tour elles tirent de la nourriture de l'eau et de l'atmosphère; quand elles meurent, elles ajoutent de

nouveaux matériaux à ceux existant déjà ; la décomposition de la roche marche toujours ; enfin, par ce procédé lent et graduel, il se forme un sol dans lequel les arbres forestiers même peuvent fixer leurs racines, et qui devient susceptible de récompenser les travaux du cultivateur.

Lorsque des séries de générations des végétaux ont orû sur un sol, à moins qu'une partie de leur produit n'ait été enlevée par l'homme ou consommée par les animaux, la matière végétale s'accroît dans une telle proportion, que le sol approche de la nature des tourbières ; et s'il est dans une situation à recevoir l'eau d'un canton plus haut, il devient spongieux, et pénétré par cette eau, il devient graduellement incapable de supporter la plus noble classe des végétaux.

Plusieurs terrains houillers semblent s'être formés par la destruction des forêts, par suite de l'usage imprudent qu'ont fait de la hache les anciens cultivateurs des pays où se trouvent ces houillères ; quand les arbres sont tombés sur la lisière des bois, ceux de l'intérieur, exposés au vent tout-à-coup, au lieu d'être abrités comme ils y étaient habitués, deviennent languissans et meurent dans leur nouvelle situation ; leurs feuilles et leurs branches, en se décomposant graduellement, produisent une couche de matière végétale. Dans la plupart des grands marais d'Irlande et d'Écosse, les gros arbres qu'on trouve sur les bords portent les marques de la hache qui les a abattus. Dans l'intérieur on trouve peu d'arbres entiers ; probablement parce qu'ils sont tombés par un dépérissement graduel, et que la fermentation et la décomposition de la matière végétale a été d'autant plus rapide qu'il y avait un plus grand amas de matière végétale.

Les lacs et les étangs sont par fois remplis par l'accumulation des débris de plantes aquatiques, et dans ce cas il se forme une espèce de tourbe bâtarde. La fermentation, dans ce cas, semble d'ailleurs être d'une espèce différente ; il se dégage beaucoup plus de matière gazeuse, et le voisinage des terrains marécageux où s'opère cette décomposition des végétaux aquatiques est ordinairement fiévreux et malsain, tandis que celui des vraies tourbières formées sur des sols primitivement secs est toujours salubre (1).

(1) Dans les climats tropicaux il ne se forme pas de tourbe, parce que la température est trop élevée. La matière végétale morte se décompose

La matière terreuse des tourbes est uniformément analogue à celle de la couche sur laquelle elles reposent ; les plantes qui les ont formées avaient tiré les terres qu'elles contenaient de cette couche. Ainsi, dans le Wiltshire et le Berkshire, où la couche sous la tourbe est crayeuse, c'est la terre calcaire qui abonde dans les cendres, où l'on ne trouve que peu d'alumine et de silice. Elles contiennent aussi beaucoup d'oxide de fer et de gypse, qui proviennent de la décomposition des pyrites si abondantes dans la craie.

Divers échantillons de tourbes que j'ai brûlé, provenant des sols granitiques et schisteux des différentes parties de ces îles, ont toujours donné des cendres principalement siliceuses et alumineuses ; un échantillon de tourbe d'Antrim a donné des cendres présentant presque les mêmes composans que la grande couche basaltique de ce comté.

Les sols pauvres et maigres, tels que ceux produits par la décomposition des roches granitiques et des grès, restent très souvent pendant des siècles recouverts d'une mince végétation. Les sols provenant de la décomposition de la pierre à chaux, des craies, des basaltes, sont souvent recouverts par la nature de gazons éternels, et produisent, quand on les laboure, un lit très riche de végétation pour toute espèce de plante cultivée.

Les rocs et les bancs dont les sols proviennent, ainsi que ceux qui composent les parties solides internes du globe, sont arrangés dans un certain ordre ; et comme il arrive souvent que ces couches, très différentes dans leur nature, sont associées ensemble, et que les couches immédiatement au-dessous du sol contenaient les matériaux nécessaires pour l'améliorer, une vue générale de la nature et de la position des roches et des bancs du globe ne peut être, je l'espère, qu'intéressante pour le fermier instruit.

Les roches sont généralement divisées en deux grandes classes, par les géologues, qui les distinguent par les noms de *primitives* et *secondaires*.

Les roches primitives sont composées de matière cristallisée pure, et ne contiennent pas de fragmens d'autres roches.

Les roches secondaires, bancs ou couches, ne consistent

rapidement et se convertit en gaz ; c'est probablement une des causes qui rendent ces climats beaucoup plus malsains, en y engendrant des fièvres dangereuses, que les climats froids ou tempérés.

J. D.

qu'en partie en matière cristallisée, et contiennent des fragmens d'autres bancs de roches; souvent elles abondent en débris de végétaux et d'animaux marins; quelquefois elles contiennent des débris d'animaux terrestres.

Les roches primitives sont généralement disposées en grandes masses; ou en couches, soit verticales, soit plus ou moins inclinées à l'horizon.

Les roches secondaires sont habituellement disposées par bancs ou couches, soit parallèles, soit presque parallèles à l'horizon.

Le nombre des roches primitives que l'on observe communément dans la nature est de huit.

1° Le *granit* qui, comme nous l'avons déjà dit, se compose de quartz, feldspath et mica; lorsque ces composans sont rangés en couches régulières dans la roche, elle prend le nom de *gneis*.

2° Le *schiste micacé*, composé de quartz et de mica, disposés par couches qui sont ordinairement curvilignes.

3° La *siénite*, qui se compose de la substance appelée hornblende et de feldspath.

4° La *serpentine*, composée de feldspath et de hornblende éclatans; leurs cristaux sont souvent assez petits pour donner à la pierre un aspect uniforme; cette roche abonde en veines d'une substance nommée *stéatite* ou *roche savonneuse*.

5° Le *porphyre*, composé de cristanx de feldspath couchés dans cette même matière, mais ordinairement de couleur différente.

6° Le *marbre granulaire*, entièrement composé de cristaux de carbonate de chaux; lorsqu'il est blanc et d'un grain fin, c'est le marbre statuaire.

7° La *chlorite schiste*, composée de chlorite, substance de couleur verte ou grise, ayant quelque chose d'analogue avec le mica et le feldspath.

8° La *roche quartzouse*, composée de quartz sous forme granulaire, quelquefois unie à de petites quantités d'éléments cristallisés que nous avons mentionnés comme appartenant à d'autres roches.

Les roches secondaires sont beaucoup plus nombreuses que celles primitives; mais douze variétés comprennent toutes celles que l'on trouve en Angleterre.

1° Le *grauwache*, formé de fragmens de quartz, de *chlorite schiste*, empâté dans un ciment qui se compose principalement de feldspath.

2° Le *grès siliceux*, formé de quartz fin ou de sable, réuni par un ciment siliceux.

3° La *Pierre à chaux*, formée de carbonate de chaux; plus compacte dans sa texture que le marbre granulaire; et souvent abondante en coquilles marines.

4° Le *schiste alumineux* est formé de matériaux décomposés de différentes roches cimentées par une petite quantité de matière ferrugineuse ou siliceuse, et contenant souvent des empreintes de végétaux.

5° Le *gris calcaire*, sable calcaire cimenté par une matière calcaire.

6° La *mine de fer*, formée presque des mêmes matériaux que le schiste alumineux, mais contenant une quantité bien plus grande d'oxide de fer.

7° Le *basalte* est formé de feldspath et de hornblende, avec des matériaux provenant de la décomposition des roches primitives; les cristaux en sont généralement assez petits pour donner à la roche une apparence homogène; ils sont souvent disposés en colonnes très régulières, de cinq à six côtés ordinairement.

8° La *houille bitumineuse* ou commune.

9° Le *gypse* ou sulfate de chaux, qui est si bien connu sous le nom de pierre à plâtre, et qui contient souvent du sable.

10° Le *sel en roche*.

11° La *craie*, qui abonde ordinairement en débris d'animaux marins, et qui renferme des couches horizontales de cailloux.

12° La *Pierre à poudingue*, formée de fragmens réunis par un ciment ferrugineux ou siliceux.

Il n'est pas nécessaire de décrire plus en détail les parties constituantes des divers bancs de roches, car cela ne serait utile que si l'on avait les échantillons sous les yeux. Au reste, une inspection attentive et une comparaison des différentes espèces apprendront en peu de tems à les distinguer à l'observateur le plus ordinaire.

Les plus hautes montagnes de l'Angleterre et même du continent sont de constitution granitique; on a même trouvé cette roche à la plus grande profondeur où l'industrie humaine ait permis de pénétrer; le schiste micacé se rencontre souvent immédiatement sur le granit; la serpentine ou le marbre vient après le schiste micacé; mais l'ordre dans lequel se groupent les roches primitives est variable. Le marbre et la serpentine sont ordinairement le plus en des-

rus; mais le granit, quoiqu'il semble former la fondation des bancs de roche du globe, se trouve cependant quelquefois au-dessus du schiste micacé.

Les roches secondaires sont toujours gisantes sur les primitives; les plus basses sont ordinairement de grauwacke; par dessus se trouve la pierre à chaux ou le grès; la houille vient entre les grès; le sel de roche se présente presque toujours accompagné de grès rouge et de gypse. La houille, le basalte, le grès et la pierre à chaux sont souvent arrangés en diverses couches alternatives de peu d'épaisseur, et occupant une grande étendue de pays. On a compté 80 de ces couches diverses alternatives dans une profondeur de moins de 500 yards (457 mètres).

Les veines qui présentent des substances métalliques, sont des fissures soit verticales, soit plus ou moins inclinées, remplies de matériaux différens de ceux de la roche dans laquelle elles existent. Ces matériaux sont presque toujours cristallisés, et se composent ordinairement de spath calcaire, de spath fluor, de quartz ou spath pesant, soit séparés, soit mélangés. Les substances métalliques sont généralement dispersées à travers la masse, ou confusément mêlées avec ces substances cristallisées. Les veines du granit dur donnent rarement un métal très utile; mais dans les veines du granit doux et du grès se rencontrent l'étain, le cuivre et le plomb. Le cuivre et le fer sont les seuls métaux que l'on trouve ordinairement dans les veines de la serpentine. Le schiste micacé, la siénite et le marbre granulaire sont rarement des roches métallifères. Le plomb, l'étain, le cuivre, le fer et plusieurs autres métaux se présentent dans les veines de la chlorite schisteuse; le grauwacke, quand il contient peu de fragmens et qu'il est en grandes masses, est souvent une roche métallifère. Les métaux précieux comme le fer, le plomb et l'antimoine s'y rencontrent, et par fois il contient des veines ou des amas de *charbon de terre*, ou de houille libre de bitume. La pierre à chaux est la grande roche métallifère de la famille des secondaires, et le plomb est, ainsi que le cuivre, les métaux que l'on y trouve ordinairement. On n'a jamais trouvé de veine métallique dans les chistes alumineux, dans la craie, ou dans le sable calcaire; elles sont très rares dans le basalte et dans le grès siliceux (1).

(1) La figure 16 donne un aperçu général de l'apparence et de l'arrangement des roches avec leurs veines.

Dans le cas où les veines des roches sont exposées à l'atmosphère, les indications des métaux qu'elles contiennent sont souvent données par leur apparence physique. Partout où l'on rencontre du spath fluor dans une veine, c'est une forte raison de croire qu'il s'y rencontre avec des substances métalliques. Une poussière brunâtre à la surface d'une veine indique toujours du fer et souvent de l'étain ; la poussière d'un jaune pâle indique le plomb ; une couleur verdâtre dans une veine dénote la présence du cuivre.

Il n'est pas hors de propos de donner une description générale de la constitution géologique de la Grande-Bretagne et de l'Islande. Le granit forme la grande chaîne des montagnes s'étendant de Landseud à travers Dartmore, en Devonshire. Les bancs de roche les plus hauts en Somersetshire sont de grauwacke et de pierre à chaux. Les monts Malvern sont composés de granit, de siénite et de porphyre. Les plus hautes montagnes des Galles sont de chlorite chisteuse ou de grauwacke. Le granit se montre au Mont-Sorrel en Leicestershire. La grande chaîne des montagnes de Cumberland et de Westmoreland est de porphyre, de chlorite, de schiste et de grauwacke ; mais le granit les borne à l'ouest. Les roches les plus élevées à travers l'Écosse sont de granite, de siénite, et de schiste micacé. On ne trouve aucune formation secondaire dans le sud de l'Angleterre, à l'ouest de Dartmore ; aucune basalte au midi de Severn. Le district crayeux s'étend de la partie ouest du Dorsetshire à la côte Est de Norfolk. Les formations houillères abondent dans les cantons entre Glamorganshire et Derbyshire ; comme aussi dans les couches secondaires de Yorkshire, Durham, Westmoreland et Northumberland. La serpentine ne se trouve qu'en trois endroits de la Grande-Bretagne ; près le Cap-Léopard en Cornouailles, à Portsoy en Aberdeenshire, et en Ayrshire. Le marbre granulaire noir et gris, se rencontre près de Padstow en Cornouailles ; on trouve d'autres marbres colorés primitifs dans le voisinage de Plymouth. Ils abondent également en Écosse, et le marbre granulaire blanc a été trouvé dans l'île de Sky, en Assynt, et sur les bancs du Loehshin en Sutherland ; les principales formations houillères de l'Écosse sont en Dumbartonshire, Ayrshire, Fifeshire, et sur les bancs de Brora en Sutherland. La pierre à chaux et les grès secondaires se trouvent dans la plupart des contrées basses au nord des montagnes Mendip.

En Irlande, il y a cinq grandes chaînes de montagnes primitives; celles de Morne dans le comté de Down; de Donegal, de Mayo et de Galway; de Wicklow et le Kerry. Les roches qui composent les quatre premières sont principalement de granit, gneis, siénite, schiste micacé et porphyre. Les montagnes de Kerry consistent surtout en quartz granulaire et en chlorite schiste. Le marbre coloré se trouve près Killarney, et le marbre blanc sur la côte ouest de Donegal.

La pierre à chaux et le grès sont des roches secondaires communes que l'on trouve au sud de Dublin. A Sligo, Roscommon, et Leitrim, on rencontre en outre l'ardoise, la mine de fer et la houille bitumineuse. Les montagnes secondaires de ces comtés sont d'une élévation considérable, et plusieurs d'elles ont des sommets basaltiques. La côte nord de l'Irlande est de basalte principalement; cette roche repose ordinairement sur une pierre à chaux blanche, contenant des couches siliceuses, et les fossiles que l'on voit dans la craie; mais elle est d'une dureté bien plus considérable que cette roche. Il y a, dans ce canton, quelques exemples de basalte en colonnes sur grès et ardoise, attenant avec de la houille. La houille d'Irlande se trouve principalement à Kilkenny, accompagnée de pierre à chaux et de grauwacke.

Il est évident, d'après ce que nous avons dit concernant la production du sol par les roches, qu'il doit y avoir au moins autant de variétés de sol qu'il y a d'espèces de roches à la surface de la terre; et de fait, il y en a beaucoup plus indépendamment des changemens produits par la culture et le travail de l'homme; les matériaux des couches ont été mêlés et transportés d'un lieu à l'autre par les grandes révolutions du système de notre globe, et par l'action constante de l'eau.

Ce serait un travail inutile qu'un essai de classification scientifique des sols; les distinctions adoptées par les cultivateurs sont suffisantes pour l'agriculture, surtout si la signification des termes a quelque précision. Le mot sablonneux, par exemple, ne devrait jamais s'appliquer à un sol qui ne renfermerait pas au moins $\frac{1}{2}$ de sable; les sols sablonneux qui font effervescence avec les acides, devraient être distingués par le nom de sols sablonneux calcaires, pour les distinguer des sols sablonneux siliceux. Le terme argileux ne devrait se donner à aucun terrain qui contiendrait moins de $\frac{1}{2}$ de matière terreuse impalpable, ne faisant pas grande effervescence avec les acides; le mot marneux devrait se

borner aux sols contenant au moins $\frac{1}{2}$ de matière terreuse impalpable faisant beaucoup d'effervescence avec les acides. Un sol ne devrait être considéré comme tourbeux, que s'il contenait au moins moitié de matière végétale.

Dans le cas où la partie terreuse d'un sol consiste évidemment en matière décomposée d'une roche spéciale, le nom de cette roche lui serait convenablement appliqué. Ainsi, quand une terre rouge fine se trouve immédiatement au-dessus d'un basalte en décomposition, on doit la nommer basaltique. Si des fragmens de quartz et de mica sont abondans dans les matériaux du sol, ce qui arrive souvent, le sol doit être appelé granitique; les mêmes principes doivent s'appliquer aux autres dénominations.

En général, on nomme terre d'alluvion, celles dont les sols sont très variés et hétérogènes, ou qui se sont formées par les dépôts des rivières; plusieurs de ces terrains sont extrêmement fertiles. J'ai examiné quelques sols d'alluvion très productifs, que j'ai trouvé très différens dans leur composition. Le sol que j'ai cité page 117 comme très productif, provenant des bords de la rivière Parret en Somersetshire, m'a donné 8 parties de matière terreuse finement divisée et une partie de sable siliceux; l'analyse de la matière finement divisée a donné les résultats suivans :

- 580 parties de carbonate de chaux,
- 25 — alumine,
- 20 — silice,
- 8 — oxide de fer,
- 19 matière saline, végétale et animale.

Un riche sol des environs d'Avon, vallée de Evesham en Worcestershire m'a donné $\frac{2}{3}$ de sable fin et $\frac{1}{3}$ de matière impalpable qui se composait de

- 55 alumine,
- 41 silice,
- 14 carbonate de chaux,
- 5 oxide de fer,
- 7 matière saline, végétale et animale.

Un échantillon de bon sol de Tiviot-Dale, m'a donné $\frac{1}{2}$ de sable fin siliceux et $\frac{1}{2}$ de matière impalpable, se composant de:

- 41 alumine,
- 42 silice,
- 4 carbonate de chaux,

5 oxide de fer ,

8 matière saline , végétale et animale.

Un sol d'excellente pâture , vallée d'Avon , près de Salisbury , m'a donné , de sable grossier siliceux et la matière finement divisée , se composait de :

7 alumine ,

14 silice ,

65 carbonate de chaux ,

2 oxide de fer ,

14 matière saline , végétale et animale.

Dans tous ces exemples , la fertilité semble dépendre de l'état de division et du mélange des matériaux terreux avec les matières végétale et animale ; cela s'explique aisément par les principes que je me suis efforcé d'éclaircir au commencement de ce chapitre.

Dans la recherche de la composition des sols stériles dans le but de leur amélioration , il faut donner une attention particulière à chacun des ingrédients qui est cause de la stérilité ; il faut les comparer , si c'est possible , avec les sols du voisinage qui sont fertiles , et dans une situation semblable , la différence de composition , dans ce cas , indiquant la meilleure méthode d'amélioration. Si en lavant un sol stérile , on y trouve un sel de fer ou quelque matière acide , il peut s'améliorer par de la chaux vive. Un sol de bonne texture apparente de Lincolnschire me fut remis par sir Joseph Banks comme exemple de stérilité remarquable. En l'examinant , je trouvai qu'il contenait du sulfate de fer , et je conseillai le remède utile de la chaux , qui devait convertir le sulfate en engrais. S'il se trouve un excès de matière calcaire dans le sol , on peut l'améliorer par du sable ou de l'argile. Les sols trop abondans en sable sont améliorés par la craie ou la marne , ou la matière végétale. Un champ appartenant à sir Robert Vaughan à Nannan , Merionethshire , dont le sol était un sable léger , fut beaucoup trop brûlé dans l'été 1805 ; je recommandai l'usage de la tourbe ; l'expérience fut couronnée d'un succès immédiat , et sir Robert m'a informé que l'amélioration était permanente. Au manque de matière végétale ou animale , on peut suppléer par des fumiers ; à l'excès de matière végétale , on remédie par le feu et par l'addition de matières terreuses. Le perfectionnement des tourbières des marécages , doit commencer par un dessèchement ; l'eau stagnante étant nuisible à toutes les classes de plantes nutritives. Les tourbières noirâtres

douces, quand elles sont desséchées, sont souvent rendues productives par une simple addition de sable ou d'argile. Quand les tourbières sont acides, ou contiennent des sels ferrugineux, l'addition de matière calcaire est indispensable pour les mettre en culture. Quand elles abondent en branches et en racines d'arbres, ou quand leur surface se compose entièrement de végétaux vivans; il faut enlever le bois et les végétaux, ou les détruire par la combustion. Dans ce dernier cas, les cendres produisent des ingrédients terreux convenables à l'amélioration du sol tourbeux.

Les meilleurs sols naturels sont ceux dont les matériaux proviennent de diverses couches, finement divisées par l'air et l'eau, et mélangées intimement; dans le perfectionnement artificiel des sols, le cultivateur ne peut mieux faire que d'imiter la nature. Les matériaux nécessaires pour cet objet sont rarement loin; le sable grossier se trouve souvent immédiatement sur la craie, et les couches de sable et de gravier sont ordinairement sous l'argile. Le travail de l'amélioration d'un sol est récompensé par de grands avantages permanens; il faut ensuite moins d'engrais et la fertilité est assurée. Le capital employé dans ce but assure pour toujours la fertilité et par suite la valeur de la terre.

CHAPITRE V.

NATURE ET CONSTITUTION DE L'ATMOSPHÈRE; SON INFLUENCE SUR LES VÉGÉTAUX. GERMINATION DES GRAINES. FORMATION DES PLANTES AUX DIFFÉRENS AGES DE LEUR CROISSANCE; VUE GÉNÉRALE DES PROGRÈS DE LA VÉGÉTATION.

La constitution de l'atmosphère a été déjà indiquée d'une manière générale dans le chapitre précédent. L'eau, l'acide carbonique, l'oxygène et l'azote ont été cités comme en étant les principales substances composantes; mais il faut des détails plus précis sur leur nature et sur leur action, pour donner des idées exactes sur l'usage de l'atmosphère dans la végétation.

Je me propose d'entrer actuellement dans ces détails, et leur exposition offrira, je l'espère, au cultivateur, quelques sujets d'usage pratique en même tems que des exemples philosophiques sur la manière dont les plantes sont

nourries, leurs organes ouverts et leurs fonctions développées.

Si l'on expose un peu du sel nommé hydrochlorate de chaux à l'air, même dans le tems le plus sec et le plus chaud, il augmentera de poids et deviendra humide; puis, au bout d'un certain tems, il se trouvera converti en un liquide. Si l'on le met alors dans une cornue et qu'on chauffe, il dégagera de l'eau pure; ensuite il reconvrera son état cristallin; puis enfin son premier poids, si on continue à le chauffer jusqu'au rouge; en sorte qu'il est évident que l'eau qui s'y était jointe provenait de l'air; cette eau existait dans l'air sous une forme invisible et élastique, car l'on peut prouver qu'une quantité donnée d'air mise en contact avec ce sel, a diminué de volume et de poids, pourvu que l'expérience soit faite avec soin.

La quantité d'eau qui existe dans l'air, à l'état de vapeur, varie avec la température. Plus le tems est chaud, plus cette quantité devient grande. A 50° F. (10° centig.), l'air ne contient que $\frac{1}{10}$ de son volume de vapeur; et comme la pesanteur spécifique de la vapeur est à celle de l'air environ comme 10 est à 15, c'est à peu près $\frac{1}{15}$ de son poids.

A 100° F. (37°,78 centig.), si l'on suppose que l'air ait une libre communication avec l'eau, il ne contiendra que $\frac{1}{4}$ environ de son volume, ou bien $\frac{1}{17}$ de son poids. C'est la condensation de la vapeur par la diminution de la température de l'atmosphère qui probablement est la cause principale de la formation des nuages, de la rosée, des brouillards, de la pluie, de la neige ou de la grêle.

Le pouvoir absorbant des diverses substances pour les vapeurs aqueuses de l'atmosphère par attraction cohésive, a été discuté dans le dernier chapitre. Les feuilles des plantes vivantes paraissent agir sur la vapeur, même à son état de fluide élastique, pour l'absorber. Quelques végétaux augmentent de poids, par cette raison, quand ils sont suspendus dans l'atmosphère et détachés des sols, tels sont les joubarbes et diverses espèces d'aloès. Dans les chaleurs très intenses et pendant la sécheresse du sol, la vie des plantes paraît être conservée par le pouvoir absorbant de leurs feuilles; c'est une admirable circonstance de l'économie de la nature, que la vapeur aqueuse soit plus abondante dans l'atmosphère quand elle est le plus nécessaire à la vie, et lorsque les autres sources ordinaires en sont taries.

Nous avons dit que l'eau est un composé; mais il est con-

venable de donner ici l'expérience de sa décomposition en oxygène et hydrogène, et de sa recomposition.

Si le métal appelé potassium est exposé dans un tube de verre au contact d'un peu d'eau, il y aura une réaction violente; il se dégagera un fluide élastique que l'on reconnaîtra être de l'hydrogène; et les mêmes effets auront lieu sur le potassium que s'il eût absorbé une petite quantité d'oxygène; l'hydrogène dégagé et l'oxygène ajouté au potassium, sont en poids comme 2 est à 15: si deux en volume d'hydrogène et un en volume d'oxygène, qui ont les poids de 2 et de 15, sont introduits dans un vaisseau clos et qu'on y fasse passer une étincelle électrique, ils s'enflammeront et seront condensés en 17 parties d'eau pure.

Il est évident, par les détails donnés au troisième chapitre, que l'eau forme la plus grande partie de la sève des plantes, et que cette substance, ou ses élémens, entrent pour beaucoup dans la constitution de leurs organes et des productions solides.

L'eau, dans son état élastique et fluide est indispensable à l'économie de la végétation; même dans son état solide, elle n'est pas sans emploi. La neige et la glace sont mauvais conducteurs du calorique; quand la terre est couverte de neige, ou que la surface soit du sol, soit de l'eau, se trouve congelée, les racines ou bulbes des plantes, en dessous, sont protégées par l'eau glacée contre l'influence de l'atmosphère, dont la température, dans les climats du nord, est ordinairement bien au-dessous du point de congélation de l'eau; et cette eau devient ensuite la première nourriture de la plante quand le printems arrive. L'expansion de l'eau, pendant sa congélation, ce qui accroît son volume de $\frac{1}{10}$, et sa contraction de volume au dégel, tendent à pulvériser le sol, à diviser ses parties et les rendre plus faciles à pénétrer par l'air.

Si l'on expose à l'air une dissolution de chaux dans l'eau, il se formera dessus une pellicule, et une matière solide se précipitera par degré au fond de l'eau; au bout d'un certain tems, l'eau perdra son goût de chaux; cela est dû à la combinaison de la chaux en dissolution dans l'eau, avec le gaz acide carbonique de l'atmosphère, ainsi qu'on peut le démontrer en recueillant la pellicule avec le précipité solide, et en la chauffant fortement dans un petit tube de platine ou de fer; on dégagera ainsi l'acide carbonique et l'on

obtiendra de la chaux vive que l'on pourra de nouveau remettre dans l'eau pour en faire de nouvelle eau de chaux.

La quantité d'acide carbonique existant dans l'atmosphère est très faible. Il n'est pas facile de la déterminer avec précision, et elle varie en diverses situations; lorsque l'air circule librement, elle ne s'élève probablement pas au-delà de $\frac{1}{1000}$, et n'est jamais au-dessous de $\frac{1}{1000}$ du volume de l'air. Le gaz acide carbonique est presque un tiers plus pesant que les autres parties élastiques de l'atmosphère dans leur état de mélange; il s'ensuit, à la première vue, que l'acide carbonique devrait être le plus abondant dans les régions les plus basses de l'atmosphère; mais à moins qu'il n'ait été produit immédiatement à la surface de la terre par quelque procédé chimique, il ne paraît pas en être ainsi. Les fluides élastiques de différentes pesanteurs spécifiques ont une tendance à un mélange égal par une espèce d'attraction, et les diverses parties de l'atmosphère sont constamment agitées et mélangées ensemble par les vents ou par d'autres causes. M. de Saussure trouva que l'eau de chaux subissait un précipité, sur le sommet du Mont-Blanc, le point le plus élevé de l'Europe; et l'acide carbonique se trouve toujours, en proportion convenable sans doute, dans l'air rapporté des plus grandes hauteurs de l'atmosphère par les aéronautes.

L'expérience de la composition du gaz acide carbonique est très simple. Si 15 grains (841 milligr.) de charbon bien brûlé sont enflammés dans 100 inches (2539 millimètres) cubiques de gaz oxygène, le charbon disparaîtra entièrement: si l'expérience est faite avec soin, tout l'oxygène, à l'exception d'une petite partie, sera converti en acide carbonique; et ce qui est très remarquable, le volume du gaz ne sera pas changé. D'après cette dernière circonstance, il est aisé d'obtenir une évaluation exacte de la quantité de carbone et d'oxygène purs qui composent le gaz acide carbonique: le poids des 100 inches (2539 millim.) cubiques de gaz acide carbonique est à celui de 100 inches (2539 millim.) cubiques de gaz oxygène, comme 47 est à 34; ainsi 47 parties en poids d'acide carbonique doivent être composées de 34 parties d'oxygène et de 13 de carbone, ce qui correspond aux nombres donnés dans le second chapitre.

Le gaz acide carbonique se décompose aisément en y chauffant du potassium; le métal se combine avec l'oxygène,

et le carbone est déposé sous forme d'une poudre noire.

La principale consommation de l'acide carbonique de l'atmosphère semble se faire pour la nourriture des plantes; quelques-uns semblent même s'approvisionner principalement de carbone à cette source.

L'acide carbonique se forme pendant la fermentation, la combustion, la putréfaction, la respiration et une foule d'autres opérations qui ont lieu à la surface de la terre; on ne connaît aucun autre procédé de la nature qui le détruit, que celui de la végétation.

Quand une portion donnée d'air a été privée de vapeur aqueuse et de gaz acide carbonique, elle ne paraît que peu altérée dans ses propriétés; elle continue d'entretenir la combustion et la vie animale. Il y a plusieurs procédés pour séparer les principaux composans de l'air, l'oxygène et l'azote, l'un de l'autre. L'un des plus simples consiste à brûler du phosphore dans un volume d'air limité; le phosphore absorbe l'oxygène et laisse l'azote en liberté; 100 parties en volume d'air, dans lequel le phosphore a été brûlé, fournissent 79 parties d'azote; en mêlant cet azote avec 21 parties d'oxygène préparé artificiellement, on obtient une substance ayant les caractères principaux de l'air. Pour obtenir l'oxygène pur de l'air, on y peut chauffer du mercure, jusqu'à 600° F. (280° centig.), où il se convertit en poudre rouge; cette poudre rouge étant chauffée sera rétablie à l'état de mercure liquide, en dégageant l'oxygène.

L'oxygène est nécessaire à quelques fonctions des végétaux, mais sa grande importance dans la nature est pour l'économie animale. Il est absolument nécessaire à la vie. L'air atmosphérique pris dans les poumons des animaux, ou passé en dissolution dans l'eau à travers les ouïes des poissons, a perdu son oxygène; pour l'oxygène perdu, un volume presque égal d'acide carbonique apparaît.

Les effets de l'azote, dans la végétation, ne sont pas distinctement connus. Comme on le trouve dans quelques produits de végétation, il peut être absorbé de l'atmosphère par certaines plantes. Il empêche l'action de l'oxygène d'être trop énergique, et sert comme de milieu dans lequel agissent les parties les plus essentielles de l'air; ce n'est pas une circonstance hors de l'analogie de la nature; car les élémens les plus abondans sur la surface solide du

globe ne sont pas ceux qui sont les plus essentiels à l'existence des êtres vivans qui s'y trouvent.

L'action de l'atmosphère sur les plantes diffère à diverses périodes de leur croissance, et varie avec les différens degrés de développement et de destruction de leurs organes. On peut se faire quelque idée générale de son influence, par ce que nous avons déjà dit; j'y vais revenir plus spécialement, en les liant à celles du progrès de la végétation.

Si l'on humecte une graine sèche et qu'on l'expose à l'air à une température qui ne soit pas au-dessous de 45° F. (7°,22 centig.), elle germe aussitôt; elle pousse dehors une plumule qui s'élève, et une radicule qui descend.

Si l'air est limité, on trouve que, dans le procédé de la germination, l'oxigène ou partie de l'oxigène est absorbé. L'azote reste sans altération, aucun acide carbonique n'est retiré de l'air; au contraire, il s'y en ajoute un peu.

Les graines ne peuvent germer que s'il y a présence d'oxigène; dans le vide, dans l'azote pur, dans l'acide carbonique pur, elles se gonflent quand on les humecte, mais elles ne végètent pas; si l'on les maintient dans ces gaz, elles perdent leur pouvoir de vivre, et tombent en putrefaction.

Si l'on examine une graine avant la germination, on la trouve plus ou moins insipide, ou du moins sans saveur douceâtre, tandis qu'après la germination elle est toujours douceâtre. Son mucilage coagulé, ou amidon, se convertit en sucre dans ce procédé; une substance difficilement soluble se change en une substance aisément soluble; le sucre charié à travers les cellules ou vaisseaux des cotylédons, est l'aliment de la plante en enfance. On comprendra facilement la nature de ce changement, en se rappelant les faits mentionnés au chapitre troisième: la production d'acide carbonique rend probable l'idée que la principale différence chimique entre le sucre et le mucilage dépend de ce que le sucre renferme une plus grande quantité des élémens de l'eau, et d'une légère différence dans les proportions de leur carbone.

L'absorption de l'oxigène par la graine, dans la germination, a été comparée à son absorption dans le développement de la vie du fœtus dans l'œuf; mais ce n'est qu'une analogie éloignée. Tous les animaux, depuis la classe la moins parfaite jusqu'à celle la plus parfaite, ont besoin d'un supplé-

ment d'oxygène (1). Du moment où le cœur commence ses pulsations jusqu'à celui où il cesse de battre, l'aération du sang est constante, et la fonction de la respiration invariable; l'acide carbonique est dégagé dans ce procédé; mais le changement chimique produit dans le sang n'est pas connu, et il n'y a aucune raison de supposer la formation d'une substance quelconque semblable au sucre. Dans la production d'une plante par une graine, il est besoin de quelque réservoir alimentaire avant que la racine puisse fournir de la sève; ce réservoir est le cotylédon dans lequel l'aliment est conservé sous une forme insoluble, et protégé, s'il est nécessaire, pendant l'hiver, puis rendu soluble par les agens qui sont constamment présents à la surface. Le changement de l'amidon en sucre, lié avec l'absorption de l'oxygène, peut être comparé plutôt au procédé de la fermentation qu'à celui de la respiration; c'est un changement effectué sur une matière non organisée, et que l'on peut imiter artificiellement; dans la plupart des changemens chimiques qui se présentent quand les composés végétaux sont exposés à l'air, l'oxygène est absorbé et l'acide carbonique est formé ou dégagé.

Il est évident que dans tous les cas de culture, les graines doivent être semées de manière à ce qu'elles soient pleinement exposées à l'influence de l'air. Une des causes de la stérilité des sols glaiseux, froids et tenaces, est que la semence s'empâte d'une matière imperméable à l'air.

(1) Les œufs imprégnés des insectes et même ceux des poissons ne produisent pas de petits, s'ils manquent d'air, c'est-à-dire si le fœtus ne peut pas respirer. J'ai trouvé que les œufs de phalène ne produisent pas de larves quand on les renferme dans du gaz acide carbonique pur; quand ils étaient exposés au contact de l'air, l'oxygène disparaissait en partie, et il se formait de l'acide carbonique. Le poisson dans son œuf, ou le frai, prend son oxygène dans l'air tenu en dissolution par l'eau; les poissons qui fraient au printemps et en été dans les eaux tranquilles, le brochet, la carpe et la brème, déposent leurs œufs sur les végétaux aquatiques dont les feuilles, en accomplissant leurs fonctions, fournissent de l'oxygène à l'eau. Le poisson qui fraie en hiver, comme le saumon et la truite, cherche des lieux où l'eau fraîche se renouvelle constamment, près des sources et dans les courans les plus rapides où ne peut avoir lieu la stagnation de l'eau, et où l'eau est saturée de l'air auquel elle a été exposée en tombant des nuages. C'est l'instinct guidant ces poissons à chercher le supplément d'air dont leur œuf ont besoin, qui les conduit hors de la mer, et dès lors dans les eaux des pays montagneux; qui leur fait remonter les courans et franchir tous les obstacles des écluses et des cataractes.

Dans les sols sablonneux, la terre est toujours suffisamment pénétrable par l'atmosphère; mais dans les sols argileux, on doit s'attacher à la diviser le plus possible par le labour. Une semence qui n'est pas suffisamment fournie d'air, produit toujours une plante faible et languissante.

Le procédé du maltage, dont nous avons déjà parlé, n'est qu'une opération artificielle pour produire la germination; l'amidon du cotylédon est changé en sucre; le sucre est ensuite converti en alcool ou esprit par la fermentation.

Il est clair, d'après les principes chimiques de la germination, que le procédé du maltage ne doit pas être poussé plus loin que la sortie de la radicule, et qu'il doit être arrêté dès qu'elle a pris son apparence distincte. Si l'on continuait le maltage jusqu'au développement parfait de la radicule et de la plumule, une quantité considérable de matière saccharine serait consommée pour produire leur expansion, et par suite moins d'esprit formé dans la fermentation ou produit dans la distillation.

Comme cette circonstance est de quelque importance, je fis en octobre 1806, une expérience à ce sujet. Je déterminai par l'action de l'alcool, les proportions relatives de matière saccharine dans deux quantités égales de la même orge; dans l'une, la germination fut poussée assez loin pour occasioner une sortie de la radicule de près d'un quart d'inch (6 millimètres) hors de la plupart des grains, tandis que dans l'autre, la germination fut arrêtée avant que la radicule eût une *line* (2 millimètres) de longueur; la quantité de sucre produite par cette dernière était à celle de la première, presque dans la proportion de six à cinq.

La matière saccharine dans les cotylédons au moment de leur changement en feuilles allant éclore, les rend très-sujets aux attaques des insectes; le sucre est à la fois une nourriture pour les plantes et pour les animaux, en sorte que les plus grands ravages sont exercés sur les moissons dès le premier degré de leur croissance.

La mouche du turneps, insecte du genre coléoptère, se fixe sur les feuilles séminales du turneps au moment où elles commencent à remplir leurs fonctions; mais dès que les feuilles dures de la plumule sont sorties, l'insecte ne peut plus nuire à la plante.

Plusieurs moyens ont été proposés pour détruire la mouche du turneps, ou pour préserver la plante de ses dégâts. On conseillait de mélanger des semences de radis à

celle du turneps, dans l'idée que l'insecte est plus friand de la feuille séminale du radis que de celle du turneps; mais cet essai n'a pas réussi, et les mouches s'attaquaient indistinctement aux deux plantes.

Il y a plusieurs menstrues chimiques qui rendent le procédé de la germination beaucoup plus rapide, quand on y a laissé tremper les graines. Comme alors les feuilles séminales sont plus rapidement produites et plus promptement en état de remplir leurs fonctions, je me proposai d'examiner, comme objet d'expériences, si ces menstrues ne pouvaient pas être utiles pour les graines de turneps, en amenant la plante plus promptement à l'état où la mouche cesse de lui nuire; mais le résultat me prouva que ce mode était inadmissible en pratique; les graines ainsi préparées germaient beaucoup plus vite, mais ne produisaient pas de plantes saines; souvent même les plantes périssaient aussitôt après avoir bourgeonné.

Je trempai des graines de radis pendant 12 heures, en septembre 1807, dans une dissolution de chlore, d'acide nitrique très étendu, d'acide sulfurique très étendu, dans une dissolution d'oxisulfate de fer, dans de l'eau ordinaire. Les graines trempées dans les dissolutions de chlore et d'oxi-sulfate de fer poussèrent leurs germes en deux jours, celles de l'acide nitrique en trois jours, celles de l'acide sulfurique en cinq, celle de l'eau ordinaire en sept jours. Mais dans les cas de germination prématurée, quoique la plumule fût très vigoureuse pendant quelques instans, elle devenait enfin faible et languissante, puis bien moins vigoureuse dans sa croissance que les bourgeons qui s'étaient développés naturellement, en sorte que l'on ne peut déduire aucune application utile de ces expériences. Une croissance trop rapide et une destruction prématurée semblent invariablement liées l'une à l'autre dans les structures organisées; ce n'est qu'en suivant la lenteur des opérations des causes naturelles, que l'on devient capable de faire des perfectionnemens.

Il est un grand nombre de substances chimiques qui sont très nuisibles et même mortelles pour les insectes, tandis que non seulement elles ne contrarient pas la végétation, mais qu'il en est même quelques-unes qui la favorisent. Plusieurs de ces mixtions ont été essayées avec des succès variés; le mélange de soufre et de chaux, qui est très des-

tructif des limaçons, n'empêche pas les ravages de la mouche des bourgeons du turneps.

Sa grace le duc de Bedford l'a fait essayer, d'après ma demande, et sur une échelle considérable, à sa ferme de Woburn: le mélange de chaux et de soufre a été répandu sur une partie d'un champ semé en turneps; on ne mit rien sur l'autre partie, et les deux parties du champ furent attaquées par la mouche presque de la même manière.

Des mélanges de suie et de chaux-vive, d'urine et de chaux-vive, seraient probablement plus efficaces. L'alcali volatil qui se dégage de ces mélanges est nuisible aux insectes, et il apporte un aliment à la plante. M. T. A. Knight (1) m'informe qu'il a employé avec succès le mode des fumigations ammoniacales; mais il faut des expériences plus étendues pour établir leur efficacité générale. On ne risque d'ail-

(1) M. Knight a eu la bonté de me remettre la note suivante à ce sujet.

L'expérience que j'ai tentée ces deux dernières années, pour préserver le turneps de la mouche, n'a pas été répétée assez fréquemment pour me permettre d'en parler avec toute certitude; mais l'an passé, tous mes turneps réussirent parfaitement bien. Par suite de vos avis, quand j'eus le plaisir de vous rencontrer il y a quelque tems à Holsbham relativement à la destruction des insectes du turneps par un mélange d'urine et de chaux éteinte, j'es-ayai cette préparation en mélange avec trois parties de suie, qui furent mises dans un petit baril percé de petits trous qui permettaient à cette composition de se répandre sur le sol avec la semence de turneps, à raison de 4 bushels par acre (3 litres pour 4 ares). Soit que ce soit un effet de la nourriture stimulante fournie à la plante, soit que ce soit un effet de quelque odeur que les mouches n'aiment pas, ce que je ne puis dire, toujours est-il que, pendant l'année 1811, les turneps du voisinage étaient dévorés des mouches, tandis que ceux à la semence desquels j'avais appliqué la préparation indiquée, furent à peine attaqués. J'ai l'intention, par suite, de semer avec la composition, au sommet du sillon, et de jeter à la volée un pound (453 grammes), ce qui ne coûtera pas plus de 2 shillings par acre (6 à 7 centimes par are); la houe à cheval fera disparaître plus tard ces tiges de surplus, entre les sillons, si elles échappent aux mouches, que d'ailleurs elles doivent servir à attirer; car j'ai remarqué que ces insectes préfèrent les turneps qui croissent dans un sol maigre à ceux qui poussent dans un sol riche. L'un des avantages de cette méthode semble être l'accélération donnée à la croissance de la plante, par l'effet très stimulant de l'aliment qu'elle reçoit au moment même où elle va se développer, et long-tems avant que ses radicules aient atteint le fumier. Ce que nous venons de dire n'est applicable qu'aux turneps semés sur le sommet du sillon, avec du fumier par dessous, et je suis convaincu que, dans tous les sols, les turneps devraient être cultivés de cette manière. La proximité de l'engrais, et le tems dès lors très court qu'il faut pour apporter la nourriture à la feuille, en ramenant la matière organisable aux racines, sont des points d'une grande importance dans mon opinion, qui se confirme par des résultats pratiques.

leurs rien à les adopter; car si elles ne détruisent pas la mouche à toup sûr, elles servent du moins d'excellent engrais.

Après que les racines et les feuilles de la plante adulte sont formées, les cellules et les tubes de sa structure interne deviennent remplis de fluide, qui provient ordinairement du sol, et l'alimentation s'accomplit par l'action des organes sur les élémens extérieurs. Les parties constituantes de l'air interviennent dans ce procédé, mais ainsi qu'on s'y devait attendre, elles agissent différemment suivant les circonstances.

Quand une plante croissante, dont les racines sont fournies de la nourriture convenable, est exposée en présence de la lumière solaire, à une quantité d'air atmosphérique contenant sa proportion ordinaire d'acide carbonique, cet acide carbonique est détruit après quelque tems, et se trouve remplacée par une certaine quantité d'oxigène. Si de nouvelles quantités d'acide carbonique sont fournies, le même résultat a lieu; en sorte que le carbone est ajouté à la plante par l'air, à l'aide du procédé de végétation en lumière solaire, avec addition d'oxigène dans l'atmosphère.

Cette circonstance est prouvée par un grand nombre d'expériences faites par les docteurs Priestley, Ingenhouse, Woodhouse, et par M. Saussure; j'en ai répété plusieurs avec les mêmes résultats. L'absorption du gaz acide carbonique, et la production d'oxigène sont accomplies par la feuille; les feuilles récemment séparées de la plante, effectuent ce même changement, quand on les renferme dans des portions d'air contenant de l'acide carbonique; elles absorbent de l'acide carbonique et produisent de l'oxigène, même quand on les immerge dans de l'eau contenant de l'acide carbonique en dissolution.

L'acide carbonique est probablement absorbé par les fluides dans les cellules de la partie verte ou parenchymateuse de la feuille; c'est de cette partie que provient le gaz oxigène qui est produit pendant la présence de la lumière. M. Sennebier a trouvé que la feuille dont on a enlevé l'épiderme, continuait à produire de l'oxigène, quand elle était placée dans de l'eau contenant du gaz acide carbonique, et que des globules d'air s'élevaient du parenchyme dénudé; il a été prouvé par les expériences de Sennebier et de Woodhouse, que les feuilles les plus abondantes en parties parenchymateuses, produisent plus d'oxigène dans l'eau imprégnée d'acide carbonique.

Quelques plantes (1) végèteront dans une atmosphère artificielle composée principalement d'acide carbonique, et plusieurs croîtront quelque tems dans l'air qui en contiendra du tiers à la moitié ; mais elles ne sont jamais si bien portantes que si elles consommaient de moindres quantités de cette substance élastique.

Des plantes exposées à la lumière du soleil ont produit du gaz oxigène dans un milieu élastique et dans l'eau ne contenant pas de gaz acide carbonique ; mais elles en produisaient beaucoup moins que lorsqu'il y avait présence du gaz acide carbonique.

Dans les ténèbres, les plantes ne produisent pas de gaz oxigène, quel que soit le milieu élastique qui les renferme ; elles n'absorbent pas non plus de gaz acide carbonique. Presque toujours, au contraire, le gaz oxigène, s'il y en a, est absorbé, tandis qu'il y a production de gaz acide carbonique.

Il est probable, dans les changemens qui ont lieu pendant la composition des parties organisées, que des composés saccharins sont principalement formés pendant l'absence de la lumière, dont la présence au contraire donne lieu à la formation de la gomme, de la fibre ligneuse, des huiles et des résines ; le dégagement de gaz acide carbonique, ou sa formation pendant la nuit, peut-être nécessaire pour donner une plus grande solubilité à certains composés dans la plante. Je supposais autrefois que tout le gaz acide carbonique, produit par les plantes pendant la nuit ou dans l'ombre, pouvait être dû à la destruction de quelque partie de la feuille, ou épiderme ; mais les nouvelles expériences du docteur Ellis sont contraires à cette supposition ; et j'ai trouvé qu'une plante de céleri, parfaitement saine, placée dans une portion donnée d'air pendant quelques heures seulement, occasionait une production de gaz acide carbonique et une absorption d'oxigène.

Quelques personnes ont supposé que les plantes exposées librement dans une atmosphère soumise aux alternatives de soleil et d'ombre, de lumière et de ténèbres ; consommaient plus d'oxigène qu'elles n'en produisaient, et que leur action permanente sur l'air était semblable à celle des ani-

(1) J'ai trouvé que l'*Parenaria tenuifolia* produisait de l'oxigène dans l'acide carbonique presque pur.

maux; cette opinion a été soutenue par l'écrivain dont je viens de citer les recherches ingénieuses sur la végétation. Mais toutes les expériences entreprises depuis en faveur de cette idée, et les siennes surtout, ont été faites dans des circonstances peu favorables à l'exactitude des résultats. Les plantes ont été renfermées et alimentées d'une matière qui n'est pas naturelle; l'influence de la lumière sur elles a été grandement diminuée par la nature des milieux qu'elle avait à traverser. Les plantes confinées dans des portions limitées d'air atmosphérique deviennent aussitôt souffrantes; leurs feuilles périssent, et par leur décomposition, détruisent très rapidement l'oxigène de l'air. Dans quelques-unes des expériences anciennes du docteur Priestley, avant qu'il fût familiarisé avec l'action de la lumière sur les feuilles, l'air qui avait supporté la respiration et la combustion, se trouvait purifié par la croissance des plantes quand on les y exposait pendant plusieurs jours et plusieurs nuits successivement; ses expériences sont les moins exceptionnelles, car dans plusieurs au moins, les plantes croissaient dans leur état naturel; les rameaux ou les branches seules étaient introduites dans l'eau, dans une atmosphère limitée.

J'ai fait à ce sujet quelques expériences dont je vais donner les résultats. Le 12 juillet 1800, je plaçai un gazon de quatre *inches* (101 millimètres) carrés, fourni d'herbes, principalement d'alopecure des champs et de trèfle blanc, dans un plat de porcelaine, reposant dans un baquet rempli d'eau; je le couvris avec un récipient de verre, contenant 380 *inches* (965 centimètres) cubes d'air ordinaire dans son état naturel. Le tout fut mis dans un jardin de manière à subir les mêmes changemens de lumière que dans l'air ordinaire. Le 20 juillet, j'examinai les résultats. Il y avait un accroissement de volume de gaz de quinze *inches*, (38 centimètres) cubes, mais la température s'était élevée de 64° F à 71° F (17°,78 à 21°,67 centigrades); la pression atmosphérique qui, le 12, faisait équilibre à 30,1 *inches* (787 millimètres) de mercure, faisait équilibre alors à 30,2 *inches* (812 millimètres). Quelques-unes des feuilles du trèfle blanc et de l'alopecure étaient jaunes, et le gazon semblait moins bien portant qu'avant l'expérience. Un *inch* (25 millimètres) cube de gaz, agité dans l'eau de chaux, la troubla légèrement; l'absorption ne fut pas de plus de $\frac{1}{100}$ de son volume; 100 parties du gaz résidu exposé à une solution de sulfate vert de fer, imprégné de gaz nitreux, substance

qui absorbe rapidement l'oxygène de l'air, occasiona une diminution de 80 parties; 100 parties de l'air du jardin occasionèrent une diminution de 79 parties.

En calculant d'après les résultats de cette expérience, il paraîtrait que l'air a été faiblement altéré par l'action du gazon. Mais le tems fut extraordinairement nuageux pendant la durée de l'expérience; les plantes n'étaient pas alimentées d'acide carbonique comme elles le sont naturellement; la quantité de ce gaz formé pendant la nuit et par l'action des feuilles fermées, peut avoir été dissout en partie dans l'eau; je me suis même assuré qu'il en avait été ainsi, en ajoutant à l'eau, de l'eau de chaux qui y occasionne un précipité immédiat. Je suis porté à attribuer l'accroissement d'azote à l'air ordinaire dégagé de l'eau.

L'expérience suivante me semble conduite dans des circonstances plus analogues à ce qui se passe dans la nature. Un gazon de 4 *inches* (101 millimètres) cubes d'une prairie arrosée, fournie d'herbe commune, d'alopecure des prés et de poa, fut placé dans un plat de porcelaine qui nageait à la surface d'eau imprégnée de gaz acide carbonique; un récipient de verre mince, de la capacité de 250 *inches* (584 centimètres) cubes, avec entonnoir garni d'un robinet à sa partie supérieure, recouvrit le tout; l'appareil fut exposé en plein air, et chaque jour on fournit un petit supplément d'eau au gazon à l'aide du robinet (fig. 7). Chaque jour on enlevait avec un syphon une certaine quantité d'eau, et on la remplaçait par de l'eau saturée d'acide carbonique, en sorte que l'on pouvait présumer qu'il y avait continuellement une petite quantité d'acide carbonique sous le récipient. Le 7 juillet 1807, premier jour de l'expérience, le tems fut couvert le matin, mais beau dans l'après-midi; le thermomètre marquait 67° F (19°,44 centigrades), et le baromètre 50,2 *inches* (812 millimètres); vers le soir de ce jour on aperçut un faible accroissement de gaz; les trois jours suivans furent beaux; mais dans la matinée du 11, le ciel fut nuageux; un accroissement considérable du volume du gaz fut alors observé; le 12 fut un tems couvert avec des éclaircies de soleil; il y eut encore un accroissement de gaz, mais moindre que pendant les beaux jours; le 13 fut beau. Vers les 9 heures du soir du 14, le récipient était presque plein; en observant la quantité primitive, elle semblaît accrue de 50 *inches* (76 centimètres) cubes de fluide élastique: de tems en tems, ce jour-là, des globules de gaz s'échappaient.

A 10 heures du matin le 15, j'examinai une portion du gaz; il contenait moins de $\frac{1}{10}$ de gaz acide carbonique; 100 parties exposées à une solution de sulfate vert de fer imprégnée de gaz nitreux ne laissèrent que 75 parties, en sorte que l'air était de quatre pour cent plus pur que l'air atmosphérique.

Je vais donner les détails d'une autre expérience faite avec des résultats également décisifs. Une pousse de vigne, ayant trois feuilles bien portantes, tenant à sa branche, fut courbée de manière à se placer sous le récipient de l'expérience précédente. L'eau en contact avec l'air ordinaire fut maintenue de la même manière imprégnée d'acide carbonique; l'expérience dura du 6 au 14 août 1807; pendant ce tems, quoique le ciel fût généralement couvert, et qu'il tombât un peu de pluie, le volume du fluide élastique ne cessa pas de s'accroître. On en examina la qualité dans la matinée du 15; il contenait $\frac{1}{15}$ de gaz acide carbonique, et 100 parties ne donnaient que 23,5 d'oxygène.

Ces faits confirment l'opinion populaire que lorsque les feuilles fonctionnent en parfaite sûreté, les végétaux tendent à purifier l'atmosphère dans les variations ordinaires du tems et dans les changemens du jour et de la nuit.

Pendant la germination, et lors du dépérissement de la feuille, il y a beaucoup d'oxygène absorbé; mais quand on considère quelle immense partie de la surface de la terre est tapissée d'un gazon perpétuel, et que la moitié du globe est constamment exposée aux rayons solaires, il paraît très probable que la végétation produit plus d'oxygène qu'elle n'en consomme; c'est à cette circonstance qu'est due surtout l'uniformité de la constitution de l'atmosphère.

Les animaux ne produisent de gaz oxygène pendant l'exercice d'aucune de leurs fonctions, et ils en consomment au contraire continuellement; mais l'étendue du règne animal est comparativement bien moindre que celle du règne végétal; la quantité de gaz acide carbonique produit dans l'acte de la respiration, et dans les divers modes de combustion et de fermentation, n'est également qu'une proportion très faible de tout le volume de l'atmosphère; si chaque plante pendant les progrès de sa vie produit une très petite addition d'oxygène à l'air, et occasionne une très petite consommation d'acide carbonique, on peut comprendre que l'effet est conforme aux besoins de la nature.

On peut objecter que si les feuilles des plantes purifient

l'atmosphère, vers la fin de l'automne, pendant tout l'hiver et une partie du printemps, l'air de nos climats doit devenir impur, l'oxygène y diminuant tandis que l'acide carbonique y augmente; mais il n'en est pas ainsi, et l'on peut répondre très victorieusement à cette objection. Les différentes parties de l'atmosphère sont constamment mêlées entr'elles par les vents, qui, lorsqu'ils sont forts, se meuvent avec une vitesse de 60 à 100 miles (96 à 161 kilomètres) par heure. Dans notre hiver, les Galles sud-ouest nous apportent l'air qui a été purifié par les vastes forêts et les savannes de l'Amérique sud qui, passant au-dessus de l'Océan, nous arrive sans alternation. Les ouragans et les tempêtes si fréquents au commencement et au milieu de notre hiver, et qui soufflent généralement sur le même quart du globe, ont une influence salutaire. Par la constance de l'agitation et du mouvement, l'équilibre des parties constituantes de l'atmosphère est conservé; il est convenable aux besoins de la vie; ces accidens que la superstition attribuait à la colère de Dieu ou aux mauvais esprits, et dans lesquels on ne voyait que confusion et désordre, ne sont au contraire, comme le prouve la science, que les manifestations de l'intelligence divine se liant à l'ordre et à l'harmonie du système du monde.

Dans la première partie de ce chapitre j'ai discuté contre l'analogie rigoureuse que quelques personnes ont voulu établir entre l'absorption d'oxygène avec formation d'acide carbonique, pendant la germination, et le phénomène de la respiration du fœtus. De semblables argumens peuvent s'employer contre la continuation de cette analogie entre les fonctions des feuilles de la plante adulte, et celle des poumons d'un animal adulte. Les plantes croissent vigoureusement pour peu qu'elles aient de la lumière, et plusieurs espèces même périssent quand elles en sont privées. On ne peut pas supposer que la production d'oxygène que l'on sait être liée à la couleur naturelle de la feuille, soit le résultat d'une fonction inerte, ou qu'une plante puisse acquérir du carbone pendant le jour, quand elle est dans sa croissance la plus vigoureuse, quand la sève s'élève, quand toutes ses forces sont développées pour lui procurer des alimens, simplement pour la restituer pendant la nuit, quand les feuilles sont closes, quand le mouvement de la sève est imparfait, enfin quand elle est dans un état approchant de celui du repos. Plusieurs plantes qui croissent sur

Le roe ou sur des sols ne contenant pas de matière carbonique ne peuvent être supposés tirer leur carbone que du gaz acide carbonique de l'atmosphère; la feuille peut être considérée en même tems comme un organe d'absorption, organe dans lequel la sève subit divers changemens chimiques.

Quand de l'eau pure seulement est absorbée par les racines des plantes, le fluide, en passant dans les feuilles aura probablement un plus grand pouvoir pour absorber l'acide carbonique de l'atmosphère. Quand l'eau est saturée de gaz acide carbonique, quelque partie de ce gaz même avec la lumière solaire, peut être dégagée des feuilles; mais une autre partie est toujours décomposée, ainsi que l'ont prouvé les expériences de M. Sennebier.

Quand le fluide soutiré par les racines des plantes contient beaucoup de matière carbonacée, il est probable que les plantes dégageront de l'acide carbonique par leurs feuilles même avec la lumière solaire. Enfin les fonctions de la feuille peuvent varier suivant la composition de la sève qui lui arrive et suivant la nature des produits qu'elle en forme. Quand c'est du sucre, ainsi que cela arrive au printemps, avec le développement des bourgeons et des fleurs, il est probable qu'il se dégage moins d'oxygène que pendant le tems où mûrissent les graines, et où il se forme de l'amidon, des gommes ou des huiles; le procédé de maturation des graines a lieu ordinairement quand l'action de la lumière solaire est le plus intense. Quand les sucs acides des fruits deviennent saccharins, dans le procédé naturel de la végétation, il se dégage plus d'oxygène, suivant toute probabilité, ou bien l'oxygène forme plus de nouvelles combinaisons que dans un autre tems; car, ainsi que nous l'avons vu dans le troisième chapitre, les acides végétaux contiennent plus d'oxygène que le sucre. Il paraît probable que dans quelques cas où des corps huileux et résineux sont formés dans la végétation, l'eau peut être décomposée, son oxygène devenant libre, et son hydrogène étant absorbé.

M. Bérard de Montpellier a fait voir que les fruits, en mûrissant, convertissent l'oxygène de l'air en acide carbonique; et que le procédé de maturation peut être suspendu en privant le fruit de gaz oxygène, puis continué quelque tems après. Des pêches, des prunes, des abricots, pas encore mûrs, peuvent être conservés dans des bouteilles fermées et remplies d'un air privé d'oxygène, pendant vingt

jours et jusqu'à un mois; des poires et des pommes peuvent être gardées ainsi pendant trois mois, puis ensuite mûrir parfaitement par une simple exposition à l'air.

J'ai déjà dit que quelques plantes produisent de l'oxygène dans l'eau pure. Le docteur Ingenhousz a trouvé que cela avait lieu avec quelques espèces de conferves. J'ai moi-même essayé les feuilles de plusieurs plantes, notamment celles qui produisent des huiles volatiles. Quand de semblables feuilles sont exposées dans l'eau saturée de gaz oxygène, l'oxygène est dégagé pendant la lumière solaire; mais la quantité en est toujours très faible et limitée; je n'ai pu déterminer avec certitude si les facultés végétatives de la feuille coucourent à cette opération, quoique cela semble probable. J'ai obtenu une quantité considérable d'oxygène dans une expérience faite il y a quinze ans environ, dans laquelle les feuilles de vigne étaient plongées dans l'eau pure; mais en répétant cet essai fort souvent depuis, la quantité d'oxygène a toujours été très petite. J'ignore si cette différence est due à un état particulier des feuilles, ou bien à quelques conferves qui pouvaient adhérer au vase, ou à d'autres sources d'erreur.

Les produits les plus importans et les plus ordinaires des végétaux, le mucilage, l'amidon, le sucre, et la fibre ligneuse, sont composés d'eau, ou des élémens de l'eau en proportions convenables, et de charbon; tous, ou du moins quelques-uns existent dans toutes les plantes; la décomposition de l'acide carbonique et la combinaison de l'eau dans les structures végétales, sont des opérations qui doivent s'exécuter universellement.

Quand il existe des matières glutineuses et albumineuses dans les plantes, on peut soupçonner que l'azote qu'elles contiennent provient de l'atmosphère; mais aucune expérience n'a été faite pour le prouver. On pourrait en faire aisément sur les champignons et les fungus.

Dans les cas où des bourgeons sont formés, où des pousses s'élancent des racines, l'oxygène paraît être uniformément absorbé comme dans la germination des graines. J'ai exposé une petite pomme de terre, mouillée avec de l'eau commune, à 24 *inches* (609 millimèt.) cubes d'air atmosphérique à la température de 59° F (15° centigrades). Elle commença à laisser sortir une pousse le troisième jour; quand cette pousse eut $\frac{1}{2}$ *inch* (12 millimètres) de longueur, j'examinai l'air; environ un *inch* (25 millimètres) cube d'oxi-

gène était absorbé, et il s'était formé près de $\frac{1}{2}$ inch (18 millimètres) cube de gaz acide carbonique. Les sucs de la pousse séparée de la pomme de terre avaient un goût douceâtre; l'absorption d'oxygène et la production d'acide carbonique étaient probablement liés avec le fait de la conversion d'une portion d'amidon en sucre. Quand les pommes de terre qui ont été gelées sont dégelées, elles deviennent douces; probablement l'oxygène est absorbé dans cette opération; ainsi, le changement pourrait être empêché en les dégelant hors du contact de l'air; par exemple sous l'eau que l'on aurait fait bouillir préalablement.

Dans le *tenellus marcotus* du blé (tillering), c'est-à-dire la production de nouvelles tiges autour de la plumule primitive, il y a tout lieu de croire que l'oxygène doit être absorbé; car les tiges nouvelles contiennent toujours du sucre, et les pousses surtout d'une partie privée de lumière. La culture favorise ce procédé, en ramenant, au hoyau, de la terre légère autour des tiges, ce qui les préserve de la lumière et les fournit encore d'oxygène. J'ai compté de 40 à 120 tiges produites par un seul grain de blé dans une récolte passable de blé semé. On sait par sir Kenelm Digby, en 1660, que les pères de la doctrine chrétienne à Paris, possédaient alors, comme curiosité, une plante de blé dont 249 tiges sortaient d'une seule racine ou d'un seul grain; ces tiges comptant environ 18000 grains de blé en tout.

Le grand accroissement qui a lieu dans la transplantation du blé dépend de cette circonstance que chaque tige provenant du *tenellus marcotus* (tillering), peut être séparée et traitée comme une plante distincte. Dans les Transactions philosophiques, vol. LVIII p. 203, on trouve le renseignement suivant: M. C. Miller de Cambridge, sema un peu de froment le 2 juin 1766; le 8 août une de ces plantes fut prise, séparée en 18 parties, et replantée; ces plantes furent de nouveau reprises et séparées pendant les mois de septembre et d'octobre, puis plantées séparément pour passer l'hiver. Cette séparation ayant produit 67 plantes, elles furent de nouveau reprises en mars et avril, et produisirent 500 plantes; le nombre des épis ainsi provenus d'un seul grain de blé fut de 21109 ce qui donna en poids 47 lbs 7 o. (21 kil., 30) de blé, et par évaluation 576840 grains de blé.

Il est évident, d'après les détails précédemment donnés, que le changement qui a lieu dans les sucs de la feuille par

l'action de la lumière solaire, doivent tendre à accroître la proportion de matière inflammable des autres parties qui la composent. Les feuilles des plantes qui croissent dans les ténèbres ou bien à l'ombre, sont uniformément pâles, leurs sucs sont aqueux et saccharins, ne donnant ni huile ni substance résineuse. Je vais décrire une expérience à ce sujet.

Je pris un poids égal, 400 grains (25 gr.,90), de feuilles de deux plantes de chicorée; les unes d'un vert brillant qui croissaient en pleine lumière, et les autres d'un blanc jaunâtre qui avaient été privées de lumière en les couvrant d'une boîte; après les avoir exposées les unes et les autres pendant quelque tems, à l'action de l'eau bouillante, à l'état de pulpe, la matière non dissoute fut séchée et soumise à l'action d'alcool chaud. La matière des feuilles vertes lui donnait une teinte olivâtre; celle des feuilles pâles n'en altérait pas la couleur. Il y eût à peine trace de matière solide produite par l'évaporation de l'alcool qui avait digéré sur les feuilles pâles, tandis que par l'évaporation de celui sur lequel avaient digéré les feuilles vertes, on obtint un résidu considérable; cinq grains (525 milligr.) de ce résidu furent ôtés du vaisseau où l'évaporation avait eu lieu; ils brûlèrent avec flamme et parurent être en partie une matière analogue à la résine; 53 grains (3 gr.,43) de fibre ligneuse furent obtenus des feuilles vertes, et seulement 31 grains (2 grammes) des feuilles pâles.

J'ai déjà dit, dans le troisième chapitre, que probablement la sève, dans les cas ordinaires, descend des feuilles dans l'écorce; l'écorce est habituellement si lâche dans sa texture, que l'atmosphère a la possibilité d'agir sur elle dans les couches corticales; mais les changemens qui ont lieu dans les feuilles paraissent suffisans pour expliquer la différence entre les produits obtenus de l'écorce et ceux de l'aubier; les premiers contenant plus de matière carbonacée que les autres.

Quand la similitude des élémens de différens produits végétaux est considérée sous le point de vue indiqué au troisième chapitre, il est aisé de concevoir comment les différentes parties organisées peuvent être formées de la même sève, suivant la manière dont elle reçoit l'action de la chaleur, de la lumière et de l'air. Par l'abstraction d'oxygène, les différens produits inflammables, huiles fixes et volatiles, résines, camphre, fibre ligneuse, etc., etc., peu-

vent provenir des fluides saccharins ou mucilagineux ; par l'abstraction de carbone et d'hydrogène, l'amidon, le sucre, les différens acides végétaux et les matières solubles dans l'eau, peuvent être formées par des substances très combustibles et insolubles. Les huiles volatiles et limpides même qui donnent l'odeur aux fleurs, se composent de proportions différentes des mêmes élémens essentiels que la fibre ligneuse dense ; toutes les deux sont formées par des changemens différens, dans les mêmes organes, par les mêmes matériaux et en même tems.

M. Vauquelin, a dernièrement essayé d'évaluer les changemens chimiques ayant lieu dans la végétation, en analysant quelques-unes des parties organisées du marronnier aux différens âges de la croissance. Il trouva dans les bourgeons recueillis le 7 mars 1812, le principe tannin et une matière albumineuse pouvant s'en séparer, mais qui, lorsqu'on l'a obtenue, se combine avec l'autre. Dans les écailles environnant les bourgeons, il trouva le principe tannin, un peu de matière saccharine, de la résine et de l'huile fixe. Dans les feuilles entièrement développées, il découvrit les mêmes principes que dans les bourgeons ; et de plus une matière résineuse verte particulière. Les pétales de la fleur donnent une résine jaunâtre, de la matière saccharine, de la matière albumineuse et un peu de cire ; les étamines produisirent du sucre, de la résine et du tannin.

Les jeunes marronniers examinés immédiatement après leur formation donnèrent une grande quantité de matière qui parut être une combinaison de substance albumineuse et de tannin. Toutes les parties de la plante présentaient des combinaisons salines des acides acétique et phosphorique.

M. Vauquelin ne pût pas obtenir une assez grande quantité de sève de marronnier pour en faire l'analyse, ce qui est fort à regretter ; il n'a pas déterminé les quantités relatives des différentes substances dans les bourgeons, les feuilles et les semences. Il est probable d'ailleurs, d'après ces détails incomplets, que la quantité de matière résineuse s'accroît dans la feuille, et que la pulpe blanche fibreuse du marronnier est formée par l'action mutuelle des matières albumineuse et astringente, qui sont probablement fournies par les différentes cellules ou vaisseaux. J'ai déjà dit, p. 99, que le cambium qui paraît former les nouvelles parties du tronc et des branches, doit probablement sa faculté de consolidation au mélange des deux espèces de sève ; l'une re-

montant à partir des racines, et l'autre descendant à partir des feuilles. J'essayai en 1804, au tems où le cambium se forme dans le chêne, de déterminer la nature de l'action de la sève de l'aubier sur les suc de l'écorce. En perforant l'aubier d'un jeune chêne, et en appliquant une seringue épuisante à l'ouverture, je recueillis aisément une petite quantité de sève; mais je ne pus obtenir, par ce même moyen, de sève de l'écorce. Je fus obligé de recourir à la solution de ces principes dans l'eau, par une infusion d'écorce fraîche dans l'eau chaude; le liquide ainsi obtenu était haut en couleur et fort astringent; il produisait un précipité immédiat dans la sève de l'aubier, dont la saveur était douceâtre et faiblement astringente, et qui d'ailleurs était incolore.

L'accroissement des arbres et des plantes doit dépendre de la quantité de sève qui passe par leurs organes; de la qualité de la sève, et de sa modification par les principes de l'atmosphère. L'eau, de même qu'elle est le véhicule des alimens de la plante, est aussi la substance que dégagent principalement les feuilles. Le docteur Hales a trouvé qu'un tournesol, pendant un jour de 12 heures, avait transpiré par ses feuilles un *pound* et quatorze *ounces* (849 grammes) d'eau, qui toute avait dû être pompée par les racines.

Les puissances qui déterminent l'ascension de la sève, ont été légèrement indiquées dans les 2^{me} et 3^{me} chapitres. Les racines pompent les fluides du sol par l'effet de l'attraction capillaire; mais ce pouvoir seul est insuffisant pour rendre compte de l'élévation rapide de la sève dans les feuilles. Ceci est pleinement démontré par le fait suivant dont le docteur Hales donne les détails, vol. 1. de la Statique végétale page 114: une branche de vigne âgée de 4 à 5 ans fut coupée, et l'on y attacha soigneusement un tube de verre; le tube était courbé en siphon et rempli de mercure, en sorte que la force de la sève ascendante pouvait se mesurer par l'élévation du mercure. En peu de jours la sève avait monté avec assez de force pour élever le mercure à 58 *inches* (965 millimètres), ce qui est plus que la pression atmosphérique ordinaire. L'attraction capillaire ne s'exerce que par les surfaces des petits vaisseaux et ne peut jamais élever un fluide dans les tubes au-dessus des vaisseaux eux-mêmes.

J'ai rapporté, au commencement du troisième chapitre,

l'opinion de M. Knight, que les contractions et les expansions du grain d'argent dans l'aubier sont les causes les plus efficaces de l'ascension des fluides contenus dans ses pores et dans ses vaisseaux. Les vues de cet excellent physiologiste sont rendues extrêmement probables par les faits sur lesquels il les base. M. Knight a trouvé qu'un très faible accroissement de température suffisait pour que les fibres du grain d'argent se séparassent l'une de l'autre, et qu'une faible diminution de chaleur en produisait la contraction. La sève s'élève plus vigoureusement au printemps et en automne, dans les tems où la température est variable; si l'on suppose que, par leur expansion et par leur contraction, les fibres élastiques du grain d'argent exercent une pression sur les cellules et sur les tubes contenant le fluide absorbé par l'attraction capillaire des racines, ce fluide doit constamment monter vers les points qui en ont besoin.

Les expériences de Montgolfier, le célèbre inventeur des ballons, ont prouvé que l'eau peut s'élever jusqu'à une hauteur infinie à l'aide d'une très petite force, pourvu que sa pression soit annulée par des divisions continues dans la colonne du fluide. Ce principe, il y a tout lieu de le supposer, doit opérer pour faciliter l'ascension de la sève dans les cellules et dans les vaisseaux des plantes qui n'ont pas de communication rectiligne et qui partout opposent des obstacles à la pression perpendiculaire de la sève.

Les changemens qui ont lieu dans les feuilles et dans les bourgeons, et le degré de leur puissance de respiration doivent se lier intimement aussi avec le mouvement de la sève ascendante. Ceci est prouvé par diverses expériences du docteur Hales.

Une branche de pommier fut séparée, introduite dans l'eau et mise en communication avec la cuve à mercure. Tant que les feuilles restèrent sur la branche, le mercure s'éleva par la force des suc ascendants jusqu'à quatre *inches* (101 millim.); mais une branche semblable que l'on avait dépouillée de ses feuilles, n'éleva le mercure qu'à un quart d'*inch* (6 millim.) à peine.

Les arbres aussi, dont les feuilles sont douces, de texture spongieuse, et poreuses à leurs surfaces supérieures, développent la plus grande puissance d'élévation de la sève.

Le même savant que je viens de citer, et dont l'exactitude ne peut être mise en doute, trouva que le poirier, le coignassier, le cerisier, le noyer, le pêcher, le groseiller,

l'aune et le sycomore, qui ont les feuilles douces et non vernies, élevaient le mercure, dans des circonstances favorables, de 3 à 6 *inches* (76 à 152 millimètres); tandis que l'orme, le chêne, le marronnier, le noisetier, le saule et le frêne, qui ont des feuilles plus fermes et plus lustrées, n'élevaient le mercure que de 1 à 2 *inches* (25 à 50 millim.). Les arbres verts et ceux qui portent des feuilles vernissées, font à peine effet sur le mercure, particulièrement le laurier et le *laurus tinus* (laurier rose).

Il est convenable de citer les faits qui prouvent que, dans plusieurs cas, les fluides descendent à travers l'écorce. M. Knight a fait voir, dans les Transactions philosophiques, que de longues bandes d'écorce, partout détachées de l'aubier de l'arbre, excepté à leurs extrémités supérieures, déposaient autant d'aubier qu'elles l'eussent fait si on les eût laissées dans leur position naturelle. Dans ces cas, la sève doit avoir descendu entièrement à travers l'écorce.

M. Baisse plaça des branches de différens arbres dans une infusion de madère, et les y maintint long-tems. Il trouva, dans tous les cas, que le bois devenait rouge avant l'écorce; que l'écorce ne commençait à recevoir de teinte que lorsque tout le bois était coloré et que les feuilles étaient teintes; que la matière colorante paraissait d'abord en dessus, dans l'écorce immédiatement en contact avec les feuilles.

De semblables expériences furent faites par M. Bonnet, et elles donnèrent des résultats analogues, mais moins parfaitement distincts que ceux de M. Baisse.

Duhamel trouva que dans les différentes espèces de pin et autres arbres, quand on enlève des bandes d'écorce, la partie supérieure de la blessure seulement émettait du fluide, tandis que la partie inférieure restait sèche.

On peut l'observer également l'été dans les arbres à fruits, quand l'écorce étant blessée, l'aubier reste intact.

Le mouvement de la sève à travers l'écorce semble surtout dépendre de la gravitation. Quand les particules aqueuses ont été considérablement dissipées par les fonctions transpirantes des feuilles, et que les composans mucilagineux, inflammables et astringens, sont accrus par l'action de la chaleur, de la lumière et de l'air, l'impulsion continue vers le haut de l'aubier, force le reste du fluide épaisi dans les vaisseaux corticaux, qui n'ont pas d'autre aide. Alors, à raison du poids, sa tendance naturelle est de descendre; la rapidité de la descente doit dépendre de la

consommation générale du fluide de l'écorce dans les procédés de vitalité de la végétation; car il y a tout lieu de croire qu'aucun fluide ne retourne dans le sol à travers les racines; il est impossible de concevoir une libre communication latérale entre les vaisseaux absorbans de l'aubier dans les racines, et les vaisseaux transportant ou chariant de l'écorce; si cette communication existait, il n'y a pas de raison pour que la sève ne s'élève pas aussi bien à travers l'écorce qu'à travers l'aubier, car les mêmes puissances physiques agiraient sur l'un et sur l'autre.

Quelques auteurs ont supposé que la sève s'élève dans l'aubier et descend à travers l'écorce, par suite d'une puissance semblable à celle qui produit la circulation du sang dans les animaux; force analogue à la force musculaire des parois des vaisseaux.

On a d'ailleurs beaucoup trop insisté sur cette analogie, qui n'est pas suffisamment établie; certes il y a des ressemblances plus ou moins éloignées dans chaque partie de la création; mais l'irritabilité de la fibre musculaire dans les animaux et la contractibilité du système vasculaire dans les plantes, paraît entièrement dépendre de causes différentes.

Dans la cristallisation, ou l'arrangement régulier des substances inorganiques, il y a constant accroissement de matière par attraction et juxtaposition des molécules semblables. Dans la végétation, un germe se développe par assimilation, d'une grande variété de nouveaux alimens, et par des facultés entièrement différentes de celles de la matière inorganique ordinaire; mais il ne semble pas qu'il y ait, comme dans les animaux, un système de nerfs essentiels à l'irritabilité. On sait si peu de chose sur les facultés cachées et les propriétés de la matière, que l'on ne peut guère donner que de vagues hypothèses sur la cause du mouvement des fluides dans les tubes ou cellules végétalés; il est impossible cependant de ne pas faire beaucoup plus grande la part des agens matériels ordinaires, dans la production de ce phénomène, que dans celle de la vie animale.

Si l'on parcourt la statique végétale de Hales, il est impossible de n'en pas recevoir une impression profonde de la dépendance où se trouve le mouvement de la sève des causes physiques. Dans le même arbre, cet observateur plein de sagacité remarqua que pendant une matinée froide et nébuleuse, où la sève ne montait pas, un change-

ment subit était produit par un rayon de soleil d'une demi-heure, et il s'ensuivait un fort mouvement du fluide. Le changement de vent du sud au nord paralysait immédiatement cet effet. A la suite d'une soirée froide après un jour chaud, la sève qui avait été ascendante commençait à descendre. Une pluie chaude et une averse froide produisaient des effets opposés.

Plusieurs de ses observations montraient également que les différentes puissances qui agissent sur l'arbre adulte, produisent des effets différens en différentes saisons.

Au commencement du printemps, avant l'épanouissement des bourgeons, les variations de température et les changemens d'état de l'atmosphère en humidité et en sécheresse, exercent de grands effets sur les expansions et les contractions des vaisseaux; l'arbre est alors dans ce que les jardiniers appellent la saison saignante.

Quand les feuilles sont entièrement développées, la grande détermination de la sève appartient à ces nouveaux organes. Il suit de là qu'un arbre qui perd beaucoup de sève par une blessure faite pendant que ses bourgeons s'ouvrent, n'en perd plus dans l'été quand les feuilles sont parfaites; mais en tems variable, vers la fin de l'automne, à la chute des feuilles, l'arbre reprend de nouveau la faculté de saigner un peu dans les journées les plus chaudes, mais pas en d'autres tems.

Dans toutes ces circonstances il n'y a rien de réellement analogue à l'action irritable du système animal. Dans le système animal, le cœur et les artères sont en constante pulsation, leurs fonctions sont incessamment accomplies dans tous les climats et dans toutes les saisons; en hiver comme au printemps, sur les neiges arctiques et sous le soleil du tropique. Elles ne cessent jamais dans le sommeil nocturne périodique commun à la plupart des animaux, ni pendant le long sommeil d'hiver particulier à quelques espèces. La faculté s'en lie avec l'animation; elle est limitée aux êtres possédant les moyens de locomotion volontaire; elle coexiste avec la première apparence de vitalité; elle ne disparaît qu'avec la dernière étincelle de vie.

Dès que cesse l'opération des différens agens physiques sur les vaisseaux séreux de la plante, et que le fluide est en repos, les matériaux que la chaleur y a dissout sont déposés dans les cellules de l'aubier; par suite de ce dépôt, il est pourvu, en matière nutritive, aux premiers besoins de

la plante dans les commencemens du printemps, pour aider les bourgeons à s'ouvrir, à se développer, lorsque le mouvement est encore faible à raison du manque de feuilles. Ce beau principe d'économie végétale fut mis d'abord en avant par le docteur Darwin; M. Knight en a donné ensuite plusieurs démonstrations expérimentales.

M. Knight fit de nombreuses incisions dans l'aubier du sycomore et du bouleau, à différentes hauteurs; en examinant la sève qui en décollait, il la trouva d'autant plus douce et plus mucilagineuse que l'ouverture qui la laissait échapper était plus haute; il ne put l'attribuer à d'autre cause qu'au sucre et au mucilage conservés en dissolution pendant l'hiver.

Il examina l'aubier de différentes billes de chêne de la même forêt, dont quelques-unes avaient été coupées en hiver et les autres en été; il trouva toujours plus de matière soluble dans le bois coupé pendant l'hiver; et sa pesanteur spécifique était aussi plus grande.

Dans tous les arbres qui gardent leurs feuilles l'hiver, cette circonstance a lieu, de même que dans les graminées et les arbrisseaux. Les jointures des herbes vivaces contiennent plus de matière saccharine et mucilagineuse l'hiver qu'en toute autre saison; c'est pour cela que le fiorin, ou l'*agrostis alba*, qui a beaucoup de nœuds, donne un aliment si utile pendant l'hiver.

Les racines des arbrisseaux contiennent la plus grande quantité de substance alimentaire au cœur de l'hiver; la bulbe dans toutes les plantes qui en sont pourvues, est le réceptacle où s'amasse la nourriture pendant l'hiver.

Dans les plantes annuelles, la sève semble entièrement épuisée de toute matière nutritive par la production des fleurs et des graines; mais si quelques parties des plantes annuelles, ayant feuilles et bourgeons, sont détachées et conservées de manière à ne pas perdre leur sève en donnant des fleurs ou des semences, la même vie individuelle peut leur être conservée pendant plusieurs années. Il paraît donc, comme l'observe M. Knight, que c'est la complexion et non la vie qui est annuelle dans ces plantes.

Quand les herbes vivaces sont broutées de très près par le bétail en automne, il arrive souvent, ainsi que l'ont observé les fermiers, qu'elles ne repoussent jamais vigoureusement au printemps; cela est dû au retranchement de

cette partie de la tige qui leur devait fournir la sève concrète, leur première nourriture.

Les constructeurs de vaisseaux préfèrent pour leurs travaux cette espèce de bois de chêne que donnent les arbres qui ont été privés de leur écorce au printemps et qu'ensuite on a coupés pendant l'automne ou l'hiver suivant. La raison de la supériorité de ce bois, est que la sève concrète se dépense au printemps pour le bourgeonnement des feuilles, tandis qu'en détruisant la circulation, elle ne se forme pas de nouveau; que le bois ayant ses pores débarrassés de matière saccharine, est moins sujet dès lors à fermenter par l'action de l'air et de l'humidité.

Dans les arbres permanents, un nouvel aubier et par conséquent un nouveau système de vaisseaux se produit annuellement; l'aliment pour l'année suivante s'y dépose; en sorte que les nouveaux bourgeons, comme la plumule de la semence, sont alimentés par un réservoir de la matière essentielle à leur premier développement.

Le vieil aubier perd graduellement sa structure vasculaire, et se trouve constamment pressé par la force expansive des nouvelles fibres, devenant plus dur, plus dense, et enfin cœur de bois; au bout d'un certains tems il obéit aux lois communes de la matière morte; il périt, se décompose et se convertit en élémens aériformes et carboniques, ceux dont il a été formé primitivement.

Le dépérissement du cœur de bois semble constituer la grande limite de l'âge et de la grosseur des arbres. Dans les jeunes branches des vieux arbres, il est beaucoup plus sujet à se décomposer que dans les branches semblables des jeunes arbres. Il en est de même pour les greffes. La greffe est nourrie seulement par la sève de l'arbre sur lequel elle est transportée; ses propriétés ne sont pas changées par cette sève; les feuilles, les fleurs, les fruits sont de même espèce que si la greffe n'eût pas été détachée de son pied naturel. Le seul avantage que l'on obtienne par ce moyen est de fournir à la greffe provenant d'un vieil arbre une nourriture plus substantielle et plus saine, qu'elle ne l'eût reçue dans son état naturel; elle est rendue, pour quelque tems, plus vigoureuse, et produit de plus belles fleurs et de meilleurs fruits. Mais elle ne participe pas simplement des propriétés avantageuses du nouveau sujet, elle conserve les infirmités et la vicillesse de l'arbre dont on l'a détaché.

Ceci semble distinctement établi par les observations et

les expériences de M. Knight. Dans un grand nombre de cas, il a greffé de jeunes rejets et des pousses saines de vieux arbres à fruit estimés sur de jeunes sujets. Ces greffes fleurissaient pendant deux ou trois ans ; mais bientôt elles dépérissaient comme les vieux arbres dont elles provenaient.

C'est par cette raison que tant de pommes jadis si renommées pour leur saveur et leur utilité dans les fabriques de cidre, ont été successivement en se détériorant, et que plusieurs ont disparu. La calville rouge et le *moil*, si bonnes au commencement du siècle dernier, sont maintenant dans le dernier période de leur dépérissement ; avec quelque soin qu'on les greffe d'ailleurs, elles ne tendent qu'à multiplier une variété malade et épuisée (1) ; les arbres qui ont le cœur de bois le plus ferme et le moins poreux ont la plus longue durée.

En général la quantité de charbon donnée par les bois est un indice assez certain de leur durée ; ceux qui sont les plus abondans en carbone et en matière terreuse sont les plus permanens ; ceux qui contiennent la plus grande proportion d'éléments gazeux sont les plus destructibles.

Parmi nos arbres, le châtaignier et le chêne sont supérieurs en durée à tous les autres ; le châtaignier donne encore plus de matière carbonacée que le chêne.

Dans les vieilles charpentes, ces bois ont été souvent pris l'un pour l'autre ; mais on peut les distinguer aisément en ce que les pores de l'aubier du chêne sont beaucoup plus grands, plus serrés et plus distincts ; tandis que les pores du châtaignier ne peuvent être vus distinctement qu'à la loupe.

A raison du lent dépérissement du cœur de bois de chêne et de châtaignier, ces arbres, dans des circonstances favorables, peuvent vivre jusqu'à 1000 ans.

Le hêtre, le frêne et le sycomore ne vivent jamais moitié

(1) Cette opinion, relative à la perte des variétés d'arbres à fruit, ne s'accorde pas avec les vues de De Candolle au sujet de la longévité des arbres ; c'est-à-dire que sans les accidens et l'abattage, elle serait illimitée. On doit s'en rapporter beaucoup à une si haute autorité ; et assurément les doctrines de M. Knight ne doivent pas être admises par les pépiniéristes jusqu'à ce qu'elles soient clairement démontrées ; car sans cela on laisserait perdre une foule de vieilles variétés de fruits, parce que les arbres seraient décrépits et prêts à tomber. Voyez la Physiologie végétale, liv. 4, chap. xi, où ce sujet est très ingénieusement discuté.

aussi long-tems. La durée du premier n'est probablement pas de plus de 200 ans ; mais le poirier , suivant M. Knight, peut vivre le double de cet âge. Plusieurs de nos meilleurs pommiers ont été introduits , à ce qu'on suppose , en Angleterre , par un jardinier de Henri VIII ; ils sont maintenant dans leur période de vieillesse.

Le chêne et le châtaignier dépérissent beaucoup plus tôt dans un sol humide , que dans un sol sec et sableux ; leur bois est moins ferme. Les vaisseaux séreux alors sont plus développés quoiqu'ils charient moins de matière nutritive ; la texture générale des formations du bois est nécessairement moins ferme. Ce bois se fend plus aisément ; il est plus sujet à se tourmenter par les variations de l'atmosphère.

Les mêmes arbres vivent en général beaucoup plus long-tems dans le nord que dans le midi , la raison semble en être , que toute fermentation et décomposition s'arrête par le froid ; à de très basses températures , les matières végétales et animales résistent à la putréfaction ; dans l'hiver du nord , non seulement la vie végétale est suspendue , mais bien aussi le dépérissement végétal.

Les qualités antiputrides des climats froids sont entièrement démontrées par les exemples de rhinocéros et de mammoth récemment trouvés en Sibérie , sous la croûte gelée du sol , où ils étaient probablement depuis le tems du déluge. J'ai examiné une portion de la peau de mammoth qui avait été envoyée en Angleterre , et où se trouvait encore quelque poil rude ; sur le tronc et les plus grosses branches , elle avait tous les caractères chimiques de la peau récemment desséchée.

Les arbres qui croissent dans des lieux très exposés aux vents , ont un bois plus dur et plus ferme que ceux qui poussent à l'ombre. La sève dense est déterminée par l'agitation des plus petites branches , où le nouvel aubier formé est conséquemment plus épais et plus ferme.

Ces arbres abondent en courbes précieuses pour la construction des vaisseaux. Les vents , dans les lieux élevés agissent de manière à ce que l'arbre affecte les formes les mieux calculées pour résister à leurs efforts. Le chêne de montagne s'élève robuste et vigoureux ; fermement attaché au sol , et capable d'opposer toute sa force à la tempête.

La dégénération des meilleures variétés d'arbres à fruit qui ont été propagées par la greffe , est une circonstance de

grande importance. Il n'est aucun moyen de les conserver, et aucune autre ressource que celle d'élever de nouvelles variétés par semis.

Quand une espèce a été améliorée par la culture, les semences qu'elle donne, toutes choses égales d'ailleurs, produisent des plantes plus vigoureuses et plus parfaites; c'est en suivant cette voie que l'on a obtenu de grandes améliorations dans toutes les productions de nos champs et de nos jardins.

Le blé, dans son état indigène, comme production naturelle du sol, paraît avoir été un très petit gramen; le cas est encore plus remarquable avec la pomme et la prune. La pomme sauvage semble avoir donné naissance à toutes nos pommes, et l'on peut concevoir à peine deux fruits plus différens en couleur, en grosseur et en apparence, que la prune sauvage et le *magnum bonum*.

Les graines des plantes améliorées par la culture fournissent toujours des variétés grandes et perfectionnées; mais la saveur et même la couleur du fruit semblent n'être que des accidens. Ainsi cent pépins de reinette dorée produiront toujours de beaux pommiers à larges feuilles, portant des fruits d'un belle grosseur; mais le goût et la couleur de la pomme de chacun de ces arbres sera différent, et aucune pomme ne sera précisément de l'espèce reinette dorée. Quelques-unes seront douces, d'autres surs, d'autres amères, d'autres fades; les unes jaunes, les autres vertes, rouges, bigarrées. Toutes ces pommes vaudront mieux d'ailleurs que celles provenant des pépins de pommier sauvage, lesquels produiront tous des arbres de même espèce, portant tous des fruits surs et chétifs.

Le pouvoir de l'horticulteur s'étend seulement à la multiplication d'excellentes variétés par la greffe; mais il ne saurait les rendre permanentes: les bons fruits de nos jardins sont le produit de quelques jeunes arbres choisis probablement parmi des centaines de mille; ce sont les résultats d'un grand travail, de beaucoup d'industrie et d'expériences multipliées.

Plus les feuilles d'un arbre de semis sont larges et épaisses, plus il épanouit ses bourgeons et plus il est probable qu'il produira une bonne variété de fruits. On ne doit jamais choisir les arbres à feuilles écourtées, car ils se rapprochent trop du sujet primitif, tandis que d'autres qualités indiquent l'influence de la culture.

Dans le choix général des graines, il semble que celles provenant des variétés ayant subi la plus haute culture, sont celles qui donnent les produits les plus vigoureux ; mais de tems à autre il est nécessaire de changer de graine, et, comme on dit, de croiser les races.

En appliquant le pollen ou la poussière des étamines d'une variété sur le pistil d'une autre de même espèce, une nouvelle variété peut être aisément produite ; les expériences de M. Knight semblent assurer que l'on retire de grands avantages de cette méthode de propagation.

Les gros pois de M. Knight, provenant du croisement de deux variétés, sont célèbres chez les jardiniers et j'espère qu'ils seront bientôt cultivés par les fermiers.

J'ai vu plusieurs de ses pommes ainsi croisées, qui promettent de rivaliser les meilleures de celles qui ont dégénéré successivement dans les pays à cidre.

Les expériences de croisement de blé qui se font très aisément, simplement en semant différentes espèces ensemble, conduisent à des résultats d'une grande importance. Il est dit, dans les Transactions philosophiques pour 1799, que dans les années 1795 et 1796, où presque toute la récolte des blés fut gâtée, les variétés seules obtenues par le croisement, échappèrent, quoique semées dans différents sols et en diverses situations.

Les procédés du jardinage pour accroître le nombre des branches portant fruit et pour améliorer le fruit sur certaines branches, sont tous éclaircis par les principes que nous avons exposé dans ce chapitre.

En faisant des arbres en espalier, la force de gravité est principalement dirigée vers les parties latérales des branches, et détermine plus de sève vers les boutons à fruits ; elles sont dès lors plus disposées à porter dans la position horizontale que dans celle verticale.

On a souvent recommandé de serrer la branche par un fil d'archal ou de la lier par un fil annulaire pour qu'elle produise du fruit. Dans ce cas la descente de la sève dans l'écorce doit être empêchée au-dessus de la ligature, et par conséquent il doit rester plus de matière nutritive pour se répandre dans ces parties.

En greffant, les vaisseaux de l'écorce du sujet et de la greffe ne peuvent arriver en contact assez parfait, pour que les vaisseaux de l'aubier, qui sont bien moins nombreux, soient également répartis ; dès lors la circulation vers le bas

est probablement gênée, et la tendance de la greffe à produire des branches fruitières est accrue.

En transplantant des arbres, s'ils sont un peu gros, il faut les débarrasser d'une partie de leurs branches et de leurs feuilles en les coupant; car en les arrachant du sol, ils ont dû perdre une grande partie de leurs racines et de leur chevelu, en sorte que s'ils gardaient toutes leurs feuilles ils périeraient par l'épuisement de leur humidité, à raison de ce que leur surface d'évaporation serait trop grande.

En élaguant les arbres, on donne plus de nourriture à ce qui reste, car la sève coule latéralement aussi bien que perpendiculairement. Les mêmes raisons expliquent l'accroissement de la grosseur des fruits, par le retranchement de plusieurs de ceux qui sont sur une même branche.

Toutes les plantes sont susceptibles d'amélioration par des modes particuliers de culture, et ce n'est qu'ainsi que l'on peut accroître leur durée; mais, conformément à la loi générale du changement, elles sont rendues mal portantes quand on les expose à des circonstances défavorables; elles deviennent alors sujettes à une vieillesse prématurée et au dépérissement.

Les plantes des climats chauds, transportées dans les pays froids, ou bien celles des pays froids transplantées dans les pays chauds, souffrent du moins, si elles ne périssent pas entièrement par le changement de situation.

Peu de plantes du Tropique peuvent, comme on le sait bien, s'élever en Angleterre, à moins que ce ne soit en serres chaudes. On peut dire que la vigne, pendant tout notre été, est dans un faible état de santé; et son raisin, à l'exception de cas très extraordinaires, contient toujours une surabondance d'acide. Le pin gigantesque du nord, transporté dans les climats équatoriaux, dégénère et devient rabougri; on peut citer un grand nombre d'autres exemples.

Beaucoup d'écrits et de remarques très ingénieuses de divers savans ont été publiés sur ce qu'on appelle les habitudes des plantes. Ainsi, quand on transpose un arbre, il meurt ou reste languissant, à moins que sa position relativement au soleil ne soit la même qu'avant. Les semences apportées des climats chauds germent beaucoup plus tôt en saison que celles des mêmes espèces venant des climats froids. Le pommier de Sibérie où un court été de trois mois est immédiatement suivi d'un long hiver, pousse ordinairement, en Angleterre, ses bourgeons dans la première an-

née de sa transplantation, au premier tems doux, et souvent il est détruit par les dernières geles du printems.

Il n'est pas difficile d'expliquer ce principe si intimement lié à la bonne ou mauvaise santé des plantes. L'organisation du germe, soit en semence soit en bourgeons, doit être différente suivant qu'il y a plus ou moins de chaleur ou suivant que des alternatives de froid et de chaud l'ont affecté pendant sa formation; la nature de son expansion doit dépendre entièrement de son organisation. Dans un climat variable, les formations seront interrompues, et par couches successives diverses. Dans une température égale, elles seraient uniformes; l'opération de causes nouvelles et soudaines sera enfin différemment sentie.

La disposition naturelle des arbres peut d'ailleurs être graduellement changée en plusieurs cas, et de cette manière l'action d'un nouveau climat peut devenir supportable. Le myrte, indigène du midi de l'Europe, périt inévitablement s'il est exposé dès sa tendre jeunesse aux geles de nos hivers; mais si pendant quelques années successives, on le garde en serre pendant l'hiver, et qu'on l'expose graduellement à de basses températures, il finit, quand il est durci par l'âge, par supporter un froid très rigoureux. Dans le sud et dans l'ouest de l'Angleterre, le myrte ainsi acclimaté produit des fleurs et des semences, en plein air; ses rejetons alors sont beaucoup plus durs que ceux des myrtes que l'on rentre dans les appartemens.

L'arbutus, provenant sans doute d'une culture semblable est devenu le principal ornement des lacs du midi de l'Irlande. Il prospère même dans les lieux montagneux froids, et il n'y a pas de doute que les rejetons de cet arbre endurci par un climat tempéré, pourraient aisément croître en Angleterre.

Les mêmes principes qui s'appliquent aux effets du froid et du chaud, sont également applicables à l'influence de l'humidité et de la sécheresse. Les rejetons d'un arbre habitué à un sol humide, périront dans un sol sec, même lorsque ce dernier sol est en général plus favorable à l'espèce. Ainsi que nous l'avons dit déjà, page 127, les arbres qui ont cru au centre des bois sont promptement détruits, quand on abat les arbres des lisières qui les protégeaient contre les vents.

Les arbres, dans tous les cas où ils sont exposés en lieux hauts et découverts au soleil, au vent, et à la pluie, ainsi

que je l'ai déjà remarqué, deviennent bas et robustes, fournissant de bonnes courbes, mais jamais de troncs droits et élancés. Les arbustes et les arbres qui sont, au contraire, trop à l'ombre, trop peu exposés au soleil et au vent, poussent en hauteur, mais présentent en même tems des branches rares et faibles; leurs feuilles sont pâles et malades, et ceux de ces arbres qui sont presque étiolés ne portent jamais de fruits. Le manque de lumière seul est suffisant pour produire cette espèce de dépérissement, ainsi que cela paraît résulter des expériences de Bonnet. Cet ingénieux physiologiste sema trois graines de pois dans la même espèce de sol; il laissa l'une exposée à l'air libre; il renferma l'autre sous une cloche de verre; et la troisième fut enfermée dans un tuyau de bois. Le pois sous cloche germa et crut d'une manière très peu différente de celui qui restait à l'air libre; mais la plante emprisonnée dans le tuyau de bois, et qui était privée de lumière, vint blanche, faible, et fort allongée.

Les plantes croissant en terrain incapable de leur fournir un engrais suffisant ou de la matière organisée morte, sont généralement très basses, ayant des feuilles brunes ou d'un vert sombre; leur fibre ligneuse est abondante en terre (1). Celles qui végètent dans les terrains tourbeux, ou trop chargés de matière animale et végétale, se développent rapidement, produisent des feuilles larges et d'un beau vert, abondent en sève, et fleurissent généralement de très bonne heure.

Quand une terre est trop riche pour le blé, il n'est pas rare d'y couper les premières pousses, pour corriger ainsi son exubérance et empêcher le blé de verser avant sa maturité; l'excès de pauvreté ou de richesse du sol est également fatal aux espérances du fermier; la véritable constitution du sol pour la meilleure moisson, est celle dans laquelle les matériaux terreux, l'humidité et l'engrais sont convenablement répartis; dans laquelle la matière animale

(1) Les plantes qui croissent sur le rocher tendre de Malte en offrent un exemple frappant; elles sont rabougries; leurs racines grandes; leurs branches et leurs feuilles petites; les feuilles et les branches abondent en chaux. D'après ce que j'ai vu dans cette île, je suis disposé à croire que les plantes agissent comme des outils perforant la roche calcaire, et que les cavités que l'on attribue à des mollusques d'eau salée, ne sont dues qu'à la croissance et à la mort des végétaux.

ou végétale décomposable, n'excède pas un quart de composans terreux.

Le chancre ou érosion de l'écorce et du bois, est une maladie souvent produite dans les arbres par la pauvreté du sol ; elle se lie invariablement avec la vieillesse. La cause semble en être un excès de matière alcaline et terreuse dans la sève descendante. J'ai trouvé fréquemment du carbonate de chaux sur les bords de la carie du pommier ; et l'ulmine, qui contient un alcali fixe, abonde dans la carie de l'orme. L'âge avancé de l'arbre, à cet égard, est tout-à-fait analogue à la vieillesse des animaux, pendant laquelle les sécrétions de la matière solide sont toujours en excès, et la tendance à l'ossification fort grande.

Le mode ordinaire de guérison du chancre est de couper les bords de l'écorce, d'appliquer de nouvelle écorce dessus ou d'y mettre une emplâtre de terre ; mais ces méthodes, quoiqu'elles aient été beaucoup vantées, sont probablement peu efficaces pour la régénération de la partie chancreuse. Peut-être l'application d'un acide faible serait d'un bon usage ; quand l'arbre est d'une grande valeur, on pourrait le mouiller par fois avec un acide très étendu. La nature alcaline et terreuse de la sécrétion morbide en garantit le bon effet, mais des circonstances qu'on ne peut prévoir empêcheraient peut-être la réussite de l'expérience. Indépendamment des maladies ayant leur source dans la constitution de la plante ou dans l'action défavorable des élémens extérieurs, il y en a plusieurs autres plus dommageables peut-être, qui dépendent des actions et de la puissance d'autres êtres vivans ; il est plus difficile d'y remédier, et ce sont les plus destructives des travaux des agriculteurs.

Les plantes parasites de divers genres qui s'attachent aux arbres et aux arbustes, se nourrissent de leurs sucs, détruisent leur santé et finissent par les faire périr, abondent dans tous les climats ; ce sont peut-être les ennemis les plus formidables des espèces végétales supérieures et cultivées.

La rouille, si souvent destructive des moissons, et qui le fut surtout en 1804, est une espèce de fungus assez petit pour ne pouvoir distinguer sa forme qu'à la loupe ; elle se propage rapidement par ses semences.

Ce fait a été prouvé par divers botanistes ; il a été complètement démontré par les recherches du malheureux sir Joseph Banks.

Le fungus se répand rapidement d'une tige à l'autre, se

fixe dans les cellules liées aux tubes communs, détourne et consume la nourriture qui eût été pour le grain.

Différens remèdes ont été proposés contre cette maladie. Le révérend docteur Cartwright assure l'avoir traitée avec succès, par l'application d'une solution de sel, à l'aide d'un arrosoir de jardin, sur les tiges du blé. C'est un sujet digne des recherches les plus minutieuses, et l'on doit essayer tout ce qui fait espérer de détruire un si grand mal. Comme le fungus croit en répandant ses semences, il faut avoir grand soin que de la paille rouillée ne soit pas jetée au fumier destiné pour les terres à blé; si l'on s'aperçoit de bonne heure qu'elle attaque quelques tiges, il faut les arracher soigneusement comme de mauvaises herbes.

L'idée populaire parmi les fermiers, que l'épine-vinette dans le voisinage d'un champ de blé produit souvent la rouille, mérite d'être examinée. Cet arbre est souvent couvert d'un fungus qui, si l'on prouvait qu'il est susceptible de dégénérer en fungus de rouille du blé, en donnerait une explication satisfaisante.

Il y a quelque raison de croire d'après les recherches de sir Joseph Banks, que la nièle du blé est aussi produite par un très petit fungus qui se fixe sur le grain; les produits qu'il donne par son analyse sont semblables à ceux de la vesse de loup; il est difficile de concevoir, que sans l'action de quelque corps organisé, un changement aussi complet puisse s'effectuer dans la constitution du grain.

Le guy et le lierre, les mousses et les lichens, en se fixant sur les arbres, détériorent uniformément leur végétation progressive, quoiqu'à des degrés différens. Elles sont soutenues par les vaisseaux séveux latéraux, et privent les branches en dessus d'une partie de leur nourriture.

Les insectes ne sont guère moins nuisibles que les plantes parasites.

Il faudrait donner le catalogue du plus grand nombre des classes de la zoologie, si l'on voulait énumérer tous les animaux destructeurs du règne végétal. Chaque espèce de plantes est presque le siège d'une tribu d'insectes; depuis la sauterelle, la chenille et le limaçon jusqu'à l'aphis imperceptible, une prodigieuse variété d'insectes vit de ses ravages sur le règne végétal.

J'ai parlé déjà de l'insecte qui se nourrit des pousses jeunes du turneps.

La mouche de Hesse est encore plus destructive des blés,

et dans quelques saisons a menacé les États-Unis de la famine. En 1815, le gouvernement français fut obligé de recourir à des mesures de destruction des larves des sauterelles.

En général, un tems mou est favorable à la propagation de la rouille, de la nièle, du fungus, et de toutes les petites plantes parasites; le tems sec l'est à celle des insectes. La nature, au milieu de tous ses changemens, dirige continuellement ses ressources vers la production et la multiplication de la vie; dans l'économie sage et grande de tout le système, les agens mêmes qui nous paraissent destructifs de nos espérances et du bien-être de l'homme, se lient de fait avec le perfectionnement et la puissance de sa condition. Son industrie est éveillée, son activité maintenue, par les défauts même du climat et de la saison. Par les accidens qui contrarient ses efforts, il apprend à développer ses ressources, à songer à l'avenir, à considérer le règne végétal non comme un héritage assuré et inaliénable, pourvoyant spontanément à ses besoins; mais comme une possession douteuse et précaire, qu'on ne peut conserver qu'à force de travail, et qu'il faut étendre et améliorer par l'industrie.

CHAPITRE VI.

FUMIERS D'ORIGINE VÉGÉTALE ET ANIMALE; COMMENT ILS DEVIENNENT UNE NOURRITURE POUR LES PLANTES; FERMENTATION ET PUTRÉFACTION; DIFFÉRENTES ESPÈCES DE FUMIERS VÉGÉTAUX ET ANIMAUX. FUMIERS MÊLÉS. PRINCIPES GÉNÉRAUX POUR L'USAGE ET L'APPLICATION DE CES ENGRAIS.

C'est un fait connu depuis les tems les plus anciens de l'agriculture, que certaines substances végétales et animales introduites dans le sol, accélèrent la végétation et augmentent le produit des récoltes; mais la manière dont agissent les engrais, les meilleurs modes de les appliquer, leur valeur et leur durée relatives, sont encore des objets en discussion. Je tâcherai, dans ce chapitre, de poser quelques principes à cet égard; ils sont susceptibles d'être éclairés matériellement par les découvertes récentes de la chimie, et je n'ai pas besoin d'insister sur leur grande importance pour les agriculteurs.

Les pores, dans les fibres des racines des plantes, sont si

petits, qu'on a peine à les discerner même au microscope; il n'est donc pas probable que des substances solides puissent passer, du sol, à travers ces pores. J'ai tenté une expérience à ce sujet; un peu de charbon en poussière impalpable, provenant de poudre à canon lavée et que j'avais débarrassée de soufre par la chaleur, fut placé dans une fiole contenant de l'eau pure où croissait une plante de menthe poivrée; les racines de la plante étaient bien en contact avec le charbon. Cette expérience fut faite au commencement de mai 1805; la croissance de la plante fut très vigoureuse pendant une quinzaine; puis on la retira de la fiole; les racines furent coupées en différentes parties; mais on n'y put découvrir aucune matière carbonacée, pas la moindre fibrille noircie par le charbon, ainsi que cela eût dû être si le charbon avait été absorbé sous forme solide.

Aucune substance n'est plus nécessaire aux plantes que la matière carbonacée; si donc elle ne peut s'introduire dans les organes des plantes qu'à l'état de solution, il y a tout lieu de croire que d'autres substances moins essentielles sont dans le même cas.

J'ai trouvé, par quelques expériences faites en 1804, que des plantes introduites dans de fortes dissolutions fraîches de sucre, de mucilage, de tannin, de gelée et autres substances, périssaient; mais que ces plantes vivaient dans ces mêmes solutions ayant fermenté. Alors je supposai que la fermentation était nécessaire pour préparer la nourriture de la plante; mais je me suis assuré depuis que l'effet délétère des solutions récentes végétales était dû à leur trop grande concentration, par suite de laquelle les organes végétaux étaient probablement obstrués par une matière solide, et la transpiration par les feuilles était arrêtée. Au commencement de juin, l'année suivante, je me servis des solutions des mêmes substances; mais tellement étendues qu'elles contenaient à peine $\frac{1}{1000}$ de matière soluble végétale ou animale. Les plantes de menthe poussèrent vigoureusement dans toutes ces solutions; mais moins dans celle de matière astringente. J'arrosai quelques touffes de gazon dans un jardin avec différentes solutions séparément, et une touffe avec de l'eau ordinaire; le gazon arrosé avec les solutions de gelée, de sucre et de mucilage crut le plus vigoureusement; la touffe arrosée avec la solution astringente de tannin crut moins bien que celle arrosée avec de l'eau ordinaire.

Je tâchai de déterminer si les substances végétales solubles passaient sans changement d'état dans les racines des plantes, en comparant les produits de l'analyse des racines de plantes de menthe qui avaient poussé, les unes dans l'eau ordinaire, les autres dans une solution de sucre.

120 grains (7770 milligrammes) de racines de menthe ayant cru dans la solution de sucre, donnèrent 5 grains (325 milligrammes) d'extractif pâle verdâtre, qui avait un goût douceâtre, mais qui se coagulait faiblement par l'action de l'alcool : 120 grains (7770 milligrammes) de racines de menthe ayant cru dans l'eau commune, donnèrent 5 $\frac{1}{2}$ grains (226 milligrammes) d'extractif qui avait une couleur olive foncée ; son goût était douceâtre, mais plus astringent que celui de l'autre extractif, et il se coagulait plus abondamment dans l'alcool.

Ces résultats, quoiqu'ils ne soient pas décisifs, sont cependant en faveur de l'opinion que les matières solubles passent sans altération dans les racines des plantes ; cette opinion est aussi confirmée par cette circonstance que les fibres radicales des plantes qu'on laisse croître dans des infusions, sont teintes en rouge ; on peut même la regarder comme prouvée par ce fait que les substances qui sont destructives de la plante sont absorbées par elle. J'introduisis des racines de primérose dans une solution faible d'oxide de fer par le vinaigre, et je les y maintins jusqu'à ce que les feuilles devinssent jaunes ; les racines furent lavées avec soin dans l'eau distillée, brisées et bouillies dans une petite quantité d'eau distillée ; la décoction passée au filtre, fut essayée avec le réactif de noix de galle ; elle acquit une forte teinte pourpre, ce qui prouve que la solution de fer avait été absorbée par les vaisseaux ou les pores des racines.

Les substances végétales et animales déposées dans le sol, ainsi que le prouve l'expérience générale, sont consommées pendant le procédé de la végétation ; elles ne peuvent nourrir la plante qu'en produisant des matières solides susceptibles d'être dissoutes par l'eau, ou des substances gazeuses susceptibles d'être absorbées par les fluides dans les feuilles des végétaux ; mais celles de ses parties qui sont rendues gazeuses, et qui passent dans l'atmosphère, ne doivent produire comparativement qu'un petit effet ; car les gaz se répandent, aussitôt leur formation, dans la masse de l'air environnant. Le but principal dans l'emploi du fumier doit être de fournir autant de matière soluble que possible

aux racines de la plante ; lentement, graduellement, de manière qu'elle soit entièrement consommée à former la sève et les parties organisées.

Les fluides mucilagineux, glutineux, saccharins, huileux, extractifs, et la solution d'acide carbonique dans l'eau, sont les substances qui, dans leur état non altéré, contiennent presque tous les principes nécessaires à la vie des plantes ; mais il est peu de cas où l'on puisse les appliquer comme engrais, dans leurs formes pures ; les engrais végétaux, en général, contiennent un grand excès de matière fibreuse et insoluble qui doit subir des changemens chimiques avant d'être propre à l'alimentation des plantes.

Il est convenable d'avoir une idée scientifique de la nature de ces changemens ; des causes qui les déterminent, les accélèrent ou les retardent ; des produits qui en résultent.

Si quelque matière végétale fraîche qui contient du sucre, du mucilage, de l'amidon, ou quelque autre composé végétal soluble dans l'eau, est mouillée et exposée à l'air, à une température de 55° à 80° F. (10° à 22 centigr.) ; l'oxygène sera de suite absorbé, et il se formera de l'acide carbonique. Il se produira de la chaleur ; des fluides élastiques qui sont principalement du gaz acide carbonique, oxide de carbone, et hydro-carburé seront dégagés ; un liquide de couleur foncée, d'un goût légèrement sûr ou amer, sera formé ; et si on laisse continuer le procédé pendant assez long-tems, il ne restera rien de solide que la matière terreuse et saline colorée en noir par le charbon.

Le liquide foncé fourni pendant la fermentation, contient toujours de l'acide acétique ; quand il existe de l'albumine ou du gluten dans la substance végétale, le liquide foncé contient aussi de l'alcali volatil.

Plus il y a de gluten, d'albumine, ou de matières solubles dans l'eau, dans les substances végétales exposées à la fermentation, plus l'action est rapide, toutes choses égales d'ailleurs ; la fibre ligneuse pure seule ne subit qu'un changement très lent ; mais sa texture est détruite, et elle se décompose aisément en nouveaux élémens quand elle est mêlée avec des substances plus disposées à changer, contenant plus d'oxygène et d'hydrogène. Les huiles volatiles et fixes, les résines et la cire, sont plus susceptibles de changement que la fibre ligneuse, quand elles sont exposées à

l'action de l'air et de l'eau, mais elles le sont beaucoup moins que les autres composés végétaux; les substances même les plus inflammables, par l'absorption d'oxygène, deviennent graduellement solubles dans l'eau.

En général, les matières animales sont plus susceptibles de décomposition que les substances végétales; l'oxygène est absorbé, et il se forme de l'acide carbonique et de l'ammoniaque dans le procédé de leur putréfaction. Ils produisent des fluides élastiques composés fétides, et aussi de l'azote; ils donnent des acides et des liquides huileux d'une couleur sombre, laissant un résidu de sels et de terres mêlées avec de la matière carbonacée.

Les substances principales qui constituent les différentes parties des animaux, ou que l'on trouve dans leur sang, leurs sécrétions ou leurs excréments, sont la gélatine, la fibrine, le mucus, une matière grasse ou huileuse, l'albumine, l'urée, l'acide urique, divers acides et des matières salines et terreuses.

De toutes ces substances, la *gélatine* est celle qui, combinée avec l'eau, forme la gelée. Elle est très susceptible de putréfaction. Suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, elle se compose de :

47,88 carbone,
27,207 oxygène,
7,914 hydrogène,
16,998 azote.

Ces proportions ne peuvent être considérées comme définies, car elles ne comportent pas de rapports entr'elles d'aucun des multiples simples des nombres représentant les élémens; il paraît en être de même avec les autres composés animaux; dans les substances végétales même, ainsi que cela résulte des analyses citées dans le troisième chapitre, les proportions sont loin d'avoir les mêmes rapports simples que les composés binaires du règne minéral, acides, alcalis, oxides et sels.

La *fibrine* constitue la base de la fibre musculaire des animaux, et l'on peut obtenir une substance semblable du sang fluide récent; en le remuant avec une baguette, la fibrine adhère à la baguette. Elle n'est pas soluble dans l'eau; mais par l'action des acides, ainsi que l'a prouvé M. Hat-

chett, elle devint soluble et analogue à la gélatine (1). Suivant MM. Gay-Lussac et Thénard, 100 parties de fibrine se composent de :

53,360 carbone,
19,685 oxygène,
7,021 hydrogène,
19,954 azote.

Le *mucus* est très analogue à la *gomme végétale*, dans ses caractères ; ainsi que l'a établi le docteur Bostock, on peut l'obtenir en évaporant la salive. Aucune expérience n'a été faite sur son analyse ; mais il est probablement semblable à la *gomme* quant à sa composition. Il est susceptible de putréfaction, mais moins rapidement que la fibrine.

La *graisse* et les *huiles animales* n'ont pas été analysées avec soin ; mais il y a tout lieu de supposer que leur composition est analogue à celle des substances semblables du règne végétal.

Nous avons déjà parlé de l'*albumine* et donné son analyse dans le troisième chapitre.

L'*urée* peut s'obtenir par évaporation de l'urine humaine jusqu'à consistance syrupeuse, et par l'action de l'alcool sur la substance cristallisée qui se forme par le refroidissement de la matière qu'on a fait évaporer. De cette manière, on obtient une solution d'urée dans l'alcool, et l'alcool se sépare de l'urée par la chaleur (2). L'urée est très soluble dans l'eau ; elle en est précipitée par l'acide nitrique étendu, sous forme de cristaux d'une couleur brillante de perles ; cette propriété la distingue de toutes les autres substances animales.

Suivant Fourcroy et Vauquelin, 100 parties d'urée donnent par distillation :

(1) La fibrine, celle du sang surtout, d'après nos expériences, se putréfie plus promptement que toute autre substance animale. En peu d'heures, à la température de 80° F. (21°,33 centigrades), quand elle est exposée à l'air, la putréfaction la réduit de l'état solide à l'état liquide ; ce changement est accompagné d'un dégagement considérable de chaleur, avec formation d'ammoniaque et d'acide carbonique. J. D.

(2) On l'obtient mieux du nitrate d'urée, à l'aide du carbonate de potasse et d'alcool, suivant la méthode du docteur Pronst. L'urée pure est incolore, cristallisée en prismes à quatre pans, et sa solution dans l'eau ne change pas en plusieurs semaines ou même pendant plusieurs mois. C'est le seul composé animal ou principe relatif, que l'on ait formé artificiellement. J. D.

92,027 carbonate d'ammoniaque,
 4,608 gaz hydrogène carburé,
 3,225 charbon (1).

L'urée, particulièrement mêlée avec l'albumine ou la gélatine, se putréfie très rapidement.

L'acide urique, comme l'a prouvé le docteur Egan, put s'obtenir de l'urine humaine en y versant un acide; il se précipite souvent de l'urine sous forme de cristaux couleur de brique. Il se compose de carbone, hydrogène, oxygène et azote, dont les proportions n'ont pas encore été déterminées. L'acide urique est une des substances animales les moins susceptibles de tomber en putréfaction (2).

Suivant les proportions de ces divers principes dans les composés animaux, les changemens qui s'effectuent sont différens. Quand ils se trouvent mêlés de beaucoup de matière saline ou terreuse, le progrès de la décomposition est moins rapide que quand ils ne se composent principalement que de fibrine, d'albumine, de gélatine ou d'urée.

L'ammoniaque qui se dégage des composés animaux en putréfaction peut être regardé comme se formant au moment de leur décomposition par la combinaison de l'hydrogène et de l'azote; à l'exception de l'ammoniaque, les autres produits de la putréfaction sont analogues à ceux produits par la fermentation des substances végétales; les substances solubles formées abondent dans les élémens qui sont les parties constituantes des végétaux dans le carbone, l'hydrogène et l'oxygène.

Toutes les fois que les fumiers se composent principalement de matière soluble dans l'eau; il est évident que leur fermentation ou leur putréfaction devrait être arrêtée autant que possible; les seuls cas où il soit utile de les laisser continuer, sont ceux où le fumier se compose principale-

(1) Suivant l'analyse du docteur Proust, l'urée se compose de:

12,24 carbone,
 22,30 azote,
 4,00 hydrogène,
 16,00 oxygène.

J. D.

(2) M. Liebig a fait l'analyse de l'acide urique qu'il trouva composé de:

36,11 carbone,
 2,34 hydrogène,
 33,36 azote,
 28,19 oxygène.

A l'état de pureté, il est sans couleur, sans goût et sans odeur. J. D.

ment de fibre végétale ou animale. Les circonstances nécessaires pour la putréfaction des substances animales sont semblables à celles requises pour la fermentation des substances végétales ; une température au-dessus de la congélation ; la présence de l'eau, la présence de l'oxygène, du moins au commencement de l'opération.

Pour prévenir la décomposition des fumiers, il faut les conserver secs, à l'abri du contact de l'air et aussi froids que possible.

Le sel et l'alcool paraissent devoir leurs propriétés conservatrices des substances animales et végétales à leur attraction pour l'eau, ce qui empêche son action décomposante, et même exclut l'air. L'usage de la glace, comme préservatrice de la décomposition animale, est due au maintien d'une basse température. L'efficacité de la méthode de M. Appert pour la conservation des substances animales et végétales, que l'on a récemment publiée, dépend entièrement de l'exclusion de l'air. Cette méthode consiste à remplir une boîte de ferblanc ou un vase de verre de viande, ou de végétaux ; à souder ou bien à fermer hermétiquement le vase ; à le tenir à moitié immergé dans l'eau bouillante pendant assez de tems pour cuire la viande ou les légumes. Il est probable que dans ce procédé, la petite quantité d'oxygène restant dans le vase est absorbée, car en ouvrant une boîte de ferblanc qui avait été remplie de bœuf cru, et exposée à l'eau bouillante le jour précédent, je trouvai que la petite quantité de fluide élastique qu'on en pouvait retirer, était un mélange de gaz acide carbonique et d'azote.

Quand il s'agit de conserver de la viande ou des végétaux, en grande quantité, pour l'usage de la marine ou de l'armée, par exemple, je suis porté à croire qu'en y faisant entrer forcément une certaine quantité d'acide carbonique, d'hydrogène ou d'azote, à l'aide d'une pompe refoulante semblable à celle dont on se sert pour fabriquer l'eau de Selz artificielle, on prévient toute altération des alimens. Dans ce cas, aucun fluide élastique n'aurait d'espace pour se former par la décomposition de la viande ; la fermeture hermétique et la force du vase seraient éprouvés par cela même. Aucune putréfaction ou fermentation ne peut avoir lieu sans engendrer de fluide élastique, et la pression agirait probablement avec autant d'efficacité que

le froid pour la conservation d'alimens animaux ou végétaux.

Comme les divers fumiers contiennent des proportions différentes des élémens nécessaires à la végétation, ils ont besoin d'un traitement différent pour être à même de produire tout leur effet en agriculture. Je vais donc décrire en détail les propriétés et la nature des fumiers d'un usage ordinaire, et je présenterai quelques vues générales sur les meilleurs moyens de les conserver et de les employer.

Toutes les *plantes succulentes vertes* contiennent de la matière saccharine ou mucilagineuse, avec de la fibre ligneuse, et fermentent rapidement. Elles ne peuvent donc, si l'on a l'intention de les employer comme fumiers, être employées trop tôt après leur mort.

Lorsque des *récoltes vertes* doivent être employées pour enrichir un sol, il faut les enfouir à la charrue, si c'est possible, quand elles sont en fleur, ou bien à l'instant où elles vont fleurir; car c'est alors qu'elles contiennent la plus grande quantité de matière aisément soluble, et que leurs feuilles ont le plus d'action pour former la matière nutritive. Les récoltes vertes, les herbes d'étang, les rognures de haies, les herbes des fossés que l'on cure, ou bien toute espèce de matière végétale fraîche n'a besoin d'aucune préparation pour devenir un engrais. La décomposition s'opère lentement sous le sol; les matières solubles se dissolvent graduellement, et la faible fermentation qui s'ensuit, empêchée par le manque de libre communication de l'air, tend à rendre la fibre ligneuse soluble, sans occasioner la dissipation rapide de la matière élastique.

Quand de vieilles pâtures sont défrichées, non-seulement le sol s'enrichit par la mort et le dépérissement lent des plantes qui laissent des matières solubles dans le sol; mais les feuilles et les racines des gazons vivants encore et occupant une si grande partie de la surface, produisent des matières saccharines, mucilagineuses et extractives qui deviennent immédiatement une nourriture pour la moisson, tandis que la décomposition graduelle en produit un supplément pour les années suivantes.

Le *tourteau de navette*, dont on se sert avantageusement comme engrais, contient une grande quantité de mucilage, quelque peu de matière albumineuse et une petite quantité d'huile. Cet engrais doit s'employer récent, et être tenu aussi sec que possible avant de s'en servir. Il forme

un excellent engrais pour le turneps, et on l'emploie de la manière la plus économique en le répandant sur le sol avec la semence. Ceux qui désirent voir cette pratique à son plus haut degré de perfection, doivent assister à la fête annuelle de la tonte, chez M. Coke à Holkham.

La poussière de drèche se compose principalement de la radicule séparée du grain. Je n'ai jamais fait aucune expérience sur cet engrais; mais il y a tout lieu de croire qu'elle contient beaucoup de matière saccharinée; et ceci rend compte de ses puissans effets. On doit l'employer aussi sèche que possible, comme le tourteau de navette, et en empêcher la fermentation.

Le tourteau de graine de lin est trop estimé comme nourriture du bétail pour qu'on l'emploie en fumier; j'en ai donné l'analyse au troisième chapitre. L'eau dans laquelle on rouit le chanvre et le lin afin d'en retirer la fibre végétale pure, possède une grande puissance de fertilisation; elle paraît contenir une substance analogue à l'albumine, avec beaucoup de matière extractive végétale. Elle se putréfie très promptement. Un certain degré de fermentation est absolument nécessaire pour obtenir le lin et le chanvre à l'état convenable; l'eau dans laquelle ils ont roui doit donc être employée comme engrais dès qu'on les en a retirés.

Les algues de mer, qui se composent de différentes espèces de fucus, d'algues, de conferves, sont employées beaucoup comme fumiers sur les côtes de l'Angleterre et de l'Irlande. En faisant digérer dans l'eau bouillante le fucus commun, qui est l'algue marine la plus abondante sur notre côte, j'en ai obtenu un huitième de substance gélatineuse qui a les caractères du mucilage. Une certaine quantité que j'en distillai me donna près des quatre cinquièmes de son poids d'eau, mais pas d'ammoniaque; cette eau avait un goût empyreumatique et légèrement sûr; les cendres contenaient du sel marin, du carbonate de soude et une matière carbonacée. La matière gazeuse était en petite quantité; c'était principalement de l'acide carbonique et de l'oxide de carbone, avec un peu d'hydrocarbonate. Cet engrais a des effets passagers et n'est efficace que pour une seule récolte, ce qui s'explique facilement par la grande quantité d'eau ou des élémens de l'eau qu'il contient. Il dépérit sans donner de chaleur quand on l'expose à l'atmosphère; il semble se fondre et se dissoudre de lui-même.

J'en ai vu un grand tas entièrement détruit en moins de deux ans, sans qu'il en restât autre chose qu'une matière fibreuse noirâtre.

J'ai laissé, pendant une quinzaine, un peu de la portion la plus ferme d'un fucus dans un vase clos contenant de l'air atmosphérique; au bout de ce tems il était très ridé; les bords du vase avaient des traces de poussière. L'air analysé se trouva avoir perdu son oxigène et contenir de l'acide carbonique.

On fait quelquefois fermenter l'algue marine avant de l'employer; mais cela semble entièrement inutile, car il n'y a pas de matière fibreuse à rendre soluble, et l'on perd une partie de l'engrais.

Les meilleurs fermiers de l'ouest de l'Angleterre l'emploient aussi fraîche qu'ils peuvent se la procurer; les résultats pratiques de ce mode d'emploi sont exactement conformes à la théorie. L'acide carbonique formé par la fermentation qui commence doit être en partie dissout par l'eau devenue libre; il devient ainsi susceptible d'être absorbé par les racines des plantes.

Les effets de l'algue marine comme engrais doivent dépendre surtout de son acide carbonique et du mucilage soluble que contient l'algue; j'ai trouvé que le fucus qui a fermenté assez pour avoir perdu moitié de son poids, donnait moins de $\frac{1}{2}$ de matière mucilagineuse; on en peut conclure que quelque partie de cette substance est détruite par la fermentation.

La paille sèche de blé, d'orge, d'avoine, de fèves, de pois, de mauvais foin, ou de toute autre espèce semblable de matière végétale sèche, est, dans tous les cas, un engrais utile. En général on fait fermenter ces substances avant de les employer, quoique l'on puisse douter que cette pratique doive être indistinctement adoptée.

de 400 grains (259 décigrammes) de paille sèche d'orge, j'ai obtenu 8 grains (518 milligrammes) de matière soluble dans l'eau, ayant une couleur brune et un goût semblable à celui du mucilage. De 400 grains (259 décigrammes) de paille de froment j'ai obtenu 5 grains (325 milligrammes) de substance semblable.

Il n'y a pas de doute que la paille de différentes espèces, immédiatement enfouie par la charrue, ne procure de la nourriture aux plantes; mais une objection fondée contre

cette méthode est celle de la difficulté d'enfourir la longue paille en empêchant le labour d'être propre.

Quand la paille a fermenté, elle devient un fumier d'un emploi plus facile, mais il y a dès-lors une grande perte de matière nutritive. On a peut-être plus de fumier d'une seule récolte; mais la terre est moins amendée qu'elle ne le serait si toute la matière végétale eût été finement divisée et mêlée avec le sol.

Il est d'usage de porter la paille qui ne doit servir que d'engrais sur le tas de fumier pour y fermenter et se décomposer; mais c'est une chose à expérimenter, s'il ne serait pas plus économique de l'employer après l'avoir fait hacher par quelque machine, et tenue sèche jusqu'au moment de l'enfourir à la charrue. Dans ce cas, quoiqu'elle se décomposât beaucoup plus lentement, et produisit moins d'effet d'abord; elle aurait une influence plus durable.

La *pure fibre ligneuse* semble n'être qu'une matière végétale ayant besoin de fermentation pour devenir nutritive des plantes. L'*écorce tan* du tanneur est une substance de ce genre.

Dans ses excellens essais sur les engrais, M. Young, qui a remporté la médaille Bedford à la société d'agriculture de Bath, dit: « Que le *tan* semble plutôt nuisible qu'utile à la végétation »; ce qu'il attribue à la matière astringente qu'il contient. Mais effectivement il a été privé de toute substance soluble par l'opération de l'eau dans la fosse du tanneur; et s'il est nuisible à la végétation, cela est dû probablement à son action sur l'eau ou à son effet mécanique. C'est une substance très absorbante et qui garde l'humidité; elle ne peut d'ailleurs être pénétrée par les racines des plantes.

La *matière inerte tourbeuse* est une substance de cette espèce. Elle reste pendant plusieurs années exposée à l'air et à l'eau, sans subir de changement; dans cet état elle ne procure que peu ou point de nourriture aux plantes.

La fibre ligneuse ne fermente pas, à moins qu'elle ne soit mêlée avec quelques substances qui réagissent sur elle, telle que le mucilage, le sucre, l'extractif ou l'albumine, avec lesquelles elle se trouve ordinairement associée dans les herbes et dans les végétaux succulens.

Lord Meadowbank affirme qu'une partie de fumier animal est suffisante pour amener quatre parties de tourbe à l'état d'engrais convenable; mais cette quantité doit varier

suivant la nature du fumier animal et de la tourbe. Dans le cas où la tourbe contient encore quelques végétaux vivans, la fermentation est plus prompte.

Le tan épuisé des tanneurs, les copeaux et la sciure de bois, ont besoin probablement de plus de fumier animal pour être amené en fermentation, que la plus mauvaise espèce de tourbe.

La fibre ligneuse peut se préparer aussi comme engrais à l'aide de la chaux. Je discuterai ce sujet dans le prochain chapitre, parce qu'il suivra naturellement une autre série de faits relatifs à l'effet de la chaux sur le sol.

Il est évident, d'après l'analyse de la fibre ligneuse par MM. Gay-Lussac et Thénard, laquelle prouve qu'elle se compose principalement des élémens de l'eau et de carbone en plus grande quantité que dans tout autre composé végétal, que tout procédé qui tend à lui enlever sa matière carbonacée, la ramène le plus tôt à ses principes solubles; ceci a lieu pendant la fermentation, par l'absorption de l'oxigène, et par la production d'acide carbonique; un semblable effet, comme nous le verrons, est produit par la chaux.

Les cendres de bois renfermant encore des parties carbonacées, ont été, dit-on, employées avec succès comme engrais. Une partie de leurs effets doit être due à une consommation lente et graduelle du charbon qui semble susceptible, dans d'autres circonstances que celles de la combustion, d'absorber de l'oxigène de manière à passer à l'état d'acide carbonique.

En avril 1803, je renfermai du charbon bien cuit, dans un tube à demi rempli d'eau pure et à demi d'air ordinaire; le tube fut ensuite hermétiquement scellé. J'ouvris ce tube sous l'eau pure au printems de 1804, dans un moment où la température et la pression atmosphérique étaient sensiblement les mêmes qu'au commencement de l'expérience. Il y entra un peu d'eau; en chassant un peu d'air du tube par la chaleur et l'analysant, je trouvai qu'il ne contenait que sept pour cent d'oxigène. L'eau qui restait dans le tube, mêlée avec de l'eau de chaux, produisit un précipité abondant; en sorte qu'évidemment il y avait eu formation d'acide carbonique que l'eau avait dissout.

Les fumiers provenant des substances animales, ne demandent en général aucune préparation chimique pour être convenablement employés sur le terrain. Le grand but du fermier est de les mélanger avec des composans terreux dans

un état de division concevable, et de prévenir leur décomposition trop rapide.

Les parties entières des muscles des animaux terrestres ne sont pas ordinairement employées comme engrais, quoiqu'il y ait des cas où cela se pourrait faire aisément. Les chevaux, les chiens, le bétail et tous les quadrupèdes qui périssent accidentellement ou de maladie, sont souvent laissés exposés à l'air après qu'on en a pris la peau, ou jetés à l'eau; les oiseaux et les animaux de proie les dévorent, ou bien ils se décomposent entièrement; alors la plus grande partie de leur matière organisée est perdue pour la terre sur laquelle ils gissent, et donnent lieu à des gaz nuisibles qui se dégagent dans l'atmosphère.

En recouvrant ces animaux morts de cinq ou six fois leur volume de terre, mêlée avec une partie de chaux, et les laissant ainsi pendant quelques mois, leur décomposition imprégnerait le sol de matières solubles, et le rendrait un excellent engrais dont on prévendrait les miasmes désagréables en y ajoutant un peu de chaux vive au moment de le répandre sur la terre, comme tout autre fumier.

Les poissons forment un puissant engrais, en quelqu'état qu'on l'emploie; mais on ne saurait l'enfoncer trop vite, et même il ne faut l'employer qu'en petites quantités. M. Young cite une expérience dans laquelle des harengs employés comme fumier et enfouis à la charrue dans un champ à blé produisirent une récolte si riche qu'elle versa entièrement avant la maturité.

Les débris de sardines, dans le Cornouailles, sont employés comme engrais et produisent d'excellens effets. On les mêle ordinairement avec du sable, ou de la terre, et quelquefois avec l'algue marine, pour les empêcher de donner une végétation trop forte. Les effets de cet engrais sont sensibles pendant plusieurs années.

Dans les marais de Lincolnshire, Cambridgeshire et Norfolk, le petit poisson nommé *Stickleback* se trouve en si grande abondance, qu'il forme une grande partie de l'engrais qu'on emploie dans les terres voisines des marais.

L'effet du poisson comme engrais s'explique aisément. Sa peau est principalement de la gélatine qui, dans son faible état de cohésion est promptement soluble dans l'eau; il y a de plus, toujours sous la peau ou dans quelques viscé-

res, de la graisse ou de l'huile; et leur matière fibreuse contient tous les élémens essentiels des substances végétales.

La *graisse de baleine*, parmi les substances huileuses, a été employée comme engrais. Elle est plus avantageuse quand on l'emploie avec de l'argile, du sable, ou de la terre ordinaire, et qu'on l'expose suffisamment à l'air pour que l'oxygène en fasse une matière soluble. Lord Somerville s'est servi avec un grand succès de graisse de baleine à sa ferme de Surrey. On la mettait en tas avec la terre, et elle conservait pendant plusieurs années sa puissance de fertilisation.

Le carbone et l'hydrogène qui abondent dans les substances huileuses rendent bien compte de leurs effets; leur durée s'explique par la manière graduelle dont elles changent par l'action de l'air et de l'eau.

Les os sont employés comme engrais dans le voisinage de Londres. Après les avoir broyés et fait bouillir pour en retirer la graisse, on les vend aux fermiers. Ceux qui sont le mieux pulvérisés ont le plus d'effet. La dépense de les moudre au moulin est bien compensée par l'augmentation de leur pouvoir de fertilisation; à l'état de poudre, on les mélange avec la semence, comme le tourteau de navette.

La poussière d'os, les rognures d'os, provenant des ateliers de tourneur, peuvent être employés avantageusement de la même manière.

La base des os est formée par des sels terreux, le phosphate de chaux principalement, avec du carbonate de chaux et du phosphate de magnésie; les matières aisément décomposables dans les os sont la graisse, la gélatine et le cartilage, qui semble de la même nature que l'albumine coagulée.

Suivant l'analyse de Fourcroy et Vauquelin, les os de bœuf sont composés de

51	Matière animale décomposable.
37,7	Phosphate de chaux.
10	Carbonate de chaux.
1,5	Phosphate de magnésie.

M. Mérat Guillot a donné le tableau suivant de la composition des os de différens animaux :

	Phosphate de chaux.	Carbonate de chaux.
Os de veau	— 54	—
— cheval	— 67,5	— 1,25.
— mouton	— 70	— 5
— élan	— 90	— 1
— cochon	— 52	— 1
— lièvre	— 85	— 1
— poulet	— 72	— 1,5
Arêtes de brochet	— 64	— 1
— carpe	— 45	— 5
Dents de cheval	— 85,5	— 25
— ivoire	— 64	— 1

Le reste sur 100 doit être considéré comme matière animale décomposable.

La *corne* est un engrais plus puissant encore que les os, parce qu'elle contient une plus grande quantité de matière décomposable. De 500 *grains* (52375 milligrammes) de corne de bœuf, M. Hatchett n'obtint que 1,5 *grain* (96 millig.) de résidu terreux, dont moitié à peine était du phosphate de chaux. Les rognures ou tournures d'os forment un engrais excellent, mais elles ne sont pas assez abondantes pour être d'un usage habituel. La matière animale qui sy trouve semble être de la nature de l'albumine coagulée, et devient promptement soluble par l'action de l'eau. La matière terreuse dans la corne, et surtout dans les os, empêche la trop rapide décomposition de la matière animale, et en rend les effets très durables.

Les *cheveux*, les débris de *laine* et les *plumes* sont tous de composition analogue et qui consiste principalement en une substance semblable à l'albumine unie à la gélatine. Ceci est prouvé par les recherches ingénieuses de M. Hatchett. La théorie de leur opération est semblable à celle des rognures d'os et de corne.

Les débris des différentes fabriques de *cuirs* et de *peaux* sont de très bons engrais; tels sont ceux des corroyeurs, pelletiers, tanneurs et faiseurs de glu. La gélatine contenue dans chaque espèce de peau est dans un état convenable pour sa dissolution graduelle ou décomposition; enfouie dans le sol, elle dure long-tems et fournit constamment un supplément de nourriture aux plantes qui croissent auprès.

Le *sang* contient une certaine quantité de tous les élé-

mens des autres substances animales, et c'est par conséquent un bon engrais. Nous avons dit déjà qu'il contenait de la fibrine; il contient aussi de l'albumine; les particules rouges, que plusieurs chimistes avaient supposé coloré par du fer dans un état spécial de combinaison avec l'oxygène et la matière acide, sont regardés par M. Brande, comme formées d'une substance animale particulière contenant très peu de fer.

L'écume des chaudières de raffineries de sucre, que l'on emploie comme engrais, se compose principalement du sang de bœuf que l'on a employé pour séparer les impuretés de la cassonade, à l'aide de la coagulation de sa matière albumineuse par la chaleur de la chaudière.

Les différentes espèces de *coraux*, de *coralines* et d'*éponges*, doivent être considérées comme des substances d'origine animale. D'après l'analyse de M. Hatchett, il paraît que toutes ces substances contiennent des quantités considérables d'une matière analogue à l'albumine coagulée; les éponges donnent aussi de la gélatine.

Suivant Mérat Guillot, le corail blanc contient des parties égales de matière animale et de carbonate de chaux; le corail rouge se compose de 46,5 de matière animale et de 53,5 de carbonate de chaux; la coraline articulée, de 51 de matière animale et de 49 de carbonate de chaux.

Ces substances n'ont jamais été avec succès, employées en Angleterre comme engrais, excepté dans les cas où elles étaient accidentellement mêlées avec des algues marines; mais il est probable que les coralines seraient employées avantageusement, puisqu'on en trouve des quantités considérables sur les roches et au fond des étangs rocailleux de plusieurs parties de nos côtes, où le terrain s'abaisse insensiblement vers la mer; on pourrait les détacher à la houe et les ramasser sans peine.

Parmi les substances excrémentielles animales qu'on emploie comme engrais, l'*urine* est celle sur laquelle on a fait le plus grand nombre d'expériences chimiques et dont on connaît le mieux la nature.

L'urine de vache contient, d'après les expériences de M. Brande.

- 65 eau,
- 5 phosphate de chaux,
- 15 hydrochlorate de potasse et d'ammoniaque,
- 6 sulfate de potasse,

4 carbonates de potasse et d'ammoniaque,
4 urée.

L'urine de cheval contient, suivant Fourcroy et Vauquelin :

11 carbonate de chaux,
9 carbonate de soude,
24 benzoate de soude,
9 hydrochlorate de potasse,
7 urée,
940 eau et mucilage.

M. Brande a trouvé, outre ces substances du phosphate de chaux (1).

L'urine de l'âne, du chameau, du lapin et du bétail domestique, soumise à différentes expériences, a été trouvée d'une composition semblable. Dans l'urine du lapin, Vauquelin a découvert de la gélatine, indépendamment de tous les ingrédients que nous venons d'énumérer; il a découvert aussi de l'acide urique dans l'urine des volailles domestiques (2).

L'urine de l'homme contient une plus grande variété de composans que celle des autres espèces examinées.

L'urée, l'acide urique et un autre acide qui lui ressemble quant à sa nature, et qu'on nomme acide rosacique, l'acide acétique, l'albumine, la gélatine, une matière résineuse et différens sels, sont les substances que l'on trouve dans l'urine de l'homme.

Cette urine varie dans sa composition, suivant l'état du corps et la nature des alimens et de la boisson dont l'homme fait usage. Dans plusieurs cas de maladie, il y a une beaucoup plus grande quantité de gélatine et d'albumine que dans l'état de santé; et dans les diabetès, elle contient du sucre.

Il est probable que l'urine d'un même animal peut varier aussi suivant sa nourriture et sa boisson, et cela rend

(1) Ce fait n'a pas été confirmé par M. Chevreul. Dans des essais faits à ce sujet, il ne put trouver de phosphate de chaux ni dans l'urine du cheval ni dans celle du chameau.

(2) L'urine des mammifères abonde généralement plus en urée; celle des oiseaux et des reptiles en acide urique; l'urine de grenouille et de crapaud sont des exceptions: elle est fluide et non pas solide en partie, comme l'est celle des oiseaux et des reptiles, et contient de grandes quantités d'urée.

compte des différences que l'on remarque dans quelques analyses publiées à ce sujet.

L'urine est très susceptible de changer et de subir la putréfaction; celle des animaux carnivores se corrompt beaucoup plus vite que celle des herbivores. Plus il y a de gélatine et d'albumine dans l'urine, plus elle se putréfie rapidement.

Les espèces d'urines qui contiennent le plus d'albumine, de gélatine et d'urée, sont les meilleures comme engrais; toutes les urines renferment les élémens essentiels des végétaux dans un état de solution.

Pendant la putréfaction de l'urine, la plus grande partie de la matière animale soluble qu'elle contient se trouve détruite; on doit donc l'employer aussi fraîche que possible; mais si l'on ne la mêle pas avec des matières solides, il faut l'étendre d'eau parce qu'étant pure elle renferme une trop grande quantité de matière animale pour former une nourriture fluide convenable à l'absorption des racines des plantes.

L'urine putréfiée abonde en sels ammoniacaux, et quoique moins active que l'urine récente, c'est un engrais très puissant.

Suivant une analyse de M. Berzélius, 1000 parties d'urine se composent de :

933 eau,

50,1 urée,

1 acide urique,

17,14 hydrochlorate d'ammoniaque, acide lactique libre, lactate d'ammoniaque et matière animale.

Le reste se compose de différens sels, phosphates, sulfates et hydrochlorates.

Parmi les substances excrémentielles solides dont on fait usage comme engrais, l'une des plus puissantes est la *fiente des oiseaux* qui se nourrissent de *matières animales*, et particulièrement la fiente des oiseaux de mer. Le *guano* que l'on emploie en si grande quantité dans l'Amérique sud, et qui est l'engrais fertilisant des stériles plaines du Pérou, est une production de ce genre. Il se trouve en abondance, ainsi que nous l'apprend M. Humboldt, dans les petites îles de la mer du sud, Chinche, Ilo, Iza et Arica. Quarante vaisseaux s'en chargent annuellement à Chinche, et chaque vaisseau en contient de 1500 à 2000 *foet* (457 à 609 mètres) cubes. On ne l'emploie comme engrais qu'en très petites quan-

tités et particulièrement pour les récoltes du maïs. J'ai fait quelques expériences sur diverses espèces de guano envoyés de l'Amérique du sud à la Société d'agriculture en 1805. Il est sous forme de poussière brune. Il noircit par la chaleur, et dégage de fortes fumées ammoniacales ; traité par l'acide nitrique, il donna de l'acide urique. En 1806, MM. Fourcroy et Vanquelin publièrent une analyse détaillée du guano. Ils établirent qu'il se compose d'acide urique pour le quart de son poids, saturé en partie par de l'ammoniaque, et en partie par de la potasse ; d'un peu d'acide phosphorique combiné avec les mêmes bases, de chaux, d'un peu de sulfate et d'hydrochlorate de potasse, d'un peu de matière grasse, et de sable quartzeux.

Il est facile d'expliquer ses propriétés fertilisantes, car, d'après sa composition, il ne peut manquer d'être un engrais très puissant. Il a besoin d'eau pour la solution de sa matière soluble, afin d'être susceptible de produire tout son effet sur les récoltes.

La fiente des oiseaux de mer n'a jamais été, je pense, employée comme engrais en Angleterre ; mais il est probable que le sol même des petites îles de notre côte, qui sont fréquentées par ces oiseaux, serait un engrais fertilisant. De la fiente d'oiseau de mer, apportée d'un rocher de la côte de Merionethshire, produisait un effet puissant, mais passager, sur le gazon. Il fut essayé, à ma demande, par sir Robert Vaughan à Nannau.

Les pluies de nos climats doivent tendre beaucoup à gâter cette espèce d'engrais, quand il y est exposé encore frais ; mais on le trouverait probablement en parfait état dans les cavernes et les roches hantées par les cormorans et par les mouettes. J'ai examiné de la fiente de cormorans que j'avais trouvée sur une roche près du cap Léopard en Cornouailles. Elle n'avait pas du tout l'apparence du guano ; elle était d'une couleur blanc grisâtre, avec une odeur très fétide semblable à celle de matière animale putréfiée ; quand on la traitait par la chaux, elle dégageait de l'ammoniaque en abondance ; par l'acide nitrique, elle donnait de l'acide urique.

Les *vidanges* sont, comme on le sait, des engrais très puissans et très susceptibles de se décomposer. Ces fumiers varient de composition, mais abondent tous en substances composées de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène. D'après l'analyse de Berzelius, il paraît qu'il y en a une par-

tie soluble dans l'eau : dans quelqu'état qu'on s'en serve, récents ou fermentés, ils donnent une nourriture abondante aux plantes.

L'odeur désagréable des vidanges peut se détruire en les mêlant avec de la chaux vive ; en les exposant en couches minces, saupoudrées de chaux vive, à l'air, elles sèchent promptement, se pulvérisent aisément, et dans cet état de *poudrette*, peuvent s'employer comme le tourteau de navette et se mêler aux semailles.

Les Chinois, qui ont plus de connaissance pratique de l'usage et de l'application des engrais que tout autre peuple, mêlent leurs vidanges avec un tiers de leur poids de marne grasse, ils en forment des gâteaux, et les sèchent par exposition au soleil. Ces gâteaux, ainsi que nous l'apprennent les missionnaires, n'ont pas d'odeur désagréable et forment un article de commerce ordinaire de l'empire.

La terre, par ses pouvoirs absorbans, empêche probablement jusqu'à certain point l'action de l'humidité sur les excréments, et les préserve aussi du contact de l'air.

Après la *poudrette*, la fiente de pigeons est l'engrais le plus fertilisant. J'ai fait digérer 100 *grains* (6475 milligr.) de fiente de pigeons dans de l'eau chaude pendant quelques heures, et j'en ai obtenu 25 *grains* (1877 milligr.) de matière soluble, laquelle donnait en abondance du carbonate d'ammoniaque par distillation, en laissant pour résidu de la matière carbonacée saline, principalement de sel ordinaire, et du carbonate de chaux. La fiente de pigeon, quand elle est humide, fermente rapidement, et après sa fermentation, elle contient moins de matière soluble qu'avant : de 100 parties de fiente de pigeons fermentée, je n'obtins qu'un huitième de matière soluble, laquelle donnait proportionnellement moins de carbonate d'ammoniaque à la distillation que la fiente de pigeons récente.

Il est donc évident que cet engrais doit être employé aussi nouveau que possible ; et quand il est sec, on peut l'employer de la même manière que les autres engrais susceptibles d'être pulvérisés.

Le sol des bois où les ramiers restent en si grandes troupees, est souvent fort imprégné de leur fiente, et serait, sans doute, un engrais préférable. J'ai trouvé que ce sol donnait de l'ammoniaque quand on le distille avec de la chaux. Dans l'hiver, il contient habituellement en outre des matières végétales en abondance, provenant de la chute des feuilles ;

et la fiente des pigeons tend à ramener la matière végétale dans un état de solution.

La fiente des *volailles domestiques* approche beaucoup de celle des pigeons. On y a trouvé de l'acide urique. Elle donne du carbonate d'ammoniaque par distillation, et immédiatement ensuite une matière soluble dans l'eau. Elle est très susceptible de fermenter.

La fiente des volailles domestiques mêlée à celle de pigeons est employée par les tanneurs pour amener un faible degré de putréfaction dans les peaux qui doivent être préparées en cuir souple; on met alors ce mélange de fientes dans l'eau. Il se putréfie rapidement et produit un changement semblable dans les peaux. Les tanneurs emploient au même usage les excréments de chien. Dans tous les cas, les résidus des *fosses* où l'on prépare ainsi les cuirs souples, sont un excellent engrais.

Le fumier de lapin n'a jamais été analysé. M. Fane l'emploie avec tant de succès, qu'il a trouvé avantageux d'élever exprès des lapins. On le conserve au frais autant que possible, et il est d'autant meilleur qu'il est moins fermenté.

Les fientes du *bétail*, *bœufs* et *vaches*, ont été chimiquement examinées par MM. Einboff et Thaer. Ils ont trouvé qu'elles contenaient une matière soluble dans l'eau; qu'elles donnaient, par la fermentation, presque les mêmes produits que les substances végétales, absorbant l'oxygène, et produisant du gaz acide carbonique.

La fiente récente du *mouton* et du *daim* donne, après avoir bouilli long-tems dans l'eau, des matières solubles qui sont de deux à trois pour cent de leur poids. J'ai examiné ces substances solubles obtenues par solution et par évaporation; elles contenaient une très petite quantité de matière analogue au mucus animal; elles étaient principalement composées d'extractif amer, soluble dans l'eau et dans l'alcool. Elles donnaient des fumées ammoniacales par distillation, et paraissaient différer très peu quant à leur composition.

J'arrosai quelques plaques de gazon pendant plusieurs jours successifs avec une solution de ces extraits; elles devenaient évidemment plus vertes et poussaient plus vigoureusement que le reste du gazon dans les mêmes circonstances.

La partie de la fiente de bétail, du mouton et du daim,

non soluble dans l'eau, paraît être simplement de la fibre ligneuse, précisément analogue au résidu des végétaux qui forment la nourriture des animaux, après que ces végétaux ont été privés de toutes leurs matières solubles.

La fiente de cheval donne un fluide brun qui, lorsqu'il est évaporé, produit un extractif amer donnant des fumées ammoniacales plus abondantes que celle du bétail.

Si l'on se sert de la fiente du bétail comme engrais, ainsi que des autres espèces de fiente dont nous venons de parler, il semble qu'il n'y ait pas de raison pour les faire fermenter ailleurs que dans le sol; ou si elles doivent fermenter, ce ne serait qu'à un très faible degré. Le gazon, dans le voisinage des tas de fumier est toujours épais et d'un vert foncé; quelques personnes l'attribuent à une qualité nuisible dans le fumier non fermenté; mais cela semble être plutôt le résultat d'un excès de nourriture fourni aux plantes.

La question du mode convenable d'application du fumier de cheval et de bétail, appartient d'ailleurs à l'article des engrais composés, car dans la cour de la ferme, ils se mêlent ordinairement avec la paille, les débris de toute espèce, et les diverses espèces de litière; ils contiennent une grande proportion de matière fibreuse végétale.

Un faible commencement de fermentation est sans doute utile dans la fosse aux fumiers; car, c'est par ce moyen que la fibre ligneuse est amenée à se décomposer et à se dissoudre, quand on l'épand sur la terre, ou qu'on l'enfouit dans le sol; la fibre ligneuse est toujours en grand excès dans les fumiers des fermes.

Un trop haut degré de fermentation est d'ailleurs très nuisible au fumier composé des fosses; il vaut mieux que le fumier n'y fermente pas du tout avant d'être employé, que d'en pousser la fermentation trop loin. Ceci est évident, d'après tout ce que nous avons dit dans ce chapitre. L'excès de fermentation tend à détruire et à dissiper les parties les plus utiles des fumiers; et les résultats définitifs de cette fermentation prolongée sont semblables à ceux de la combustion.

C'est un usage ordinaire chez les fermiers que de laisser fermenter les fosses jusqu'à ce que toute la paille soit consommée, réduite, et que les fumiers soient tout à fait froids, et assez doux pour se couper aisément à la bêche.

Indépendamment des vues théoriques défavorables à

cette pratique, et fondées sur la nature et la composition des substances végétales, il y a plusieurs argumens et plusieurs faits qui prouvent que cet usage est nuisible aux fermiers.

Pendant la violente fermentation qui est nécessaire pour réduire le fumier à l'état de *fumier court*, non seulement il se perd une grande quantité de matière fluide, mais encore de matière gazeuse; ensorte que le fumier se réduit de moitié ou des deux tiers de son poids; la principale matière élastique dégagée est de l'acide carbonique avec un peu d'ammoniaque; si l'une et l'autre étaient retenues par l'humidité dans le sol, ainsi que nous l'avons dit, elles seraient susceptibles de devenir une nourriture utile pour les plantes.

En octobre 1808, je remplis un grand vase pouvant contenir trois *pints* (1 litre, 419) d'eau, avec du fumier chaud en fermentation, qui se composait principalement de litière et de fiente de bétail; j'y adaptai un récipient, le tout en communication avec la cuve à mercure, afin de recueillir les fluides condensables et élastiques qui pourraient se dégager. Le récipient devint aussitôt tapissé d'humidité, et en peu d'heures des gouttelettes ruisselèrent sur les parois; il se dégagait aussi du fluide élastique; en trois jours, il s'en forma 35 *inches* (888 millimètres) cubes, qui se trouvèrent contenir 21 *inches* (533 millimètres) cubes d'acide carbonique. Le reste était de l'hydrocarbonate mêlé d'un peu d'azote, probablement pas davantage qu'il n'en existait dans l'air du récipient. La matière fluide recueillie en même tems dans le récipient s'élevait à près d'une demi-*ounce* (14 gram.); elle avait un goût salin, une odeur désagréable, et contenait un peu d'acétate et de carbonate d'ammoniaque.

Trouvant de tels produits donnés par la litière en fermentation, j'introduisis le bec d'une autre cornue, remplie de même de fumier très chaud en fermentation, dans le sol parmi les racines du gazon des bordures d'un jardin; en moins d'une semaine, il en résulta un effet très distinct sur ce gazon; celui exposé à l'influence de la matière dégagée par la fermentation, végétait bien plus vigoureusement que celui de toute autre partie du jardin.

Outre la dissipation de la matière gazeuse, quand la fermentation est poussée à l'extrême, il y a un autre désavantage dans la perte de la *chaleur* qui, dans le sol, est avantageuse pour la germination, et pour les premières pousses de la plante encore faible et malade; la fermenta-

tion du fumier dans le sol doit être particulièrement favorable aux récoltes de blé, en conservant une douce température au-dessous de la surface du sol, en automne et pendant l'hiver.

C'est d'ailleurs un principe général en chimie, que dans tous les cas de décomposition, les substances se combinent plus facilement au moment de leur dégagement qu'après leur formation complète. Dans la fermentation sous le sol, la matière fluide produite reçoit une application immédiate, tandis qu'elle est encore chaude, aux organes de la plante, et par conséquent elle est plus efficace que dans le fumier qui a cessé de fermenter, et dont tous les élémens se sont reformés en nouvelles combinaisons.

Dans les écrits des agronomes instruits, on trouve un grand nombre de faits en faveur de l'emploi des fumiers à l'état récent. M. Young, dans son essai sur les engrais, que j'ai déjà cité, invoque un grand nombre d'excellentes autorités en faveur de cette méthode. Plusieurs incrédules ont enfin été convaincus, et peut-être il n'est pas de sujet de recherches où l'on rencontre une telle union de l'évidence théorique et pratique. J'ai moi-même, depuis dix ans, été témoin d'un grand nombre de preuves positives à ce sujet. Je me contenterai de citer celles qui doivent avoir et qui auront, j'en suis sûr, le plus grand poids parmi les agriculteurs. Pendant les sept dernières années, M. Coke, a entièrement renoncé à l'ancien système des fermiers, d'employer le fumier fermenté; et il m'apprend que depuis lors ses récoltes sont aussi bonnes que jamais, et que son fumier vaut près du double pour la durée.

Une grande objection contre le fumier peu fermenté, c'est que les graines des mauvaises herbes y poussent plus vigoureusement. Si l'on apporte ces graines sur le fumier, certes elles y germeront; mais il est rare qu'on les y jette en grande quantité; si la terre n'est pas purgée de mauvaises herbes, toute espèce de fumier fermenté ou non, les y fera croître rapidement. Si le fumier peu fermenté s'emploie épandu sur les prairies, les longues pailles et les matières végétales non fermentées qui restent sur la surface, doivent être enlevées au râteau dès que l'herbe commence à pousser vigoureusement, et reportées dans la fosse au fumier; de cette manière, aucun engrais n'est perdu, et la culture devient propre et économique.

Quand les fumiers de la fosse ne peuvent pas être em-

ployés immédiatement, il faut autant que possible, en empêcher la fermentation destructive; nous avons déjà dit d'après quels principes on y peut parvenir.

La surface doit être préservée autant que possible de l'oxygène de l'atmosphère; une marne compacte, ou bien une argile tenace offre la meilleure protection contre l'air; avant d'en couvrir le fumier, il faut les sécher le plus possible. Si l'on voit que le fumier s'échauffe fortement, il faut le retourner et le refroidir en l'exposant à l'air.

On recommande quelquefois d'arroser les tas de fumier, pour arrêter les progrès de la fermentation, mais cette pratique est contraire à toute idée chimique. Elle peut refroidir le fumier pour un instant; mais l'humidité, comme nous l'avons déjà dit, est l'agent principal de toute décomposition. La matière fibreuse sèche ne fermente jamais. L'eau est aussi nécessaire que l'air pour la fermentation, et procurer de l'humidité au fumier, c'est accélérer sa décomposition.

En tout cas, quand le fumier fermente, il y a des moyens simples de distinguer la rapidité de la fermentation, et par conséquent le tort qu'elle y fait.

Si, le thermomètre plongé dans le fumier, ne s'élève pas à plus de 100° F. (37°,78 centigrades), il y a peu de danger qu'il s'en dégage beaucoup de matière gazeuse. Mais si la température est plus élevée, il faut sur-le-champ découvrir le fumier.

Quand un morceau de papier, mouillé d'acide hydrochlorique, exposé aux vapeurs qui s'élèvent d'un tas de fumier, exhale des fumées denses: c'est une preuve certaine que la décomposition est allée trop loin; car cela indique qu'il se dégage de l'alcali volatil.

Quand on doit garder du fumier pendant quelque tems, la situation de la fosse à fumier est d'une grande importance. Il faut, autant que possible, la préserver du soleil. La mettre à l'ombre est très avantageux, ou du moins au nord et à l'abri d'un mur. L'aire sur laquelle repose le fumier devrait être, autant que possible, pavée en pierres plates; avec un peu d'inclinaison de chaque côté vers le centre, de manière à y réunir; à l'aide de rigoles, tout le liquide que l'on y peut puiser avec une petite pompe pour le répandre ensuite sur les terres. Il arrive trop souvent qu'un fluide mucilagi-

neux et extractif, se perd hors du fumier, sans aucun profit pour les terres (1).

La boue des *rues* et des *routes*, les balayures des maisons doivent être considérées comme des engrais composés ; leur constitution est nécessairement variable, puisqu'elles proviennent d'un grand nombre de substances variées. Ces engrais sont ordinairement bien employés, sans avoir fermenté.

La *suie*, qui est principalement formée par la combustion du charbon de terre ou de la tourbe, contient en général des substances provenant de matières animales. C'est un très puissant engrais. Il donne des sels ammoniacaux par distillation, et un extractif brun d'un goût amer, par l'eau chaude. Il contient encore une huile empyreumatique. Sa base est le charbon dans un état qui le rend susceptible d'être rendu soluble par l'action de l'oxygène et de l'eau.

Cet engrais est très convenable à l'état sec, mêlé aux semences, et n'exige aucune préparation.

La doctrine de l'application convenable des engrais de substances organisées offre un exemple d'une partie importante de l'économie de la nature, et de l'ordre heureux qui sans cesse y préside.

La mort et la destruction des substances animales tendent à résoudre les formes organisées en compositions chimiques ; les miasmes pernicieux qui se dégagent, indiquent l'avantage de les enfouir dans le sol, où elles deviennent des ali-mens pour le règne végétal. La fermentation et la putréfaction des substances organisées dans l'atmosphère est une chose nuisible ; elles deviennent des opérations salutaires, au-dessous de la surface du sol. Dans ce cas, la nourriture des plantes est préparée là où elle doit servir ; ce qui blesserait les sens et détruirait la santé, si l'on s'y exposait, se

(1) L'état dans lequel le fumier de la cour d'une ferme doit être employé, est toujours un sujet de controverse, et sans doute il en sera toujours ainsi, jusqu'à ce qu'une longue série d'expériences bien faites par des théoriciens et des praticiens également compétens et capables de s'entendre, ait été faite. Sous toutes ses faces, la question est nécessairement d'une grande difficulté aussi bien que d'une extrême importance. Probablement les compostes, ou mélanges de sable et de fumier, avec de la marne, de l'argile, de la chaux, suivant les circonstances, seront trouvés ce qu'il y a de plus avantageux, si on les recouvre de terre de manière à permettre un faible degré de fermentation, et à empêcher toute perte de matière gazeuse.

convertit par degrés en formes végétales belles et utiles ; le gaz fétide devient un élément de l'arôme de la fleur, et ce qui fût resté poison, devient une nourriture pour les animaux et pour l'homme.

CHAPITRE VII.

ENGRAIS D'ORIGINE MINÉRALE OU FOSSILE ; LEUR PRÉPARATION ET LA MANIÈRE DONT ILS AGISSENT. CHAUX DANS SES DIFFÉRENS ÉTATS. OPÉRATION DE LA CHAUX COMME FUMIER ET COMME CIMENT. DIFFÉRENTES COMBINAISONS DE CHAUX. PLÂTRE. IDÉES SUR SON USAGE. AUTRES COMPOSÉS NEUTRES SALINS, EMPLOYÉS COMME ENGRAIS. ALCALIS ET SELS ALCALINS. SEL ORDINAIRE.

Tout ce que nous avons dit dans les chapitres précédens prouve qu'une grande variété de substances contribuent à la croissance des plantes, et fournissent les matières qui les alimentent. La conversion de la matière qui appartenait à des êtres vivans en formes organisées, constitue un procédé que l'on peut concevoir aisément ; mais il est plus difficile de suivre ces opérations au moyen desquelles les matières terreuses et salines se consolident dans la fibre des plantes, et à l'aide desquelles elles servent à leurs fonctions. Quelques expérimentateurs adoptant cette sublime généralisation des anciens philosophes, que la matière est la même dans son essence, et que les différentes substances considérées comme élémens par les chimistes sont simplement des arrangemens divers des mêmes particules indestructibles, se sont efforcé de prouver que toutes les variétés des principes trouvés dans les plantes, peuvent être formées par les substances qui se trouvent dans l'atmosphère ; que la vie végétale est un procédé dans lequel les corps que le savant analyste est incapable de changer ou de former, sont constamment composés et décomposés. Ces opinions n'ont pas été simplement avancées comme des hypothèses ; on a même tenté de les appuyer par des expériences. M. Schraeder et M. Braconnot, par une série de recherches distinctes, sont arrivés aux mêmes conclusions. Ils établissent que différentes graines semées dans du sable fin, dans du soufre, dans des oxides métalliques, et simplement substantées avec

de l'air atmosphérique et de l'eau, ont produit des plantes saines, lesquelles ont donné par l'analyse diverses matières terreuses et salines qui n'étaient contenues ni dans les graines, ni dans le sol factice où elles croissaient, ou qui n'étaient contenues qu'en très faible quantité dans les semences; ils en concluent, qu'elles doivent s'y être formées de l'air ou de l'eau; par suite des actions des organes vivans des plantes.

Les recherches de ces deux savans ont été conduites avec beaucoup d'adresse et de sagacité; mais il s'est trouvé des circonstances incompatibles avec leurs résultats, et qu'ils ne pouvaient soupçonner à l'époque où leur travail a paru, parce qu'on ne les avait pas encore découvertes.

J'ai trouvé que l'eau distillée ordinaire était bien loin d'être débarrassée d'imprégnations salines. En l'analysant par l'électricité voltaïque, j'en ai obtenu des alcalis et des terres; et plusieurs combinaisons des métaux avec le chlore sont des substances extrêmement volatiles. Quand l'eau distillée est donnée sans réserve aux plantes, elle peut leur fournir un grand nombre de substances diverses, qui, en quantités imperceptibles dans l'eau, peuvent s'accumuler dans la plante qui probablement ne laisse transpirer que de l'eau absolument pure.

En 1801, je mis en expérience de l'avoine, arrosée avec une quantité limitée d'eau distillée, et que je fis croître dans un sol entièrement composé de carbonate de chaux pur. Le sol et l'eau furent placés dans un vase de fer, lequel était renfermé dans une grande jarre, en communication avec l'air atmosphérique par un tube courbé de manière à empêcher qu'aucune poussière, qu'aucune matière liquide ou solide ne pénétrât dans la jarre. Mon but était de m'assurer si quelque terre siliceuse se formerait dans le procédé de la végétation; mais l'avoine crut faiblement, et commença à jaunir avant que ses fleurs se formassent. La plante entière fut brûlée, et ses cendres furent comparées avec celles d'un nombre égal de graine d'avoine. La plante donna moins de terre siliceuse que les grains, tandis que sa cendre donna beaucoup plus de carbonate de chaux. J'attribue cette différence de terre siliceuse en moins à ce que l'enveloppe des grains de l'avoine, qui est sa partie la plus abondante en silice, avait été détruite par la végétation. De l'avoine verte bien portante, prise dans un champ où le sol était du sable fin, donnait de la terre siliceuse en proportion.

beaucoup plus grande qu'un poids égal de blé que j'avais fait croître artificiellement.

Les résultats généraux de cette expérience sont très opposés à toute idée de composition des terres, par les plantes qui les produiraient dans les élémens de l'atmosphère ou de l'eau; et d'ailleurs il y a d'autres faits également opposés à cette idée. Jacquin a fait voir que les cendres de *salsola soda* lorsque la plante croît dans l'intérieur des terres, donnent de l'alcali végétal; tandis que croissant sur les bords de la mer où les composés qui renferment l'alcali fossile ou marin sont plus abondans, c'est cet alcali que l'on trouve dans les cendres de la même plante. Duhamel a trouvé que les plantes qui croissent ordinairement sur les bords de la mer, font peu de progrès en croissance lorsqu'on les plante dans des sols qui contiennent peu de sel commun. Le tournesol croissant dans des terres qui ne contiennent pas de nitre, ne donne pas de nitre, tandis qu'en l'arrosant avec de l'eau saturée de nitre, il en reproduit abondamment. Les tables de Saussure, que nous avons données au troisième chapitre, prouvent que les cendres des plantes se ressentent de la constitution du sol où elles ont poussé.

De Saussure fit pousser des plantes dans des solutions de différens sels, et il s'assura que dans tous les cas, certaines portions des sels étaient absorbées et se retrouvaient sans altération dans leurs organes.

Les animaux même ne semblent pas posséder la faculté de former des substances alcalines et terreuses. Le docteur Fordyre a trouvé que lorsque la femelle du serin de canarie, au moment de la ponte, est privée de carbonate de chaux, les œufs sont souvent sans écaille; et s'il est quelque procédé où l'on puisse concevoir que la nature supplée à un manque de ce genre, ce serait assurément celui qui se lie à la reproduction de l'espèce.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on peut conclure que les diverses terres et substances salines trouvées dans les organes des plantes sont fournies par les sols où elles croissent; et qu'elles ne sont, dans aucun cas, composées par de nouveaux arrangemens des élémens de l'air ou de l'eau. Quelles seront les dernières lois de la chimie, ou de quelle manière simplifieront-elles nos idées sur les principes élémentaires, on ne peut le dire; mais nous ne pouvons raisonner que d'après les faits. Nous ne pouvons imiter le pouvoir de composition appartenant aux struc-

tures végétales, mais nous pouvons du moins le comprendre; il paraît, d'après ce que nous savons par nos recherches les plus étendues, que les formes composées procèdent invariablement de quelques formes simples; et que les élémens du sol, de l'atmosphère et de la terre, sont absorbés pour devenir les parties constituantes des structures les plus diversifiées et les plus belles.

Les vues que nous avons développées jusqu'ici conduisent à redresser nos idées sur le mode d'opérer de nos engrais qui ne sont pas nécessairement le résultat du dépérissement des corps organisés, et qui dès-lors ne sont pas de simples composés de différentes proportions d'oxygène, d'hydrogène et d'azote. Ils doivent produire leur effet, soit en devenant partie constituante de la plante, soit en agissant sur sa nourriture la plus essentielle, de manière à la rendre plus convenable aux besoins de la vie végétale.

Les seules substances que l'on puisse convenablement appeler engrais fossiles, et que l'on retrouve sans altération dans les débris de quelques êtres organisés, sont certaines terres alcalines, ou alcalis, et leur combinaisons.

Les seules terres alcalines dont on fait usage jusqu'ici pour engrais, sont la chaux et la magnésie. La potasse et la soude; les deux alcalis fixes s'emploient l'un et l'autre dans certains de leurs composés chimiques. J'établirai successivement les faits qui sont venus à ma connaissance sur chacun de ces corps en ce qui concerne leur application à l'agriculture; je m'étendrai davantage sur la chaux, et si l'on trouve que j'entre dans quelques détails minutieux, mon excuse sera l'importance du sujet, car c'est l'un de ceux que les découvertes récentes ont le plus éclairci.

L'état le plus ordinaire dans lequel se trouve la chaux à la surface de la terre, est celui de sa combinaison avec l'acide carbonique ou air fixe. Si un morceau de pierre à chaux, ou de craie, est projeté dans un acide liquide, il y aura effervescence. Ceci est dû au dégagement du gaz acide carbonique. La chaux devient dissoute dans le liquide.

Quand la pierre à chaux est fortement chauffée, le gaz acide carbonique est dégagé, et il ne reste plus que la terre alcaline pure; dans ce cas il y a perte de poids; si le feu a été poussé très fort, cette perte est de près de moitié du poids de la pierre; mais dans les cas ordinaires, les pierres à chaux, quand on les sèche bien avant de les mettre au four, ne perdent que 30 à 40 pour cent ou de 7 à 8 parties sur 20.

J'ai dit, en discutant les effets de l'atmosphère sur les végétaux, au commencement du cinquième chapitre, que l'air contient toujours du gaz acide carbonique, et que la chaux est précipitée de l'eau par ce gaz. Quand la chaux vive est exposée à l'atmosphère, en un certain tems elle devient éteinte, et c'est alors la même substance que celle qui se précipite de l'eau de chaux, c'est-à-dire la chaux en combinaison avec l'acide carbonique. La chaux vive récente est caustique et brûlante à la langue; elle verdit les couleurs bleues végétales; elle est soluble dans l'eau; mais combinée avec l'acide carbonique, elle perd toutes ses propriétés, sa solubilité et sa saveur; elle reprend sa faculté de faire effervescence, et redevient la même substance chimique que la craie ou la pierre à chaux.

Très peu de pierres à chaux ou de craies consistent entièrement en chaux et en acide carbonique. Les marbres statuaires, ou certains spath rhomboïdaux, sont presque les seules espèces pures; les diverses propriétés de pierre à chaux, soit comme engrais, soit comme cimens, dépendent de la nature des ingrédients mêlés dans la pierre à chaux; car le véritable élément calcaire, le carbonate de chaux, est uniformément le même dans la nature, dans ses propriétés, dans ses effets, et se compose d'une proportion d'acide carbonique 41,4 et d'une de chaux 55.

Quand une pierre à chaux ne fait pas abondamment effervescence dans les acides, et qu'elle est suffisamment dure pour rayer le verre, elle contient de la terre siliceuse et probablement alumineuse. Quand elle est de couleur brune ou rouge foncé, ou fortement colorée de nuances brunes ou jaunâtres, elle contient de l'oxide de fer. Quand elle n'est pas assez dure pour rayer le verre, mais qu'elle fait lentement effervescence, en rendant laiteux l'acide dans lequel elle fait effervescence, elle contient de la magnésie. Quand elle est noirâtre et qu'elle émet une odeur fétide en la chauffant, elle contient de la houille ou des matières bitumineuses.

L'analyse des pierres à chaux n'est pas difficile: les proportions de leurs parties constituantes se déterminent aisément par les procédés décrits dans le chapitre sur l'analyse des sols, et avec assez d'exactitude pour tous les besoins du fermier, par le cinquième procédé.

Avant de pouvoir se former une opinion sur la manière dont les divers ingrédients des pierres à chaux, en modifient

les propriétés, il est nécessaire d'examiner le mode d'action de l'élément calcaire pur comme engrais et comme ciment.

La chaux vive, à l'état de pureté, ou dissoute dans l'eau, est nuisible aux plantes. J'ai fait périr, en diverses occasions, du gazon en l'arrosant avec de l'eau de chaux. Mais la chaux, dans son état de combinaison avec l'acide carbonique, ainsi que cela est évident par les analyses données au quatrième chapitre, est un ingrédient utile des sols. La terre calcaire se retrouve dans les cendres d'un grand nombre de plantes; exposée à l'air, la chaux ne peut rester longtemps caustique, par la raison que nous venons d'en donner tout-à-l'heure; mais elle se met de suite en combinaison avec l'acide carbonique.

Quand on expose de la chaux vive récente à l'air, elle tombe de suite en poussière; dans cet état on la nomme chaux-éteinte; le même effet est immédiatement produit en jettant de l'eau dessus, la chaux s'échauffe violemment et l'eau disparaît.

La chaux éteinte est simplement une combinaison de chaux avec un tiers environ de son poids d'eau; c'est-à-dire que 55 parties de chaux absorbent 17 parties d'eau; dans ce cas c'est un composé en proportions définies de chaux et d'eau, et les chimistes le nomment *hydrate de chaux*; quand l'hydrate de chaux devient un carbonate de chaux par une longue exposition à l'air, l'eau est chassée, et le gaz acide carbonique prend sa place.

Quand la chaux vive ou bien éteinte est mêlée avec quelque fibre végétale humide, il y a une action énergique entre la chaux et la matière végétale; elles forment ensemble une espèce de composé dont une partie est ordinairement soluble dans l'eau.

Par cette opération, la chaux fait d'une matière inerte, une matière nutritive; et comme le charbon et l'oxygène abondent dans toutes les matières végétales, la chaux se convertit en même tems en carbonate de chaux.

La chaux éteinte, la pierre à chaux en poudre, les marnes ou craies n'ont pas d'action de ce genre sur la matière végétale; par leur action elles empêchent la décomposition trop rapide des substances déjà dissoutes; mais elles n'ont pas de tendance à former des matières solubles.

Il est évident, d'après ces circonstances, que la manière d'opérer de la chaux vive, de la marne ou de la craie, re-

pose sur des principes entièrement différens. La chaux vive, quand on l'applique à la terre, tend à amener quelque matière végétale dure que contient la terre, dans un état de décomposition plus rapide et de solution, de manière à la rendre plus convenable à la nourriture des plantes. La craie et la marne, ou le carbonate de chaux, n'améliorent que la texture du sol, ou ses propriétés relatives à l'absorption; elle agit simplement comme l'un des ingrédiens terreux. La chaux vive, quand elle devient éteinte, opère de la même manière que la craie; mais en passant à cet état de chaux éteinte, elle rend soluble une matière qui ne l'était pas.

C'est là-dessus que repose l'opération de la chaux préparée pour les champs à blé; son efficacité pour fertiliser les tourbes, et pour permettre de cultiver les sols abondans en racines dures, ou fibres sèches, ou matière végétale inerte.

La solution de cette question: faut-il appliquer la chaux vive? dépend de la quantité de matière végétale inerte que contient le sol. La solution de cette question; faut-il appliquer de la marne, de la chaux éteinte, ou de la pierre à chaux en poudre? dépend de la quantité de matière calcaire existant déjà dans le sol. Tous les sols sont améliorés par la chaux éteinte, et par la chaux vive en définitive, ceux qui ne font pas effervescence avec les acides, les sables plutôt que les argiles.

Quand un sol, manquant de matière calcaire, contient beaucoup d'engrais végétal soluble, il faut toujours éviter d'employer la chaux vive, puisqu'elle tend soit à devenir chaux éteinte en décomposant les matières solubles pour s'unir avec leur carbone et leur oxigène, soit à se combiner avec les matières solubles, et à former des composés ayant moins d'attraction pour l'eau que la substance végétale pure.

Le cas est le même avec la plupart des fumiers animaux; mais la manière d'opérer de la chaux varie avec les différens cas, et dépend de la nature de la matière animale. La chaux forme avec les matières huileuses une espèce de savon insoluble; elle les décompose graduellement par la séparation de leur carbone et de leur oxigène. Elle se combine aussi avec les acides animaux; elle aide probablement à leur décomposition en leur enlevant la matière carbonacée avec l'oxigène, et par conséquent elle doit les rendre moins nutritives, Elle tend également à diminuer les facultés nu-

tritives de l'albumine par la même raison ; elle détruit toujours jusqu'à certain point l'efficacité des fumiers animaux, soit en se combinant avec quelques-uns de leurs élémens, soit en leur procurant de nouveaux arrangemens. La chaux ne devrait jamais être employée avec les engrais animaux, à moins qu'ils ne soient trop riches, ou bien pour prévenir des miasmes nuisibles, comme dans certains cas que nous avons cités dans le chapitre précédent. Elle est nuisible quand on la mêle avec du fumier ordinaire, et tend à rendre la matière extractive insoluble.

J'ai fait une expérience à ce sujet : j'ai mêlé une certaine quantité d'extractif brun soluble, que j'avais retiré de fumier de mouton, avec cinq fois son poids de chaux vive ; je la mouillai avec de l'eau ; le mélange s'échauffa beaucoup ; il fut abandonné à lui-même pendant 14 heures, et soumis ensuite à l'action de cinq ou six fois son volume d'eau pure : l'eau, après avoir passé à travers un filtre, fut évaporée jusqu'à siccité ; la matière solide obtenue était à peine colorée, et la chaux était mêlée avec un peu de matière saline.

Dans les cas où la fermentation est utile pour produire des alimens avec des substances végétales, la chaux est toujours efficace. Je mêlai du tan épuisé, humide, avec un cinquième de son poids de chaux vive, et je les laissai séjourner ensemble en vase clos pendant trois mois ; la chaux devint colorée et il y eut effervescence ; quand l'eau bouillait sur le mélange, elle prenait une teinte de couleur fauve et produisait par évaporation une poudre de couleur fauve qui doit se composer de chaux unie à de la matière végétale, car elle brûle étant chauffée fortement, et laisse un résidu de chaux éteinte (1).

Les pierres à chaux contenant de l'alumine et de la silice

(1) L'engrais où entre la chaux, en agriculture, demande des recherches minutieuses qui sont de la plus grande importance. D'après mes expériences, je me suis convaincu qu'elle arrête également la fermentation vineuse et la fermentation putride, et qu'en vaisseaux fermés on peut l'employer pour conserver les substances animales ou végétales. Quand elle contribue à la solution des substances végétales, elle agit probablement soit en formant avec elles des composés solubles, comme dans le cas de l'albumine (note p. 80), soit en déterminant la production de leurs premiers principes, susceptibles d'entrer en union avec elles, et avec lesquelles elle forme des composés solubles et insolubles. J. D.

sont moins convenables pour engrais que la pierre à chaux pure ; mais la chaux qu'elles donnent n'a pas de qualités nuisibles. Les pierres à chaux ont moins d'efficacité parce qu'elles fournissent une bien moindre quantité de chaux.

J'ai fait mention de pierres à chaux bitumineuses ; il y a rarement beaucoup de matière charbonneuse dans ces pierres et jamais au-delà de cinq parties sur cent ; mais ces pierres font d'excellente chaux. La matière carbonacée, loin d'être nuisible à la terre, devient, dans certaines circonstances, une nourriture pour la plante ; ainsi que cela résulte évidemment de ce qui a été dit à cet égard dans le chapitre précédent.

L'emploi de la pierre à chaux magnésienne offre beaucoup d'intérêt.

Il avait été reconnu depuis long-tems par les fermiers de Doncaster, que la chaux faite avec une certaine pierre à chaux était souvent très nuisible aux récoltes, ainsi que je l'ai dit dans l'introduction. M. Tennant, en faisant une série d'expériences sur cette substance calcaire particulière, a trouvé qu'elle contenait de la magnésie ; en mêlant de la magnésie calcinée avec le sol dans lequel il sema diverses graines, il remarqua que ces semences périssaient ou végétaient mal et ne produisaient pas de plantes saines. Avec grande justice il attribua les mauvais effets de la pierre à chaux particulière à Doncaster à la terre magnésienne qu'elle contient.

En me livrant à quelques recherches à ce sujet, j'ai remarqué qu'il est des cas où la pierre à chaux magnésienne produit un bon effet.

Parmi les échantillons de pierre à chaux que lord Somerville me remit, il en avait marqué deux comme particulièrement bons, et que je trouvai être des pierres à chaux magnésiennes. De la chaux faite avec la pierre à chaux de Bredon est employée en Leicestershire où on l'appelle chaux chaude ; j'ai appris des fermiers du voisinage de la carrière, qu'ils l'employaient avec avantage en petites quantités, rarement plus de 25 à 30 *bushels* par acre (75 à 90 décalitres par 40 ares environ). Ils trouvent même qu'on peut l'employer avec un bon effet, en quantités plus considérables sur un sol riche.

Une simple considération chimique va nous donner la solution de cette question.

La magnésie a pour l'acide carbonique une plus faible

attraction que la chaux ; elle reste d'ailleurs à l'état de magnésie caustique ou calcinée pendant plusieurs mois, quoiqu'exposée à l'air. Tant qu'il reste de la chaux caustique, la magnésie ne peut se combiner avec l'acide carbonique, car la chaux attire toujours l'acide carbonique de la magnésie.

Quand une pierre à chaux magnésienne est chauffée, la magnésie est privée de son acide carbonique beaucoup plus tôt que la chaux ; s'il n'y a beaucoup de matière animale ou végétale dans le sol pour fournir de l'acide carbonique par sa décomposition, la magnésie restera long-tems à l'état caustique ; dans cet état caustique, elle agit comme poison pour certains végétaux. Que la chaux magnésienne puisse être employée en plus grande quantité dans les sols riches, cela semble tenir à cette circonstance que la décomposition des fumiers dans ces sols fournit de l'acide carbonique. La magnésie éteinte, c'est-à-dire entièrement combinée avec l'acide carbonique, semble toujours être un ingrédient utile des sols. J'ai mis du carbonate de magnésie, que je m'étais procuré en faisant bouillir une dissolution de magnésie sur du carbonate acide de potasse, tant sur du gazon que sur des pousses d'orge et de blé, de manière à rendre la surface blanche, sans que la végétation fût altérée le moins du monde.

Une des plus fertiles parties du Cornouailles, le Lizard, est un canton où le sol contient de la magnésie carbonatée, terre magnésienne éteinte.

Les plaines du Lizard ont un gazon vert et court qui nourrit des moutons dont la chair est excellente, et les parties cultivées sont rangées parmi les meilleures terres à blé du pays.

La théorie que je viens d'avancer sur le mode d'opérer de la chaux magnésienne n'est pas sans fondemens ; je l'appuierai d'une expérience que j'ai faite exprès pour déterminer la véritable nature d'action de cette substance. Je pris quatre parties du même sol : avec l'une je mêlai $\frac{1}{2}$ de son poids de magnésie caustique ; avec une autre je mêlai la même quantité de magnésie et une proportion de tourbe grasse en décomposition égale au $\frac{1}{2}$ du poids de ce second sol ; la troisième partie resta dans son état naturel, et la quatrième fut mêlée de tourbe sans magnésie. Ces mélanges furent faits en décembre 1806 ; en avril 1807 on sema de l'orge dans chacun d'eux. L'orge crut bien dans le sol naturel ; mieux dans celui de magnésie et de tourbe ; pres-

qu'aussi bien dans le sol mêlé de tourbe seulement; mais dans le sol ne contenant que de la magnésie, l'orge poussa faiblement, devint jaune et languit.

Je répétai cette expérience dans l'été de 1810, avec les mêmes résultats; je remarquai que la magnésie mêlée dans le sol avec la tourbe devint fortement effervescente, tandis que la partie du sol non mêlée donnait de l'acide carbonique en beaucoup moindre quantité. Dans certains cas, la magnésie aide la formation de l'engrais et devient éteinte; dans d'autres cas elle agit comme poison pour les plantes.

Il est évident, d'après ce que nous avons dit, que la chaux de la pierre à chaux magnésienne peut être appliquée à la tourbe en grande quantité; que les terres qui ont souffert de l'emploi d'une trop grande quantité de chaux magnésienne, peuvent être améliorées par la tourbe, qui devient alors un remède convenable et efficace.

J'ai dit que les pierres à chaux magnésiennes faisaient peu d'effervescence quand on les plongeait dans un acide; un moyen de s'assurer s'il existe de la magnésie dans la pierre à chaux, est de voir si elle rend l'acide nitrique étendu laiteux.

Il paraît d'après l'analyse de M. Tennaut, que la pierre à chaux magnésienne contient :

20,3 à 22,5	magnésie,
29,5 — 31,7	chaux,
47,2 —	acide carbonique,
0,8 —	argile et oxide de fer.

La pierre à chaux magnésienne est ordinairement colorée en brun ou en jaune pâle. On la trouve en Somersetshire, Leicestershire, Derbyshire, Shropshire, Durham et Yorkshire. Je ne l'ai jamais rencontré dans d'autres parties de l'Angleterre, mais elle abonde en plusieurs cantons de l'Irlande, et notamment près Belfast.

L'usage de la chaux, comme ciment, ne doit pas nous occuper long-tems dans un cours de chimie agricole; cependant, comme dans aucun des livres élémentaires que je connais, la théorie de l'action de la chaux en ce sens n'est suffisamment établie, je dirai quelques mots des applications de cette partie de nos connaissances chimiques.

Il existe deux modes d'action de la chaux, comme ciment: dans sa combinaison avec l'eau, et dans sa combinaison avec l'acide carbonique.

Nous avons parlé déjà de l'hydrate de chaux, Quand la

chaux vive est mise rapidement à l'état de pâte avec l'eau, elle perd aussitôt sa mollesse; l'eau et la chaux forment ensemble une masse cohérente solide, qui consiste, ainsi que nous l'avons vu, en 17 parties d'eau et 55 parties de chaux. Quand l'hydrate de chaux qui va se consolider est mêlé avec de l'oxide rouge de fer, de l'alumine ou de la silice, le mélange devient plus dur et plus cohérent que lorsqu'on ne se sert que de chaux seule; il paraît que cet effet est dû à un certain degré d'attraction chimique entre l'hydrate de chaux et ces corps; le mélange est moins sujet à se décomposer par l'action de l'acide carbonique de l'air, et il est moins soluble dans l'eau.

La base de tous les cimens dont on se sert pour les ouvrages que l'eau doit recouvrir, est l'hydrate de chaux; la chaux provenant de pierre à chaux impure répond bien à cette vue. La pouzzolane est principalement composée de silice, d'alumine et d'oxide de fer; on s'en sert en la mélangeant avec la chaux pour former des cimens hydrauliques. M. Sméaton, dans la construction du fanal d'Eddystone, a fait usage de ciment composé de parties égales en poids, de chaux éteinte et de pouzzolane. La pouzzolane est une lave décomposée. Le trass (*tarrus*) qui dernièrement était importé de Hollande en grande quantité, n'est qu'un basalte décomposé; deux parties de chaux éteinte et une de trass forment la principale partie du mortier que l'on emploie dans les grandes digues de la Hollande. Les substances qui peuvent remplacer la pouzzolane et le trass, abondent en Angleterre. Un trass rouge excellent peut se retirer en telle quantité que l'on voudra de la Chaussée-des-Géans en Irlande; le basalte en décomposition est abondant en plusieurs parties de l'Écosse, et dans les cantons nord de l'Angleterre où se trouve la houille.

Le ciment Parker et les cimens de même espèce faits dans les fabriques d'alun de lord Dundas et lord Mulgrave, sont des mélanges de substances ferrugineuses, siliceuses et aluminenses avec de l'hydrate de chaux.

Les cimens qui agissent par combinaison avec l'acide carbonique, ou mortiers ordinaires, ne sont qu'un mélange de chaux et de sable. Ces mortiers solidifiés d'abord comme hydrates, se convertissent lentement en carbonate de chaux par l'action de l'acide carbonique de l'air. M. Tennant s'est assuré qu'un mortier de cette espèce, en trois ans et trois mois, avait gagné 63 pour 100 de gaz acide carbonique,

quantité qui constitue la proportion définie de ce gaz acide dans le carbonate de chaux. Les débris de maçonnerie des maisons doivent leur faculté d'améliorer les terres, au carbonate de chaux et au sable qu'ils contiennent ; dans cet état de cohésion, ils sont surtout convenables dans les sols argileux.

La dureté du mortier des vieux bâtimens dépend de la conversion parfaite de toutes ses parties en carbonate de chaux. La pierre à chaux pure est la meilleure pour cette espèce de mortier ; les pierres à chaux magnésiennes font un excellent ciment d'eau, mais elles agissent avec trop d'énergie sur le gaz acide carbonique pour faire un bon mortier ordinaire.

Les romains, suivant Pline, préparaient leur meilleur mortier un an avant de l'employer ; en sorte qu'il était déjà combiné en partie avec l'acide carbonique avant d'en faire usage (1).

Dans la cuite de la chaux il y a quelques précautions particulières à prendre pour les différentes espèces de pierre à chaux. En général, un *bushel* (3 décalitres) de charbon de terre suffit pour cuire quatre ou cinq *bushels* (12 à 15 décalitres) de chaux. La pierre à chaux magnésienne a besoin de moins chauffer que la pierre à chaux ordinaire. En tout cas, lorsque l'on cuit de la pierre à chaux contenant beaucoup de terre siliceuse ou alumineuse, il faut prendre bien garde que le feu ne devienne trop intense ; car cette chaux se vitrifie aisément, à raison de l'affinité de la chaux pour la silice et pour l'alumine. Comme il y a des cantons où l'on n'a pas d'autre espèce de pierre à chaux, il est important d'y faire attention. Une chaux de moyenne qualité se cuit au rouge obscur ; mais au rouge blanc, elle se vitrifie. Les fours où l'on cuit cette espèce de chaux doivent avoir toujours un registre pour modérer le feu.

En général, quand la pierre à chaux n'est pas magnésienne, sa pureté est indiquée par sa perte de poids dans la cuisson ; plus elle perd, plus grande est la quantité de matière calcaire qu'elle contient. La pierre à chaux magnésienne renferme plus d'acide carbonique que la

(1) Pline dit, en parlant des qualités des mortiers : « Inrita quoque quo vetustior eo melior. In antiquarum edicum legibus invenitur, ne recentiore trima ateretur redemptor. » *Nat. Hist.*, lib. xxxvi, cap. 28.
J. D.

Pierre à chaux ordinaire ; j'ai toujours trouvé qu'elle perdait plus de moitié de son poids par la calcination.

La matière calcaire est employée en agriculture, sous d'autres formes que celles de chaux et de carbonate de chaux. L'une de ces combinaisons est le *gypse*, pierre à plâtre, ou sulfate de chaux. Cette substance consiste en acide sulfurique (huile de vitriol privée d'eau) et chaux ; sèche, elle se compose de 55 parties de chaux et de 75 parties d'acide sulfurique. Le gypse ordinaire, ou sélénite, tel qu'on le trouve à Shotover Hill, près Oxford, contient, outre l'acide sulfurique et la chaux, une quantité considérable d'eau, ce qui donne pour sa composition :

- 75 acide sulfurique, une proportion ;
- 55 chaux, une proportion ;
- 34 eau, deux proportions.

La nature du gypse se prouve aisément ; si l'on ajoute de l'huile de vitriol à la chaux, il se produit une violente chaleur ; quand le mélange s'est échauffé, l'eau se dégage et il ne reste que du gypse, si l'acide a été employé en quantité suffisante ; et du gypse mêlé à de la chaux vive, s'il n'y avait pas assez d'acide. On trouve quelquefois dans la nature du gypse privé d'eau, et qu'on nomme alors sélénite anhydre ; il se distingue de la pierre à plâtre ordinaire, en ce qu'il ne dégage pas d'eau quand on le chauffe.

Quand le gypse privé d'eau, soit naturellement, soit par la chaleur, c'est-à-dire le plâtre, est mis en pâte avec de l'eau, il durcit promptement en se combinant avec l'eau. Le plâtre de Paris est du gypse anhydre, en poudre, et sa propriété comme ciment, ainsi que pour faire des moules, dépend d'une certaine quantité d'eau qu'il solidifie en faisant avec elle une masse cohérente. Le gypse est soluble dans environ 500 fois son poids d'eau froide ; il est plus soluble dans l'eau chaude ; en sorte que lorsque l'on fait bouillir de l'eau en contact avec du gypse, il se dépose des cristaux par refroidissement. Le gypse se distingue aisément, quand il est dissout, par sa propriété de donner des précipités avec les solutions d'oxalate et de sels de barite.

Les agriculteurs diffèrent beaucoup d'opinion sur l'emploi du plâtre. On s'en est servi avec avantage en Kent, et M. Smith a fait plusieurs rapports en faveur de son efficacité à la Société d'agriculture. En Amérique il a été employé avec un grand succès, mais dans la plupart des cantons de

l'Angleterre il n'a pas réussi, quoique l'on en ait fait divers essais sur divers genres de récolte.

Les opinions les plus contradictoires ont été émises sur le mode d'opérer du plâtre. Quelques personnes ont supposé qu'il agissait par sa faculté d'attirer l'humidité de l'air; mais cette action est assez insignifiante. Quand il est combiné avec l'eau, il retient ce fluide trop puissamment pour l'abandonner aux racines des plantes, et son attraction pour l'eau n'est pas très considérable; on l'emploie d'ailleurs en trop petite quantité pour admettre cette idée.

On a dit que le plâtre aidait à la putréfaction des substances animales et à la décomposition du fumier. J'ai fait à cet égard quelques expériences qui prouvent le contraire. J'ai mêlé des morceaux de veau haché avec environ $\frac{1}{10}$ de son poids de plâtre, et j'ai exposé à l'air d'autres morceaux de veau haché, sans mélange de plâtre, et dans les mêmes circonstances; il n'y eut aucune différence dans le tems qu'ils mirent à se putréfier; la putréfaction me sembla même marcher plus vite sans plâtre. Je fis d'autres mélanges semblables, employant dans certains cas peu de plâtre, et beaucoup de plâtre dans d'autres; je me servis de fiente de pigeon, dans une expérience, au lieu de viande, et je trouvai précisément les mêmes résultats. Certainement, dans aucune de ces expériences, le plâtre n'accroissait la rapidité de la putréfaction.

Quoique cela soit peu connu, il y a fort long-tems que l'on a essayé le plâtre comme engrais en Angleterre. Les cendres de tourbe de Berkshire et de Wiltshire en contiennent beaucoup. Dans les cendres de tourbe de Newbury, je trouvai de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de plâtre; j'en trouvai plus encore dans quelques cendres de tourbe du voisinage de Stockbridge; les autres parties constituantes de ces cendres sont des terres calcaires, alumineuses et siliceuses, avec des quantités variables de sulfate de potasse, un peu de sel ordinaire, et quelquefois de l'oxide de fer. Les cendres rougeâtres contiennent plus d'oxide de fer.

Ces cendres de tourbe sont employées comme excitant de la végétation des graminées, particulièrement du sainfoin et du trèfle. En examinant les cendres de sainfoin, de trèfle et de ray-grass, j'y trouvai des quantités considérables de gypse, et probablement cette substance y est intimement combinée comme partie nécessaire de leur fibre ligneuse. Si l'on admet ceci, il est facile d'expliquer com-

ment il faut une si faible quantité de plâtre pour agir; car toute la récolte de trèfle ou de sainfoin, d'un acre (40 ares), d'après mon évaluation, ne donnait par incinération que 3 à 4 bushels (9 à 12 décalitres) de gypse. En analysant le sol d'un champ près Newbury, pris sous un sentier près d'une porte, où le gypse n'avait pu s'introduire accidentellement, je ne pus l'y découvrir; cependant en ce moment même on répandait des cendres de tourbe sur le champ. La raison pour laquelle le plâtre n'est pas généralement efficace, est probablement que les sols cultivés en contiennent assez pour les graminées. Dans le cours de la culture, le plâtre est fourni par les engrais; car il y en a dans le fumier d'étable et de tout le bétail se nourrissant de graminées; il n'y en a pas dans le blé, dans les pois, dans les fèves; il n'y en a que très peu dans le turneps; mais lorsque les terres sont uniquement réservées à des paturages et à du foin, il s'y consomme continuellement. J'ai examiné relativement au plâtre quatre sols différens, cultivés par une série de récoltes ordinaires. L'un était un sable léger de Norfolk; l'autre une argile, rapportait du beau blé du Middlesex; le troisième un sable de Sussex, et le quatrième une argile d'Essex. Je trouvai du gypse dans toutes, et dans le sol de Middlesex, il s'élevait à près de 1 pour 100. Lord Dundas m'informe qu'ayant essayé du plâtre, sans aucun avantage, dans deux de ses terres de Yorkshire, il fut amené à faire analyser le sol, relativement au plâtre, en suivant le procédé que j'ai indiqué au quatrième chapitre, et que l'on trouva du plâtre dans ces deux sols.

Si ces opinions sont confirmées par des recherches ultérieures, il pourra s'en suivre une application pratique de quelque valeur. Il est possible que les terres qui ont cessé de rapporter de bonnes récoltes de trèfle, ou de fourrages artificiels, puissent être amendées avec du plâtre. J'ai déjà dit que l'on trouvait du gypse en Oxfordshire; il est abondant aussi dans plusieurs parties de l'Angleterre, en Gloucestershire, en Somersetshire, Desbyshire, Yorkshire, etc.; et n'a besoin que d'être pulvérisé pour être employé (1).

(1) La manière dont agit la plante est toujours une question controversée. M. De Candolle n'admet pas l'explication qu'en donne ici le texte, et adopte celle de M. Loquet un peu modifiée; il pense que le plâtre n'est guère utile sur le sol, si même il y sert à quelque chose, quand on l'y répand à la surface de la terre, mais qu'il agit surtout en stimulant les feuilles des plantes auxquelles il adhère (Voyez *Physiologie végétale*, p. 1273).
J. D.

Quelques rapports intéressans sur l'emploi du sulfate de fer ou vitriol vert, sel qui provient des tourbes de Bedfordshire, ont été lus à la Société d'Agriculture, par le docteur Pearson; j'ai été témoin des effets fertilisans d'une eau ferrugineuse, employée pour arroser un gazon de prairie, par le duc de Manchester, à Priestley-Bog, près Woburn; rapport en a été fait à la Société d'agriculture. Je ne doute pas que le sel de tourbe ou l'eau vitriolique n'ait alors agi principalement en produisant du gypse.

Les sols sur lesquels le sel de tourbe et l'eau vitriolique sont efficaces, sont calcaires; le sulfate de fer, dans ces sols, est décomposé par le carbonate de chaux. Le sulfate de fer se compose d'acide sulfurique et d'oxide de fer; c'est un sel acide et très soluble; quand on en mêle une solution avec le carbonate de chaux, l'acide sulfurique abandonne l'oxide de fer pour s'unir à la chaux; les composés produits sont insipides et comparativement insolubles.

J'ai recueilli un peu du dépôt formé par l'eau ferrugineuse sur la prairie Priestley; je l'ai trouvé composé de gypse, de carbonate de fer et de sulfate insoluble de fer. Les principales herbes de la prairie Priestley sont: la queue de renard des prés, le pied de poule, la festuque des prés, le fiorin et la flouve odorante. J'ai analysé les cendres de trois de ces graminées, la queue de renard, le pied de poule et le fiorin; elles contenaient une proportion considérable de gypse.

Les imprégnations vitrioliques, dans les sols où il n'y a pas de matière calcaire, comme dans celui de Lincolnshire, que j'ai cité au quatrième chapitre, sont nuisibles; mais c'est probablement en ce qu'ils fournissent un excès de matière ferrugineuse à la sève. L'oxide de fer, en petite quantité, forme une partie utile des sols; il est évident, d'après les détails donnés au troisième chapitre, qu'on le trouve dans les cendres des plantes; probablement, il n'est mal-faisant que dans ses combinaisons acides.

J'ai cité déjà certaines tourbes dont les cendres donnent du gypse; mais il ne faut pas en conclure que toutes les tourbes soient de même. J'ai analysé diverses cendres de tourbes d'Irlande, d'Écosse, des Galles, du nord et de l'ouest de l'Angleterre, qui n'en contenaient pas une quantité suffisante pour qu'il y fût d'aucun avantage; ces cendres abondaient en terres siliceuse, albumineuse, et en oxide de fer.

Lord Charleville a trouvé dans quelques cendres de tour-

bes d'Irlande, du sulfate de potasse, c'est-à-dire une combinaison de l'acide sulfurique avec la potasse.

La matière vitriolique se forme habituellement dans les tourbes; si le sol ou le sous-sol est calcaire, il en résulte du gypse en définitive. En général, quand une cendre récente de tourbe émet une odeur forte ressemblant à celle d'œufs pourris, en y versant du vinaigre, elle contient du gypse.

Le *phosphate de chaux* est une combinaison d'une proportion d'acide phosphorique avec une proportion de chaux. C'est un composé insoluble dans l'eau pure, mais soluble dans toute eau contenant une matière acide. Il forme la plus grande partie des os calcinés. Il existe dans plusieurs substances excrémentielles, et se trouve à la fois dans la paille et dans le grain du blé, de l'orge et de l'avoine, du riz, comme aussi dans les fèves, les pois et les vesces. Il existe natif dans quelques parties de l'Angleterre, mais en très petites quantités. Le phosphate de chaux est généralement rapporté à la terre dans la composition d'autres engrais; il est probablement nécessaire aux récoltes de blé et autres céréales.

Les cendres d'os, pulvérisées, sont sans doute plus avantageuses aux terres labourables contenant beaucoup de matière végétale, et rendent peut-être les tourbes douces, en état de produire du blé; mais la poudre des os non calcinés est bien préférable quand on peut s'en procurer.

Les *composés salins de magnésie* exigent peu de discussion quant à leur emploi comme engrais. Les notions les plus importantes à cet égard pour l'agriculture, ont été examinées au commencement de ce chapitre, en parlant de la pierre à chaux magnésienne. En combinaison avec l'acide sulfurique, la magnésie forme un sel soluble. Cette substance, suivant quelques expérimentateurs, a été trouvée d'un bon emploi, mais on ne la rencontre pas, dans la nature, en quantité suffisante, et l'on ne peut la produire artificiellement à si peu de frais qu'elle devienne d'une application avantageuse dans une culture ordinaire.

Les *cendres de bois* consistent principalement en alcali végétal uni à l'acide carbonique; et comme cet alcali se retrouve dans presque toutes les plantes, il n'est pas difficile de concevoir qu'il peut former une partie essentielle de leurs organes. La tendance générale des alcalis est de donner de la solubilité aux matières végétales. De cette manière, ils peuvent rendre les matières carbonacées et d'au-

tres susceptibles d'être transportées par les tubes dans les fibres radicales des plantes. L'alcali végétal a de même une forte attraction pour l'eau; et en petites quantités, il peut tendre à donner un degré convenable d'humidité au sol, ou à d'autres engrais (1); quoique cette action, d'après les petites quantités employées, ou bien existant dans le sol, ne soit que secondaire.

L'alcali minéral ou soude, se trouve dans les plantes de cendre marine, et peut se retirer du sel commun par divers agens chimiques. Le sel commun se compose du métal appelé sodium combiné avec le chlore; la soude pure se compose du même métal uni à l'oxygène. Quand l'eau, qui peut fournir de l'oxygène au sodium, est présente, la soude peut s'obtenir du sel de différentes manières.

Le même raisonnement peut s'appliquer à l'opération de l'alcali minéral pur, ou de l'alcali carbonaté, comme à celle de l'alcali végétal; lorsque le sel commun agit comme engrais, il est probable que c'est en entrant dans la composition de la plante de la même manière que le gypse, le phosphate de chaux et les alcalis. Sir John Pringle a fait voir que le sel, en petites quantités, aide à la décomposition des matières végétale et animale. Cette circonstance peut être mise à profit dans certains sols. Le sel commun est aussi nuisible aux insectes. Je crois prouvé que c'est un engrais utile, en petite quantité; il est probable que son efficacité dépend de plusieurs causes combinées.

Quelques personnes ont objecté contre l'emploi du sel, qu'employé en grande quantité, il n'est pas bon, et rend même la terre stérile; mais c'est un mauvais raisonnement. On savait que le sel en trop grande abondance rendait le sol stérile bien long-tems avant qu'il n'existât aucune recherche agricole scientifique. On lit dans les Saintes Écritures, que Abimelech prit la cité de Sichem « qu'il renversa la ville, et y sema du sel » afin d'en rendre le sol stérile. Virgile repousse un sol salé; Pline, qui recommande de donner du sel au bétail, dit, que répandu sur le sol, il le rend sté-

(1) Cet effet se montre bien dans l'humidité des murs et des planches imprégnées d'une petite quantité de sels déliquescens comme ceux qui existent dans l'eau de mer. Je puis citer comme exemple frappant d'humidité, la goutte tombant constamment d'un plafond d'une chambre inhabitée imprégnée de sel, parce que l'on y avait répandu de la saumure quelques années avant.

rile. Mais ce ne sont pas là des argumens contre l'emploi du sel à dose convenable.

Les rebuts de sel du Cornouailles qui, d'ailleurs, renferment un peu d'huile et quelques débris de poisson, sont depuis long-tems connus comme d'admirables engrais. Les fermiers du Cheshire regardent le sel comme principalement avantageux aux récoltes de leur pays.

Il n'est pas improbable que les mêmes causes qui modifient l'action du gypse influencent les effets du sel. Plusieurs terres en Angleterre, surtout celles voisines de la mer, contiennent probablement une quantité de sel suffisante à tous les besoins de la végétation, dans ce cas, le sel est non seulement inutile, mais nuisible même quand on l'emploie en engrais. Dans les tempêtes violentes, la mer s'avance quelquefois à plus de 50 miles (8 kilomètres) dans les terres, et par ce moyen, ces terres sont souvent fournies de sel. J'ai trouvé le sel dans presque toutes les roches sablonneuses ou grès que j'ai analysées, et il doit se retrouver dans le sol provenant de ces grès. C'est d'ailleurs une partie constituante de presque toute espèce d'engrais animal et végétal.

Outre les composés des terres alcalines et des alcalis, d'autres substances ont été recommandées dans le but d'accroître la végétation; tel est le nitre, ou la combinaison de l'acide nitrique avec la potasse. Sir Kenelm Digby avance qu'il a fait croître très vigoureusement de l'orge en l'arrosant avec une solution de nitre; mais c'est un écrivain trop systématique pour avoir confiance entière en ses résultats. Le nitre se compose d'une proportion d'azote, de six d'oxygène, et d'une de potassium. Il n'est pas improbable qu'il fournisse de l'azote pour former de l'albumine ou du gluten dans les plantes qui en contiennent; mais les sels nitreux sont trop chers pour être employés comme engrais.

Le docteur Home dit que le *sulfate de potasse* qui, comme nous l'avons vu, se trouve dans les cendres de quelques tourbes, est un engrais avantageux. Mais M. Naismith (*Éléments d'Agriculture*, p. 78) n'admet pas ces résultats; il cite des expériences contraires à cette opinion, et suivant lui, défavorables à l'efficacité de toute espèce d'engrais salin.

La controverse, qui s'établit sur l'efficacité des substances salines, dépend sans doute de l'usage qu'on en a fait en quantités trop considérables.

J'ai fait un grand nombre d'expériences en mai et juin

1807, sur les effets de différentes substances salines, sur de l'orge et des graminées croissant dans le même jardin; le sol étant un sable léger dont 100 parties se composaient de 60 parties de sable siliceux et de 24 parties de matière finement divisée, consistant en 7 parties de carbonate de chaux, 12 parties d'alumine et de silice, moins d'une partie de matière saline, principalement le sel commun, avec une trace de gypse et de sulfate de magnésie; les 16 parties restantes étaient de la matière végétale.

Les solutions de substances salines furent employées deux fois par semaine, à la dose de 20 ounces (56 décagrammes), sur des touffes de gazon et de blé suffisamment éloignées les unes des autres pour prévenir toute confusion dans les résultats. Les substances essayées étaient du *sur-carbonate*, *sulfate*, *acétate*, *nitrate* et *muriate de potasse*; *sulfate de soude*; *sulfate*, *nitrate*, *muriate* et *carbonate d'ammoniaque*. Je trouvai que dans tous ces cas, lorsque la quantité de sel était $\frac{1}{10}$ du poids de l'eau, l'effet était nuisible; mais moins avec les carbonates, sulfate et muriate d'ammoniaque. Quand les quantités des sels n'étaient que $\frac{1}{100}$ de la solution, les effets étaient tout différents. Les plantes arrosées avec les solutions des sulfates poussaient de même que celles arrosées avec l'eau de pluie. Celles sur lesquelles agissait la solution de nitre, d'acétate et de surcarbonate de potasse, ainsi que de muriate d'ammoniaque, croissaient plutôt mieux que plus mal. Celles traitées par la solution de carbonate d'ammoniaque avaient la plus belle végétation de toutes. Ce dernier résultat est celui que j'espérais, car le carbonate d'ammoniaque se compose de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène. Il y eut d'ailleurs un autre résultat sur lequel je ne comptais pas; les plantes arrosées avec le nitrate d'ammoniaque, ne poussaient pas mieux que celles arrosées avec l'eau de pluie. La solution rougissait le papier de tournesol; probablement l'acide libre exerçait un effet préjudiciable, et nuisait au résultat.

La suie doit, sans aucun doute, une partie de son efficacité au sel ammoniacal qu'elle contient. Le liquide produit par la distillation du charbon, contient du carbonate et de l'acétate d'ammoniaque; on dit que c'est un très bon engrais.

En 1808, j'ai trouvé que la croissance du blé, dans un champ à Roehampton, était aidée par une très faible solution d'acétate d'ammoniaque.

Les résidus des savonniers ont été recommandés comme engrais, et l'on a supposé que leur efficacité dépendait des diverses matières salines qu'ils contiennent; mais il y en a peu, et leurs composans principaux sont de la chaux éteinte et de la chaux vive. Dans les résidus des meilleures savonneries, on ne trouve qu'à peine trace d'alcali. La chaux mouillée d'eau de mer en donne plus, et l'on dit que dans certains cas, l'on s'en sert avec plus d'avantage que de la chaux commune.

M. Knight m'informe qu'il a reconnu dernièrement que de la vase d'étang de très pauvre qualité, principalement argileuse, ayant été mêlée avec du charbon de terre en poussière, pour échauffer ses serres, donnait un engrais d'une efficacité considérable. Elle agit d'ailleurs beaucoup mieux sur des sols qui sont déjà passables, et stimule plutôt qu'elle n'alimente la végétation; car dans un sol très pauvre où on la mit au printemps, ses effets pouvaient à peine s'apercevoir.

Il n'est pas nécessaire de discuter plus en détail les effets des substances salines sur la végétation; excepté les composés ammoniacaux ou des composés contenant des acides nitrique, acétique et carbonique, aucune d'elles ne produit par sa décomposition aucun des principes ordinaires de la végétation, carbone, hydrogène et oxygène.

Les sulfates alcalins et les hydrochlorates (muriates) terreux se trouvent rarement dans les plantes, ou s'y trouvent en si petites quantités, qu'il n'y a jamais besoin d'en ajouter au sol. Nous avons dit, au commencement de ce chapitre, que les substances terreuses et alcalines ne semblaient jamais se former dans la végétation; il y a tout lieu de croire qu'elles ne sont jamais décomposées; car après avoir été absorbés, on les retrouve dans les cendres.

Leurs bases métalliques ne peuvent exister en contact avec les fluides aqueux; ces bases métalliques, comme les autres métaux, ne se résolvent jamais en aucune autre forme de matière par des procédés artificiels; elles se combinent promptement avec les autres élémens; mais elles restent indestructibles et ne peuvent diminuer en quantité, à travers leurs diverses combinaisons.

CHAPITRE VIII.

AMÉLIORATION DES TERRES EN LES BRÛLANT; PRINCIPE CHIMIQUE DE CETTE OPÉRATION, IRRIGATION ET SES EFFETS. JACHÈRE; SES DÉSAVANTAGES ET SES USAGES. LABOURS APPROPRIÉS A LA SUCCESSION DE DIVERSES RÉCOLTES. PATURE; VUES CONCERNANT SON APPLICATION. OBJETS AGRICOLES DIVERS LIÉS A LA CHIMIE. — CONCLUSION.

L'amélioration des terres stériles, en les brûlant, était connue des Romains. Virgile en fait mention dans son premier livre des Géorgiques : « Sæpè etiam steriles incendere profuit agros » (*Brûler un champ stérile est utile souvent*). C'est un usage très répandu dans plusieurs cantons de l'Angleterre; la théorie de cette opération, que l'on nomme en France *écobuage*, a occasionné beaucoup de discussions entre les savans et les agriculteurs. Elle repose entièrement sur les principes de la chimie, et j'espère pouvoir en donner une explication satisfaisante.

Les bases de tous les sols ordinaires, ainsi que je l'ai établi dans le quatrième chapitre, sont des mélanges de terres primitives et d'oxide de fer, et ces terres ont un certain degré d'attraction l'une pour l'autre. Quant à cette attraction, il suffit pour s'en rendre compte sous son véritable point de vue, de considérer la composition d'une pierre siliceuse ordinaire. Le feldspath, par exemple, contient des terres siliceuse, albumineuse, calcaire, de l'alcali fixe et de l'oxide de fer, formant un composé réuni par leurs affinités réciproques. Que l'on réduise cette pierre en poudre impalpable, elle devient une substance semblable à l'argile; si l'on chauffe fortement cette poudre, elle se fond et forme en se refroidissant une masse cohérente semblable à la pierre primitive; les parties que la division mécanique avait altérées, adhèrent de nouveau en vertu de l'affinité ou attraction chimique. Si la poudre est chauffée moins fortement, les particules superficielles se combinent seules et produisent une masse graveleuse qui, mise en pièces, a les caractères du sable.

Si l'on compare la faculté du feldspath en poudre d'ab-

sorber l'eau de l'atmosphère, avant et après l'application de la chaleur, on trouve qu'elle est moindre dans ce dernier cas.

Le même effet a lieu quand on fait cette expérience sur d'autres pierres siliceuses ou alumineuses.

J'ai trouvé que deux parties égales de sol basaltique en poudre impalpable, dont l'une avait été chauffée fortement et l'autre simplement exposée à une température égale à celle de l'eau bouillante, devenaient de poids très différens quand on les laissait à l'air pendant le même tems. En quatre heures l'une n'avait pris que deux *grains* (129 milligrammes), tandis que l'autre avait pris sept *grains* (453 milligrammes).

Quand l'argile ou tout autre sol tenace est brûlé, il se produit un effet du même genre; on l'amène ainsi à un état analogue à celui des sables.

Dans la fabrication des briques, ce principe général est bien démontré; si l'on applique sur la langue un morceau de terre à brique sec, il y adhère fortement en vertu de sa faculté d'absorber l'eau; mais après qu'il a été cuit, l'adhésion est à peine sensible (1).

Le procédé de l'écobuage rend le sol moins compacte, moins tenace et gardant moins l'eau; quand il est appliqué convenablement, il convertit une matière pâteuse, humide, et froide par conséquent, en une matière poudreuse, sèche et chaude, qui devient dès-lors une couche plus propre à la vie végétative.

La grande objection faite par les chimistes théoriciens, c'est qu'en pelant et brûlant le sol, on détruit la matière animale et végétale, ou l'engrais; mais dans les cas où la texture de ses composans terreux est constamment améliorée, il y a plus que compensation à ce désavantage passager. Dans quelques sols où il y a excès de matière végétale inerte, sa destruction est un avantage de plus; la matière carbonacée qui reste dans les cendres est plus utile à la récolte que la fibre végétale dont elle provient.

J'ai analysé trois échantillons de cendres, de différentes

(1) L'argile a la propriété remarquable de garder l'eau; une légère couche d'argile à la superficie d'un sol peut donc avoir un effet nuisible en empêchant l'eau de pluie de pénétrer profondément et de saturer le sous-sol; ce mauvais effet de l'argile se prévient par le procédé de l'écobuage, qui consiste à pelier le sol et à brûler ces pelures. J. D.

terres qui avaient été pelées et brûlées. La première avait été envoyée à la Société d'agriculture par M. Boys de Bellhauger, en Kent, qui a publié un traité sur l'Écobuage. Elles venaient d'un fonds crayeux, et 200 parties se composaient de :

80 carbonate de chaux,

11 gypse,

9 charbon,

15 oxide de fer,

3 matière saline, c'est-à-dire sulfate de potasse, hydrochlorate de magnésie, avec une faible quantité d'alcali végétal.

Le reste était de l'alumine et de la silice.

M. Boys estime que 2660 *bushels* (798 hectolitres) sont le produit ordinaire d'un *acre* (40 ares) de terre, qui suivant ses calculs donnaient 172900 *lbs* (86165 kilog.) contenant :

69160 *lbs* (31346 kilog.) carbonate de chaux,

9509,5 — (4310 —) gypse,

12967,5 — (5877 —) oxide de fer,

2593,5 — (1174 —) matière saline,

7780 — (3525 —) charbon.

Dans cet exemple, il y a sans aucun doute une très grande quantité de matière susceptible d'être active comme engrais, et qui se trouve brûlée dans l'écobuage. Le charbon était divisé très finement; et, par son exposition sur une grande surface du champ, devait se convertir en acide carbonique. Le gypse et l'oxide de fer, comme je l'ai dit au chapitre précédent, semblent produire le meilleur effet quand on les applique à des terres qui contiennent en excès du carbonate de chaux.

Le second échantillon provenait d'un sol près Coleorton, en Leicestershire, contenant seulement quatre pour cent de carbonate de chaux, et se composant de trois quarts de sable siliceux léger, et d'un quart environ d'argile. Il était en gazon avant d'être brûlé, et 100 parties de cendre donnaient

6 de charbon,

3 d'hydrochlorate de soude et de sulfate de potasse avec trace d'alcali végétal,

9 oxide de fer,

et le reste en terre.

Dans cet exemple comme dans l'autre, on trouva du charbon finement divisé, dont la solubilité devait s'accroître par la présence de l'alcali.

Le troisième exemple fut celui d'une argile pâtreuse de *Mount Bay* en Cornouailles. Cette terre avait été mise en culture par le défrichement d'une bruyère qu'on avait brûlée dix ans avant; mais ayant été négligée, la fougère y avait cru de différens côtés, ce qui avait donné lieu à un second écobuage; 100 parties de cendres se composaient de :

- 8 charbon,
- 2 matière saline, sel ordinaire principalement, avec un peu d'alcali végétal,
- 7 oxide de fer,
- 2 carbonate de chaux,

le reste était de l'alumine et de la silice.

La quantité de charbon était plus grande que dans les exemples précédens. Je soupçonne que le sel était dû au voisinage de la mer, qui n'en est qu'à 2 *miles* (3 kilom.). Il y avait certainement dans ce sol un excès de fibre végétale morte, et de matière végétale vivante inutile; on me dit qu'il en résulta une grande amélioration.

Plusieurs causes obscures ont été assignées comme explication des effets de l'écobuage; mais je pense que ces effets doivent être attribués entièrement à la diminution de cohérence et de tenacité des glaises, ainsi qu'à la destruction de la matière végétale inerte, inutile, qui se trouve convertie en engrais.

Le docteur Darwin, dans sa Phytologie, a supposé que l'argile pendant sa torréfaction peut absorber quelques principes nutritifs de l'atmosphère, qu'elle restitue ensuite aux plantes; mais les terres sont des oxides métalliques purs, saturés d'oxigène; et pendant leur combustion doit se dégager tout autre principe volatil qui s'y trouverait en combinaison. Si l'oxide de fer du sol n'est pas saturé d'oxigène, la torréfaction tend à produire son union la plus grande avec ce principe; il en résulte que la couleur de l'argile qui a brûlé passe au rouge. L'oxide de fer contenant son entière proportion d'oxigène, a moins d'attraction pour les acides que l'autre oxide, et conséquemment il est moins disposé à être dissout par tout autre fluide, dans le sol; il paraît dans cet état, agir à la manière des autres terres. Un auteur très ingénieux, que j'ai cité à la fin du précédent chapitre, suppose que l'oxide de fer, combiné avec l'acide carbonique, est un poison pour les plantes, et que la torréfaction a l'avantage d'en chasser l'acide carbonique; mais le carbonate

de fer n'est pas soluble dans l'eau, et c'est une substance très inerte. J'ai obtenu une riche récolte de cresson dans un sol composé d'un cinquième de carbonate de fer et de quatre cinquièmes de carbonate de chaux. Le carbonate de fer abonde dans quelques-uns des sols les plus fertiles de l'Angleterre, particulièrement le sol rouge à houblon. Il n'y a aucune base théorique sur laquelle puisse s'appuyer l'hypothèse que l'acide carbonique, qui est une nourriture essentielle pour les plantes, puisse leur être un poison dans aucune de ses combinaisons; on sait même que la chaux et la magnésie sont nuisibles à la végétation, à moins d'être combinées avec l'acide carbonique.

Tous les sols qui contiennent une trop grande quantité de fibre végétale morte, et qui perdent conséquemment du tiers à la moitié de leur poids par l'incinération, ainsi que tous ceux qui ont leurs composans terreux dans un état de division impalpable, c'est-à-dire les argiles pâteuses et les marnes, sont améliorées en les brûlant; mais dans les sables grossiers, ou sols riches se composant d'un juste mélange de terres, ainsi que dans tous les cas où la texture est suffisamment lâche, ou la matière organisable suffisamment soluble, le procédé de l'écobuage ne peut être avantageux.

La torréfaction est nuisible à tous les sols siliceux pauvres, et la pratique est encore ici d'accord avec la théorie. M. Young, dans son essai sur les engrais, dit qu'il a trouvé l'écobuage nuisible aux sables; l'opération n'est jamais pratiquée par les bons cultivateurs sur les sols sableux siliceux, une fois mis en culture.

Un fermier intelligent de Mount Bay me dit qu'il avait écobué un petit champ depuis quelques années, et que depuis il n'avait pu le remettre en bon état. J'examinai les lieux, l'herbe y était très pauvre, fort courte, et le sol se composait d'un sable aride siliceux.

L'irrigation ou *arrosement du sol*, semble d'abord être le contraire de la torréfaction; en général, dans la nature, l'eau agit pour amener les substances terreuses à un état d'extrême division. Mais dans l'irrigation artificielle des prés, l'effet utile dépend de plusieurs causes différentes, les unes chimiques, les autres mécaniques.

L'eau est indispensable à la végétation; quand une terre a été couverte d'eau pendant l'hiver, ou bien au commencement du printemps, l'humidité qui a pénétré profondément dans le sol et même dans le sous-sol, devient une

source d'alimentation pour les racines des plantes dans l'été; elle empêche le mauvais effet trop fréquent d'une trop longue sécheresse sur les terres dans leur état naturel.

Quand l'eau employée aux irrigations a coulé sur un fond calcaire, on la trouve généralement imprégnée de carbonate de chaux; dans cet état, elle tend à améliorer ce sol, en plusieurs circonstances (1).

L'eau ordinaire de rivière contient aussi une certaine portion de matière organisable, qui est beaucoup plus grande en tems de pluie qu'en tout autre tems; elle y existe en quantité plus considérable quand le cours d'eau traverse un pays cultivé.

Dans les cas même où l'eau que l'on emploie aux irrigations est pure, sans aucune substance animale ou végétale, elle agit en répartissant plus également la matière nutritive préexistante dans le sol; dans la froide saison, elle préserve les racines tendres et les feuilles de l'herbe de la gelée.

L'eau est d'une pesanteur spécifique plus grande à 42° F. (5°,56 centigr.), qu'à 32° F. (0 centigr.), point de congélation; dès lors, dans les prés sous l'eau pendant l'hiver, l'eau en contact immédiat avec l'herbe, qui est rarement au-dessous de 40° F. (4°,44 centigr.), n'a pas une température nuisible du tout aux organes vivans des plantes.

En 1804, au mois de mars, j'examinai la température de l'eau d'un pré dans le voisinage de Hungerford, en Berkshire, avec un thermomètre très sensible; la température de l'air à sept heures du matin, était à 29° F. (1°,67 centigr. au-dessous de 0). L'eau était gelée par dessus le gazon. La température du sol dans lequel se trouvaient les racines de l'herbe sous l'eau était de 43° F. (6°,11 centigr.).

En général, les eaux qui nourrissent le mieux le poisson sont les meilleures pour l'irrigation des prés; mais plusieurs des avantages de l'irrigation peuvent dépendre de la nature des eaux. C'est d'ailleurs un principe général que les eaux ferrugineuses, quoiqu'elles aient des effets fertilisans, lors-

(1) J'ajouterais que l'eau d'irrigation chargée de carbonate de chaux, s'oppose à ce que l'eau de pluie dissolve le carbonate de chaux du sol et l'enlève. A Malte, où le procédé d'irrigation est très en usage, et l'eau fort chargée de carbonate de chaux, je ne l'ai pas trouvé en défaut dans le sol des terres soumises à l'irrigation; mais dans cette île, dans les cantons crayeux même, la superficie du sol est entièrement privée de carbonate de chaux, qui lui a été enlevé, à la longue, en supposant qu'il existât d'abord, par le pouvoir dissolvant des eaux pluviales. J. D.

qu'on les applique à un sol calcaire, ont des effets désastreux sur les sols qui ne font pas effervescence avec les acides; et que les eaux calcaires, qui se reconnaissent par le dépôt terreux qu'elles donnent en bouillant, sont plus avantageuses sur les sols siliceux ou sur des sols qui ne contiennent que peu ou point de carbonate de chaux.

Les procédés les plus importants, pour l'amélioration des terres, ont été déjà discutés, et sont fondés sur le retranchement de certains composans des sols; sur l'addition de certains autres, sur le changement de leur nature; mais il existe un procédé pratique très ancien, encore fort en usage: c'est celui des jachères dans lequel on expose simplement le sol à l'air, pour l'y soumettre, par insolation, à une division purement mécanique.

Les avantages des jachères ont été beaucoup exagérés. Une jachère par quartier, ou jachère complète, peut être quelquefois nécessaire dans une terre surchargée de mauvaise herbe, surtout quand elle est sableuse et que l'écobuage n'y conviendrait pas; mais certes les jachères sont désavantageuses comme partie intégrante d'un système général de culture.

Quelques écrivains ont supposé que certains principes nécessaires à la fertilité proviennent de l'atmosphère; que la succession de récolte les épuise, et qu'ils se reproduisent pendant que la terre repose, par l'influence de l'air sur le sol pulvérisé; mais, ainsi que je l'ai dit dans l'introduction, ce n'est pas là une notion exacte. L'oxygène est absorbé par le tissu végétal, et peut-être l'azote l'est-il en certains cas; mais les terres, ce grand élément des sols, ne peuvent se combiner avec de nouveaux principes provenant de l'air; aucune d'elles ne s'unit à l'azote, et celles qui sont susceptibles d'affinité pour l'acide carbonique, en sont toujours saturées dans les sols où la méthode des jachères est adoptée. L'ancienne opinion vague de l'utilité du nitre et des sels nitreux dans la végétation, semble avoir été l'une des principales raisons mises à l'appui des jachères d'été. Les sels nitreux se produisent en abondance par l'exposition au soleil d'été des sols contenant des débris animaux et végétaux (1); mais c'est probablement par une combinaison de

(1) Le nitrate de potasse (nitre) et le nitrate de chaux, sont les deux sels nitreux qui se présentent le plus fréquemment; la présence de la chaux semble nécessaire à la formation de l'un et de l'autre de ces sels. Dans des

l'azote provenant de ces débris avec l'oxigène de l'atmosphère, que l'acide nitrique se forme, encore est-ce aux dépens d'un élément qui est autrement formé de l'ammoniaque; et les composés ammoniacaux, comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent, sont bien autrement efficaces pour la végétation que les composés nitreux.

Quand les mauvaises herbes sont enfoncées dans le sol, elles fournissent une certaine quantité de matière soluble par leur absorption de l'oxigène et leur décomposition graduelle; le sol dès lors produit une meilleure récolte après jachère; mais l'usage de ce mode de jachère doit dépendre de la quantité et de la nature de la fibre végétale, ainsi que de la qualité du sol. Le gaz acide carbonique se forme pendant toute la durée de l'action de la matière végétale sur l'oxigène de l'air, et la plus grande partie en est perdue pour le sol où il se forme, en se dégageant ensuite dans l'atmosphère.

L'action du soleil sur la surface du sol tend à dégager les matières gazeuses et volatiles qu'il contient; la chaleur accroît la rapidité de la fermentation; dans la jachère d'été, les alimens sont produits le plus promptement au moment où il n'y a pas de végétaux susceptibles de les absorber utilement.

La terre, quand elle n'est pas employée à préparer de la nourriture aux animaux, doit l'être à préparer de l'engrais aux plantes; ceci s'effectue par le moyen de récoltes vertes, par suite de l'absorption de la matière carbonacée dans l'acide carbonique de l'atmosphère. Dans une jachère d'été, l'on perd toujours une période où les végétaux croîtraient, soit comme nourriture pour les animaux, soit comme engrais pour une récolte à venir; la texture du sol n'est pas autant améliorée par son exposition à l'air de l'été, qu'à la faculté expansive des gelées d'hiver, les alternatives graduelles de sécheresse et d'humidité, la fonte graduelle des neiges tendent à pulvériser le sol et à en mélanger mieux les diverses parties.

Dans la culture en ligne, la terre est débarrassée à la main

situations, favorables d'ailleurs à d'autres égards, où il n'y a pas de potasse préexistante, il ne se forme pas de nitre; on ne trouve que du nitrate de chaux seulement. Le nitre est dès lors limité aux contrées de roches primitives, contenant du felspath ou quelques minéraux analogues dont la décomposition donne de la potasse.

J. D.

des mauvaises herbes, le sarclage devenant plus facile par la disposition de la récolte en rangées. L'engrais est fourni soit par la récolte elle-même en vert, soit par le fumier du bétail qui s'en nourrit; les plantes à larges feuilles sont faites pour alterner avec celles qui portent grain.

C'est un grand avantage du système de culture variée, que tout l'engrais y soit employé, et que celle de ses parties qui n'est pas utile à une récolte reste comme nourriture pour une autre. Ainsi dans la série de récoltes de M. Coke, le turneps vient d'abord; cette récolte reçoit pour engrais du fumier récent, qui produit immédiatement assez de matière soluble pour nourrir la plante; et la chaleur produite pendant la fermentation, aide la germination et la croissance de la plante. Après le turneps, on sème de l'orge et un fourrage artificiel; la terre peu épuisée par le turneps, donne les parties solubles du fumier en décomposition au grain. Les herbes, le ray-grass et le trèfle restent, lesquels ne tirent qu'une petite partie de leur matière organisée du sol, et probablement consomment le gypse de l'engrais, lequel eût été inutile pour d'autres récoltes; ces plantes, par leur large système de feuilles, puisent dans l'air une quantité considérable de leur nourriture; quand on les laboure après deux ans, les débris de leurs racines et de leurs feuilles offrent un engrais pour la récolte de blé; à ce période de la sève, la fibre ligneuse du fumier de litière, qui contient le phosphate de chaux et autres parties difficilement solubles, est rompue; dès que la récolte la plus épuisante est faite, on met de nouveau du fumier récent.

M. Gregg, dont l'ingénieux système de culture a été publié par la Société d'agriculture, et qui a le mérite d'avoir adopté le premier un plan semblable à celui de M. Coke, dans de fortes argiles, laisse la terre en prairies artificielles pendant deux ans après la récolte d'orge; il sème ensuite des pois et des fèves, laboure en enfouissant le chaume des pois et des fèves pour le blé; dans certains cas, il fait suivre le blé par des vesces et de l'orge d'hiver, qu'il fait manger au printemps, avant de semer la terre en turneps.

Les pois et les fèves, dans tous les cas, semblent convenables pour préparer la terre au blé; dans quelques sols riches, comme le sol d'alluvion de Parret, dont nous avons parlé au quatrième chapitre, et au pied des dunes au sud de Sussex, elles alternent plusieurs années de suite avec le blé. Les pois et les fèves composent, ainsi qu'il résulte

des analyses que j'en ai donné au troisième chapitre, une petite quantité de matière analogue à l'albumine; mais il semble que l'azote qui en fait partie, provient de l'atmosphère. La feuille sèche de fève, quand on la brûle, donne une odeur approchant de celle de la matière animale en décomposition; en périssant sur le sol, elle peut fournir des principes susceptibles de faire partie du gluten de blé.

Pour savoir quels végétaux sont également avantageux dans un sol particulier, il est toujours nécessaire de faire attention, non seulement à la température moyenne du climat, mais encore aux chaleurs de l'été et aux rigueurs de l'hiver. Ainsi le maïs, ou blé indien, et la vigne, ont besoin d'un été très chaud; l'olivier serait détruit par notre hiver. Il n'est donc pas nécessaire de donner des détails sur ces plantes, par rapport au système de culture anglais; mais dans quelques-unes de nos colonies, particulièrement au cap de Bonne-Espérance, presque toutes les productions végétales de l'Italie, de l'Espagne et du Portugal, peuvent y croître. Les vins du Cap peuvent, sans aucun doute, être améliorés par un choix convenable des sols, par des vignons français, et par le mode de faire les vins. La saveur du jus de la grappe change suivant la nature du sol; en choisissant le lieu destiné au vignoble, il y a beaucoup à gagner à faire l'analyse du sol, et à le comparer avec celui des vignobles les plus renommés de France, d'Allemagne et d'Espagne. C'est un sujet qui n'est pas indigne de l'attention du gouvernement.

Quoique la composition générale des plantes soit à peu près la même, cependant la différence physique de plusieurs d'entr'elles et les faits établis dans le chapitre précédent, prouvent qu'elles tirent différens matériaux du sol; quoique les végétaux ayant le plus petit système de feuilles épuisent davantage proportionnellement le sol de matière nutritive; cependant, certains végétaux, quand on les a récoltés, nécessitent que l'on restitue certains principes à la terre où ils ont crû. Les fraises et les pommes de terre produisent beaucoup d'abord dans les prairies récemment retournées, mais y dégèrent en peu d'années, et elles demandent une nouvelle terre; l'organisation de ces plantes est telle, qu'elles étendent constamment leurs rejetons; ainsi les longs fils du fraisier tendent constamment à occuper un sol nouveau; les fibres radicales de la pomme de terre produisent des tubercules à une distance considérable de la mère-pied. Les

terres à la longue finissent par cesser de donner de bons fourrages cultivés ; elles se lassent, comme on le dit, d'en produire, et nous en avons donné la raison dans le chapitre précédent.

L'exemple le plus remarquable de l'épuisement de certains principes du sol, par la croissance des végétaux, est celui de certains champignons. Les mousserons ne croissent jamais deux années de suite au même endroit, et la production du phénomène appelé les anneaux magiques, est attribué par Wollaston à la faculté qu'a un fungus particulier d'épuiser le sol de l'aliment nécessaire à la croissance de ceux de son espèce. Il s'ensuit que l'anneau s'étend, pour des semences qui ne croitraient pas où les plantes qui les ont produites croissaient, et que la partie intérieure de l'anneau se trouve épuisée par les récoltes précédentes ; mais où le fungus est mort, il y a nourriture pour le gazon, qui croît dans l'intérieur de l'anneau, vigoureux et d'un vert foncé (1).

Quand les bestiaux se nourrissent sur un champ qui ne profite pas de leur fumier, l'épuisement du sol s'ensuit ; c'est le cas des chevaux tenus à l'écurie ; ils consomment du fourrage pendant la nuit, et perdent la plus grande partie de leur fumier pendant le travail du jour.

L'exportation du grain, à moins que le pays où elle se fait ne reçoive en échange des articles susceptibles de devenir des engrais, doit en définitive épuiser le sol. Quelques lieux qui sont maintenant des sables déserts dans le nord de l'Afrique et de l'Asie mineure étaient fertiles autrefois. La Sicile était le grenier de l'Italie, et la grande quantité de blé qu'en ont tiré les Romains est probablement la cause principale de sa stérilité actuelle (2). Actuellement, notre

(1) Quelques effets attribués à l'épuisement du sol peuvent être dûs aux excréments des racines nuisibles aux plantes de même espèce, et cependant avantageuses aux plantes d'un autre genre ; dans l'un des cas elles agissent comme épuisant, et dans l'autre comme engrais. Voyez *Physiologie végétale*, pages 248 et 1474, quelques détails curieux sur ce sujet important que l'on ne fait que commencer à explorer. J. D.

(2) Le blé abonde encore en Sicile, et l'île en produit plus qu'il n'en faut pour la consommation de ses habitans. Si sa fertilité est moindre que du tems des Romains, comme il y a tout lieu de le croire, cela tient à un mauvais système d'agriculture sous un gouvernement oppressif. La terre à blé de la petite île de Malte qui n'en est pas éloignée, bien cultivée, est étonnamment fertile, donnant quinze fois autant de blé et vingt-deux fois autant d'orge ; tandis que dans les îles Ioniennes, surtout à Cérigo, où le sol est semblable,

système commercial a pour effet d'amener des substances qui, par leur consommation doivent enrichir la terre. Le blé, le sucre, le suif, l'huile, les peaux, les fourrures, le vin, la soie, le coton, etc., y sont importés, et la mer y fourrit le poisson. Parmi nos exportations nombreuses, la laine, le lin et les bons cuirs sont les seules substances qui contiennent des matières nutritives provenant du sol.

Dans toute série de récolte, ou système d'assolements, il est nécessaire que chaque partie du sol soit rendue aussi utile que possible aux différentes plantes; mais la profondeur du sillon, en labourant, doit dépendre de la nature du sol et de celle du sous-sol. Dans les sols riches argileux, le sillon ne saurait être trop profond; et même dans les sables, à moins que le sous-sol ne contienne quelques principes nuisibles aux végétaux, on doit adopter le labour profond. Quand les racines sont profondes, elles sont moins sujettes à être endommagées; soit par l'excès de pluie, soit par celui de la sécheresse; les pousses étendent leurs racines dans chaque partie du sol; l'espace dont elles tirent leur nourriture, est plus considérable que lorsque la semence ne germe qu'à la superficie du sol.

Les opinions sont très différentes quant aux prairies permanentes; mais leurs avantages et leurs désavantages ne peuvent être discutés que relativement aux circonstances du climat et du lieu. Avec l'irrigation, la terre produit beaucoup et donne peu de travail; dans les climats où il tombe beaucoup de pluie, cette irrigation naturelle produit le même effet que celle artificielle. Quand le fourrage est recherché, comme dans le voisinage des grandes villes, où l'on se procure des fumiers facilement, les frais de l'engrais donné au pré, sont compensés par l'abondance de la récolte; mais un pré que l'on devra nourrir d'engrais animal ou végétal ne peut être recommandé comme système général. Le docteur Coventry observe très judicieusement, qu'il y a là une plus grande perte d'engrais que lorsque le chaume s'enfouit dans une terre à blé. En outre, la perte provenant de l'exposition à l'air et au soleil, s'ajoute aux raisons que nous avons données au sixième chapitre, pour

mais où l'on n'emploie pas d'engrais, sans qu'on y cesse de labourer chaque année, on n'a que cinq fois autant de blé; dans toutes ces îles on a de tems immémorial importé du blé, la plus fertile ne donnant que pour six mois de consommation à ses habitans.

J. D.

l'application des engrais, même dans ce cas, à n'employer que des fumiers dont la fermentation commence, et non ceux dont la fermentation est achevée.

On a donné peu d'attention au choix des herbes les mieux adoptées aux prairies permanentes. La principale circonstance qui donne de la valeur à l'herbe, est la quantité de matière nutritive que contient sa récolte entière; mais le tems et la durée de son produit sont aussi des points de grande importance; une herbe qui fournit du vert toute l'année est plus profitable que celle qui n'en donne que l'été, quoiqu'en somme, la quantité de nourriture fournie soit même moindre.

Les herbes qui se propagent elles-mêmes par rejetons, les différentes espèces d'agrostis, fournissent la pâture pendant toute l'année; ainsi que j'ai déjà eu occasion de le dire, la sève concrète conservée dans leurs nœuds en fait une bonne nourriture même dans l'hiver; j'ai vu quatre yards (36 décimètres) carrés de fiorin, coupé à la fin de janvier, dans un pré spécialement destiné à cette culture par la comtesse de Hard-Wicke, dans un sol de glaise pâteuse froide, donner 28 pounds (12 kil., 691) de fourrage. 100 parties de ce fourrage contenaient 64 parties de matière nutritive, se composant presque d'un sixième de sucre, et de cinq sixièmes de mucilage avec un peu de matière extractive. Dans une autre expérience, 4 yards (36 décimètres) carrés donnèrent 27 pounds (12 kil. 237) d'herbe. La qualité de cette herbe est inférieure à celle du fiorin relaté dans la table à la fin du troisième chapitre, fiorin cultivé par sir Joseph Banks, en Midlesex, dans un sol beaucoup plus riche, et que l'on avait coupé en décembre.

Le fiorin, pour atteindre sa perfection, demande un climat humide ou un sol mouillé; il pousse vigoureusement dans les argiles froides qui ne conviennent pas aux autres herbes. Dans les sables légers et dans les lieux secs, ses produits sont de beaucoup inférieurs en quantité et en qualité.

L'herbe commune, que l'on a nommée convenablement ainsi, celle qui donne le plus de matière nutritive au printemps, se compose de l'alopécure des prés et du poa printanier; mais leurs produits, au tems de la floraison ou de la graine, sont inférieurs à ceux d'un grand nombre d'autres graminées, leur regain d'ailleurs est abondant.

La grande festuque des prés est l'herbe de la plus haute valeur, suivant les expériences du duc de Bedford, de tou-

tes celles des prés, quant à la quantité de matière nutritive qu'elle donne lorsqu'on la coupe au moment de la floraison; le fléau des prés en donne plus quand on le coupe au moment de la maturité de sa graine; le plus beau regain fourni par les graminées que le duc de Bedford cite dans ses expériences, est celui du poa maritime.

La nature a garni toutes les prairies permanentes d'un mélange de diverses herbes dont les produits diffèrent suivant les saisons. Quand on refait des prairies, il faut imiter ce mélange; peut-être ferait-on des prairies supérieures aux prairies naturelles, en choisissant des proportions convenables des espèces d'herbes appropriées à la nature du sol, et qui donneraient respectivement les plus abondantes récoltes du printemps, de l'été, de l'automne en regains, et de l'hiver. Les détails donnés dans l'appendice prouveront que ce plan de culture est très praticable.

La propagation de l'herbe par rejettons a donné dernièrement naissance à une grande amélioration pour former des prés: par le procédé que l'on a appelé l'inoculation, on déblaye une certaine partie de vieux pré des racines de son herbe et d'une partie de son sol, et on les replante, (comme elles l'étaient), dans une terre arable, à certains intervalles. La pousse des rejettons garnit rapidement la surface d'herbe; la vieille pâture, si l'on en a pas trop déblayé, se recouvre d'elle même et naturellement d'herbe de la même manière par la pousse de rejettons. Cette amélioration est due à l'intendant de M. Coke, dans un canton où l'agriculture a long-tems été l'objet de soins assidus et patriotiques.

Dans toutes les terres arables ou en pâtures, les mauvaises herbes doivent être déracinées avant que la graine soit mûre; si on les souffre dans les haies, il faut les couper pendant la floraison, ou avant, et les mettre en tas pour en faire du fumier; elles fournissent alors plus de matière nutritive par leur décomposition, et l'on empêche qu'elles ne se propagent de graine. Le fermier qui laisse les mauvaises herbes venir à graine et répandre leur semence que les vents emportent, n'est pas seulement un ennemi de ses propres intérêts, mais aussi de l'intérêt public; quelques chardons négligés empoisonnent de suite une ferme; le petit duvet qui garnit leur graine la propage dans tout un canton. La nature a pourvu de si grandes ressources pour leur propagation les moindres herbes, qu'il est très difficile, même avec le plus grand soin, d'extirper entièrement celles qui

sont nuisibles au cultivateur. Les graines privées d'air restent plusieurs années inactives dans le sol (1), et germent dès que les circonstances deviennent favorables; les diverses plantes dont les semences sont, comme celles du chardon et de la dent de lion, pourvues de barbes ou d'ailes, peuvent être portées à d'immenses distances. Le fléabane du Canada a été dernièrement trouvé en Europe; Linnée suppose qu'il a été transporté d'Amérique à l'aide du duvet très léger dont sa graine est pourvue.

Quand la nourriture du bétail lui est donnée en vert, il y a plusieurs avantages à la lui donner au ratelier, hors du champ, et de manière à conserver le fumier; la plante souffre moins en étant coupée, que par la dent du bétail, et aucune herbe n'est gâtée par les pas des animaux. Le bétail mange tout au ratelier, sans pouvoir choisir, et la préférence ou le dédain que témoigne l'animal pour une espèce particulière de nourriture ne prouve pas ses facultés nutritives. Le bétail refuse d'abord les gâteaux de graine de lin, et c'est cependant l'une des substances les plus nutritives qu'il puisse manger (2).

(1) L'affluence de graines en des lieux où les plantes qui les produisent n'avaient pas encore existé, s'explique aisément tant par cette circonstance que par d'autres circonstances. Plusieurs graines sont portées d'une île à l'autre par les courans de mer; et leur écorce dure les protège contre l'action immédiate de l'eau. Des graines de l'Inde orientale et de ce genre arrivent souvent ainsi sur nos côtes, et y germent promptement; ce long voyage ayant suffi pour fournir au cotylédon sa proportion convenable d'humidité. D'autres graines proviennent des excréments des oiseaux qui ne les ont pas digérées. Les légères semences des mousses et des lichens flottent probablement dans tout l'atmosphère, et abondent à la surface de la mer.

(2) Je dois à l'obligeance de M. Georges Sinclair les observations suivantes sur le choix des différentes espèces de nourriture pour le gros et le menu bétail:

* *Lalium perenne*, ray-grass. Les moutons le mangent de préférence à d'autres herbes quand il est au commencement de sa croissance; mais quand il monte en graine, ils le laissent pour presque toutes les autres herbes. Un champ du parc de Woburn fut séparé en deux parties égales; l'une de ray-grass et de trèfle blanc, l'autre de pied-de-poule et de trèfle rouge. Depuis le printems jusqu'au milieu de l'été, le troupeau se tint constamment dans le ray-grass, mais alors il l'abandonna pour se tenir dans l'herbe de pied-de-poule et de trèfle rouge jusqu'à la fin de la saison.

* *Dactylis glomerata*, dactylis aggloméré, pied-de-poule. Les bœufs, les chevaux et les moutons mangent cette herbe avidement. Le bœuf continue à manger les tiges et les fleurs, depuis le temps de la floraison jusqu'à celui de la graine. On en eut un exemple frappant dans le champ

Quand une nourriture destinée au bétail est composée artificiellement, il faut l'amener aussi près que possible, de

cité pour l'expérience précédente ; le gros bétail s'y tenait dans le pied-de-poule et le trèfle rouge, tandis que les moutons étaient dans le ray-grass et le trèfle blanc. Dans les expériences qu'ont publiées les *Amanitates academicae* des élèves de Linnée, on affirme que cette espèce d'herbe est repoussée par le gros bétail, ce qui est en contradiction avec le fait que nous venons de citer.

• *Alopecurus pratensis*, alopecure des prés. Le mouton et le cheval semblent avoir plus de goût pour cette herbe que les bœufs. Elle se plaît dans un sol de qualité moyenne entre la sécheresse et l'humidité, et donne des produits abondans. Dans la prairie flottée de Priestley, elle constitue une partie considérable du fourrage de cette excellente prairie. Elle s'empare invariablement du sommet des ados, s'étendant en général à six feet (18 décimètres) de chaque côté du cours d'eau ; l'espace en dessous est garni de pied-de-poule, de *festuca pratensis*, *festuca duriuscula*, *agrostis stolonifera*, *agrostis palustris*, et de flouve odorante avec un mélange de quelques autres espèces.

• *Phleum pratense*, fleau des prés. Cette herbe est mangée sans réserve par les bœufs, les moutons et les chevaux. Le docteur Pulteney prétend que les moutons ne l'aiment pas ; mais dans les prés où elle abonde, il ne paraît pas que ces animaux la laissent, et ils la mangent avec toutes celles qui y croissent mélangées. Les lièvres en sont très friands. Le *phleum nodosum*, *phleum alpinum*, *poa fertilis* et *poa compressa*, étaient laissés quoique touchant le *phleum pratense*, qui semble atteindre sa plus grande perfection dans une argile riche profonde.

• *Agrostis stolonifera*, fiorin. On lit dans les expériences détaillées ; *Amanitates academicae*, que les chevaux, les moutons et les bœufs mangent cette herbe avidement. A la ferme de Maulden, appartenant au duc de Bedford, du foin de fiorin fut placé dans les rateliers devant les chevaux, en petites quantités distinctes, mêlé avec du foin ordinaire ; les chevaux ne manifestèrent aucune préférence. Mais il semble prouvé par les expériences du docteur Richardson, qu'en vert les vaches et les chevaux le préfèrent : il donne ainsi de bonnes récoltes en Angleterre, ce qui avait été mis en doute par quelques personnes. Lady Hardwicke a fait un rapport sur un essai de fiorin ; vingt-trois vaches à lait, un jeune cheval et un grand nombre de cochons furent nourris pendant une quinzaine avec la récolte d'un acre (40 ares).

• *Poa trivialis*, poa commun. Les bœufs, les chevaux et les moutons mangent cette herbe avec avidité. Les lièvres la mangent aussi ; mais ils ont une préférence décidée pour le poa des prés, qui a beaucoup d'analogie avec elle.

• *Poa pratensis*, poa des prés. On a remarqué que les bœufs et les chevaux mangent cette herbe en commun avec les autres ; mais les moutons préfèrent la festuque dure et la festuque du mouton, qui se plaît dans le même sol. Cette espèce épuise le sol bien plus que toute autre ; les racines étant nombreuses et s'enlaçant, s'agglomèrent ensemble en moins de trois ans, et les produits alors diminuent. Elle croît ordinairement dans les prés, sur les chaussées sèches et même sur les murs.

• *Cynosurus cristatus*, cretelle des prés. Le mouton des dunes du sud et le daim paraissent très friands de cette herbe ; dans quelques parties du parc de Woburn, cette herbe forme la partie la plus considérable de

l'état de nourriture naturelle. Ainsi quand on lui donne du sucre, il y faut mêler quelque matière fibreuse, comme de

l'herbage où ces animaux broutent de préférence; une autre partie du parc, qui renferme l'*agrostis capillaris*, *agrostis pumilis*, *festuca ovina*, *festuca duriuscula*, *festuca canbrica*, est rarement attaquée par eux; mais les moutons des Galles y broutent constamment, et négligent le *cy-nosurus cristatus*, *lolium peienne* et *poa trivialis*.

• *Agrostis vulgaris* (*capillaris*, Linn.), agrostis commun. C'est une herbe très commune dans tous les pauvres sols sablonneux secs. Elle n'est pas agréable au bétail, qui ne la mange jamais volontiers quand il en trouve d'autre. Les moutons des Galles, cependant, la préfèrent ainsi que je l'ai dit; il est remarquable que ces moutons qui paissent dans un parc où se trouvent les meilleures espèces d'herbes, préfèrent toujours celle naturelle aux montagnes de leur pays; cela semble indiquer que cette préférence a d'autres causes qu'une simple habitude.

• *Festuca ovina*, festuque des moutons. Toutes les espèces de bétail recherchent cette herbe; mais il semble par les essais qu'on en a faits dans les sols argileux, qu'elle ne s'y maintient pas long-tems, et qu'elle y est étouffée par les herbes d'une végétation plus vigoureuse. Dans les sols secs et peu profonds qui ne peuvent produire d'herbes plus grandes, elle devrait former la récolte principale, ou plutôt toute la récolte, car dans son état naturel, on la trouve rarement mêlée intimement avec d'autres espèces.

• *Festuca duriuscula*, festuque dure. C'est l'une des meilleures herbes grossières certainement. Elle plaît à toute espèce de bétail; les lièvres en sont très friands; ils la rongent jusqu'aux racines, et négligent les *festuca ovina* et *festuca rubra* qui les touchent. On la trouve maintenant dans presque toutes les bonnes prairies ou paturages.

• *Festuca pratensis*, festuque des prés. Cette herbe manque rarement dans les prés et dans les paturages riches; on remarque qu'elle plaît beaucoup aux bœufs surtout, ainsi qu'aux chevaux et aux moutons. Elle paraît croître plus vigoureusement en mélange avec la festuque dure et le *poa* commun.

• *Avena eliator*, grand fromental. C'est une herbe très productive, qui se trouve très fréquemment dans les prairies et dans les paturages, mais que le bétail et les chevaux surtout n'aiment pas; cela s'accorde avec son peu de matière nutritive. Elle semble le mieux réussir sur une glaise tenace.

• *Avena flavescens*, avoine jaunâtre. Cette herbe particulière aux sols secs et aux prés, paraît être mangée aussi bien par les moutons et par les bœufs que l'orge des prés, la crételle des prés, et la flouve odorante, qui croissent ordinairement avec elle. On en double presque la récolte par un engrais calcaire.

• *Holcus lanatus*, holcus laineux. C'est une herbe très commune, qui croît dans tous les sols, riches ou pauvres. Elle donne beaucoup de graine très légère, et que les vents dispersent facilement. Elle paraît déplaire généralement à toute espèce de bétail. Son produit n'est pas aussi grand qu'on le croirait à la vue de la prairie, car les animaux l'y délaissant, elle y semble abondante en produits. Le foin qu'elle produit est mou et spongieux, à raison de l'espèce de laine qui recouvre ses feuilles; aussi tous les animaux la dédaignent.

• *Anthoxanthum odoratum*, flouve odorante. Les chevaux, les bœufs et

la paille hachée, ou de l'herbe sèche, afin que les fonctions de l'estomac puissent s'exercer naturellement à former le bol alimentaire. Le principe est le même que celui donné au troisième chapitre, pour mêler à l'orge de la paille hachée.

Pour laver les troupeaux, il faut éviter l'emploi d'eau contenant du carbonate de chaux, car cette substance décompose le suint de la laine, qui est un savon animal conservateur naturel de la laine; la laine souvent lavée dans l'eau calcaire devient rude et moins brillante. La laine la plus fine, comme celle d'Espagne et de Saxe est la plus abondante en suint. M. Vauquelin a analysé diverses espèces de suint, et a trouvé que la partie principale de tous était un savon à base de potasse, c'est-à-dire un composé de matière huileuse et de potasse, avec excès de matière huileuse. Il y a trouvé aussi une quantité considérable d'acétate de potasse et de petites quantités de carbonate de potasse, d'hydrochlorate de potasse, avec une matière odorante animale particulière.

M. Vauquelin dit que certains échantillons de laine ont perdu jusqu'à 45 pour cent par l'enlèvement de leur suint; la moindre perte, dans ses expériences, a toujours été de 35 pour cent.

Le suint est plus utile à la laine sur le dos du mouton pendant les saisons froides et humides; probablement l'application d'un peu de savon de potasse avec excès de graisse à la toison des moutons venant des climats chauds, pendant nos hivers, ce qui accroîtrait artificiellement le suint, ne serait pas sans importance dans les cas où l'on tient à la finesse de la laine. Un mélange de cette espèce est plus naturel que celui adopté par M. Bakewell à une

les moutons mangent cette herbe; cependant ils la laissent souvent dans les prés où elle se trouve mêlée avec l'alopecure des prés, le trèfle blanc et le pied-de-poule, ce qui semble indiquer qu'elle leur plaît peu. M. Grant de Leighon fit convertir en pré moitié d'un champ de grande étendue, qu'il garnit de cette herbe combinée avec du trèfle blanc; l'autre moitié fut garnie d'alopecure et de trèfle rouge. Les moutons ne touchèrent pas à la flouve, et se jetèrent constamment sur l'alopecure. J'ai vu le champ où toutes ces herbes étaient venues en perfection, et l'on ne pouvait voir rien de mieux. Des quantités égales de trèfle blanc furent semées avec chaque herbe; mais d'après la nature courte de la flouve, le trèfle qui s'y trouvait mêlé, fut beaucoup plus beau que celui mêlé avec l'alopecure, *

époque où la nature chimique du suint n'était pas connue.

J'ai parcouru maintenant tous les sujets susceptibles de discussion, que mon expérience ou mes études, m'ont appris être liés à la fois à la chimie et à l'agriculture.

Je me livre à l'espoir que quelques-unes de mes idées pourront contribuer au perfectionnement du plus important et du plus utile de tous les arts.

J'ai la confiance que d'autres continueront ces recherches, et qu'à mesure que la science de la chimie se perfectionnera, elle fournira de nouveaux moyens à l'agriculture.

Ce sont des motifs suffisans, joints à l'agrément et au profit, pour encourager des hommes habiles à poursuivre cette nouvelle carrière. La science a été long-tems méprisée par quelques personnes comme de simples théories spéculatives; mais elle doit-être envisagée par tout le monde, sous son véritable point de vue, comme la perfection du sens commun, guidée par l'expérience, et substituant graduellement aux préjugés populaires des principes rationnels et d'une saine théorie.

Le sol offre des ressources inépuisables qui, convenablement appréciées et employées, doivent accroître notre bien-être, notre population et notre force physique.

Nous possédons par nos machines et par la division du travail, plus d'avantages qu'aucune autre nation. La même énergie de caractère, la même étendue de ressources qui ont toujours distingué le peuple de la Grande Bretagne, dans les armes, le commerce, les lettres et les arts, appliquées à l'agriculture, y produiraient les plus grands perfectionnemens. Rien n'est impossible au travail aidé par l'industrie. Le véritable but de l'agriculteur est celui du patriote. Les hommes apprécient mieux ce qu'ils ont acquis avec de grands efforts; une juste confiance dans leurs forces résulte du succès; ils aiment mieux leur pays, parce qu'ils l'ont amélioré par leurs talens et par leur industrie. Ils identifient avec leurs intérêts l'existence des institutions qui leur donnent la sécurité, l'indépendance, et tous les agrémens de la civilisation.

APPENDICE.

RAPPORT

Sur les résultats des expériences faites, quant aux produits et aux qualités nutritives de différentes herbes et autres plantes qui servent à la nourriture des animaux, par ordre du duc de Bedford.

INTRODUCTION PAR SIR H. DAVY.

Sur 215 herbes convenables à la culture dans le climat de l'Angleterre, deux seulement ont été employées en prairies artificielles de quelque étendue, — le ray-gras et le pied de poule. — Le choix qu'on en a fait pour prairie artificielle semble plutôt l'effet du hasard que d'une supériorité quelconque de ces deux graminées sur les autres.

La connaissance des mérites comparatifs et de la valeur des différentes espèces et variétés d'herbes, ne peut manquer d'être d'une haute importance en agriculture. C'est l'espoir de l'acquérir qui a engagé le duc de Bedford à entreprendre la série de ses expériences.

Des carrés de terre, contenant chacun quatre feet (1219 millimèt.) carrés, furent enclos, dans le jardin de Woburn Abbey par des planches, afin d'intercepter toute communication latérale entre ces carrés de terrain et le reste du jardin. Le sol fut enlevé dans l'enclos et remplacé par de nouveau sol, ou mélange le plus favorable à la pousse de chaque herbe; peu de variétés de sol étant adoptées pour déterminer l'effet des différens sols sur une même plante.

Les graminées furent plantées ou semées; leurs produits coupés, récoltés et séchés, en saisons convenables, au printemps et à l'automne, par M. Sinclair, jardinier de sa grâce. Afin de déterminer le mieux possible les qualités nutritives de chaque espèce, des poids égaux du fourrage sec ou vert furent soumis à l'action de l'eau chaude, jusqu'à ce que

toutes leurs parties solubles fussent dissoutes; la solution était ensuite évaporée jusqu'à siccité à un feu doux, dans une étuve convenable, et le résidu soigneusement pesé. Cette partie de l'opération fut également conduite avec beaucoup d'adresse et d'intelligence par M. Sinclair, à qui nous devons les détails et les évaluations que nous allons donner.

Les extraits secs, supposés contenir la matière nutritive des fourrages, me furent envoyés pour les examiner. J'en ai donné quelques analyses dans la table de la page 101, et j'y ajouterai pour d'autres quelques observations chimiques à la fin de cet Appendice. On verra par les conclusions générales, que le mode de détermination des qualités nutritives des fourrages, par leur quantité de matière soluble dans l'eau, est suffisamment exact pour toutes les recherches agricoles.

LIVRES CITÉS DANS LES EXPÉRIENCES DE M. SINCLAIR, ET ABBRÉVIATIONS.

- Curt. Lond.* — Flora Londinensis. By William Curtis, 2 vol. London, 1798. Fol.
- Fl. Dan.* — Flora Danica, or icones plantarum spontè nascentium in regnis Daniæ et Norwegiæ, editæ à G. E. Auler. Hafniæ. 1760. F.
- Engl. Bot.* — English botany, by J. E. Smith, M. D.; the figures by J. Soverby. London 1790. 8 vol.
- W. B.* — Botanical Arrangements by doctor Withering. London. 1801, 4 vol.
- Huds.* — Hudsoni Flora anglica, 1778, vol. II.
- Host. G. A.* — Nic. Thomæ Host icones et descriptiones gramineum austriacorum. vol. I — III. Vindobonæ. 1801. Fol.
- Hort. Kew.* — Hortus Kewensis by W. J. Aiton, vol. I, London 1810.

DÉTAILS d'expériences sur les herbes fourragères, par
GEORGE SINCLAIR, jardinier du duc de Bedford et membre
 correspondant de la Société d'horticulture d'Édimbourg.

NOTA. L'acre anglaise équivaut à 40 ares, 4.

lbs. Une livre avoir du pois équivaut à 453 grammes, 25.

oz. Une ounce avoir du pois équivaut à 28 grammes, 528.

dr. Un dram avoir du pois équivaut à 1 gr., 771.

1. *Antoxanthum odoratum*. Engl. Bot. 647. — Curt. Lond.

Holcus odorant printanier, indigène d'Angleterre. A l'époque de la floraison, le produit de l'espace d'une acre égal à 0,000091827564 d'une glaise sableuse brune avec engrais; est

	oz.	dr	ou lbs.	p.	acre.	oz	dr.
Herbe, 11 oz 8 dr, le produit par acre.....	125235	0	=		7827	3	0
80 dr d'herbe pesée sèche... 21 172 dr. }	33656	0	=		2103	8	0
Le produit de l'espace ditto... 49,2,8710 }							
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					5723	10	0
64 dr d'herbe donne de mat. nutrit. 1 dr. }							
Le produit de l'espace ditto.... 2,3 5110 }	1956	12	=		122	4	12

A l'époque de la maturité de la graine le produit est

Herbe, 9 oz, le produit par acre.....	98010	0	=		6125	10	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 24 dr. }	29403	0	=		1837	11	0
Le produit de l'espace ditto.... 43 1116 }							
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					4287	15	0
64 dr d'herbe donn de mat. nutr. 3,1 dr. }							
Le produit de l'espace ditto..... 7,1 114 }	4977	10	=		311	1	1
Le poids de matière nutritive qui est perdue en récoltant au moment de la floraison, excède la moitié de sa valeur.					189	12	4

La valeur de l'herbe au tems de la floraison par rapport à celle de l'herbe au moment de la maturité de la graine est comme 4 est à 15.

Le produit de la dernière coupe ou regain est

Herbe, 10 oz, le produit par acre.....	108900	0	=		6806	4	0
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutrit. 2,1 dr.	3828	8	=		239	4	8

La valeur de l'herbe de la dernière coupe, ou regain, par rapport à celle de l'herbe au moment de la maturité de la graine, est presque comme 9 est à 15.

Le peu de produit de cette herbe la rend impropre comme foin; mais sa croissance hâtive et la quantité supérieure de matière nutritive que donne son regain, comparée à la

quantité qu'en donne l'herbe lors de la floraison, la met au premier rang des herbes des pâturages, en sols convenables; tels sont les sols tourbeux, et les terres qui sont profondes et humides.

2. *Holcus odoratus*. Host. G. A., croissant dans les bois.

Holcus odorant doux. Indigène d'Allemagne, Flo. Ger.

H. Boralis. Croissant dans les prairies humides.

A l'époque de la floraison, le produit d'une riche glaise sableuse est

	oz.	ou lbs.	par acre	oz dr.
Herbe, 14 oz., le produit par acre.....	152460	0	=	9528 12 0
80 dr. d'herbe pesée sèche..... 20,2 dr. }	39067	14	=	2441 11 14
Le produit de l'espace <i>dito</i> 57,1,375 }				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				7087 0 2
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutr. 4,1 dr. }	10124	13	=	610 15 5
Le produit de l'espace <i>dito</i> 14,3 172 }				

A l'époque de la maturité de la graine, le produit est

Herbe, 14 oz., le produit par acre.....	435600	0	=	27225 10 0
64 dr. d'herbe pesée sèche..... 28 dr. }	152460	0	=	9528 12 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 224 }				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				17696 4 0
64 dr. d'herbe donne de mat. nutr. 5,1 dr. }	3732	13	=	2288 4 13
Le produit de l'espace <i>dito</i> 52,2 }				
Le poids de matière nutritive qui est perdue en récoltant à l'époque de la floraison, excède la moitié de sa valeur.	1600			8 10

La valeur de l'herbe au tems de la floraison, par rapport à celle de l'herbe au tems de la maturité de la graine, est comme 17 est à 21.

Le produit de la dernière coupe ou regain, est

Herbe, 25 oz., le produit par acre.....	272250	0	=	17015 10 0
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutrit. 4,1 dr.	18079	1	=	1129 15 1

L'herbe de la récolte en regain, et de la récolte en floraison, en prenant toute la quantité, et leurs proportions relatives de matière nutritive, sont en valeur presque comme 6 est à 10; la valeur de la récolte en graine, excède celle de la récolte en regain dans la proportion de 21 à 17.

Quoique cette herbe soit l'une de celles dont la floraison est la plus hâtive, elle est tendre, et son produit au printemps n'est pas considérable. Si l'on compare d'ailleurs la quantité de matière nutritive qu'elle donne, avec celle des espèces qui fleurissent presque en même tems, on la trouvera bien supérieure. Elle ne pousse qu'un petit nombre de tiges à fleurs, lesquelles sont d'une faible structure comparée à la grandeur des feuilles. Ceci rend compte en grande par-

tie des quantités égales de matière nutritive données par l'herbe en fleurs, et par son regain.

3. *Cynosurus cæruleus*. Engl. Bot. 1615. Host. 1 G. A. II. t. 98. Gazon bleu de marais. Indigène d'Angleterre. *Sesleria cærulea*.

Au tems où la graine est mûre, le produit d'un sol léger sablonneux est

	oz. dr. ou lbs	par acre.	oz. dr.
Herbe 10 oz., le produit par acre.....	1008	000 0	= 6806 4 0
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutr. 3,3 dr.	6380	13	= 398 12 13

Le produit de cette herbe est plus considérable qu'il n'en a l'apparence; les feuilles atteignent rarement plus de 4 à 5 inches (101 à 127 millim.), et les tiges à fleurs guère plus. Sa croissance n'est pas rapide après la coupe; elle ne semble pas supporter les effets de la gelée, qui, si elle est rude au printemps, la fait souffrir assez pour qu'elle ne fleurisse pas autrement: la quantité de matière nutritive que donne dans cette saison, l'herbe, car sa paille est très considérable, le rangerait parmi les herbes avantageuses des prairies permanentes.

4. *Alopecurus pratensis*. Curt. Lond. Alo. Myosuroïdes. Alopécure des prés. Indigène de l'Angleterre. Engl. Bot. 848.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 30 oz., le produit par acre.....	3267	000 0	= 20418 12 0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 24 dr. }	980	100 0	= 6125 10 0
Le produit de l'espace dito..... 336			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr. }	7657	0	= 478 9 0
Le produit de l'espace dito..... 11,1			

Le produit d'une glaise sablonneuse est

Herbe, 12 oz 8 dr, le produit par acre.....	136125	0	= 8507 13 0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 24 dr. }	410837	9	= 2552 5 8
Le produit de l'espace dito..... 60			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1 dr. }	2126	15	= 8507 13 0
Le produit de l'espace dito..... 3,0 1/2			

Au tems où la graine est mûre, le produit d'une glaise argileuse, est

Herbe, 19 oz., le produit par acre.....	2069	100 0	= 2931 14 0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 36 dr. }	93109	8	= 5819 5 2
Le produit de l'espace dito..... 1363 1/2			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,1 dr. }	7376	4	= 461 0 4
Le produit de l'espace dito..... 9,975			

Le poids de matière nutritive perdue en laissant venir
 la graine à maturité, étant de 1725 de sa valeur..... 17 8 11

La valeur de l'herbe, au tems de la floraison, par rapport à celle de l'herbe, au tems de la maturité de la graine, est comme 6 est à 9.

Le produit du regain, dans la glaise argileuse, est

Herbe, 12 oz., le produit par acre.....	130680	0	=	8167	8	0
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutrit. 2 dr. }						
Le produit de l'espace ditto.....	6	4083	12	=	255	3 12

La valeur de la totalité du regain par rapport à la coupe, au tems de la maturité de la graine, est comme 5 est à 9, et par rapport à la coupe, au tems de la floraison, comme 15 est à 14.

Ces détails prouvent que les produits de la glaise argileuse surpassent presque des trois quarts ceux de la glaise sablonneuse, et que l'herbe de cette dernière a moins de valeur nutritive dans la proportion de 4 à 6. Les pailles produites par le sol sablonneux, sont moindres, à tous égards, que celles de la glaise argileuse; cela rend compte de l'irrégularité des valeurs nutritives; mais la valeur du regain excède celle de la coupe en floraison, dans la proportion de 4 à 3; différence qui semble extraordinaire, quand on considère la quantité des tiges de l'herbe, au moment de la floraison.

Dans l'*anthoxanthum odoratum*, la différence est encore plus grande, car elle est près de 4 à 9; dans le *poa pratensis*, il n'y a pas de différence; mais dans tous les gramens à floraison tardive que nous avons mis en expérience, et dont les tiges florales ressemblent à celle de l'*alopecurus pratensis*, ou de l'*anthoxanthum odoratum*, la plus grande valeur au contraire, se trouve toujours dans la coupe en floraison. Quelle qu'en soit la cause, il est évident qu'il y a perte à couper les autres herbes en floraison.

5. *Alopecurus Alpinus*. Engl. Bot. 1126. Alopécure des Alpes. Indigène en Écosse.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise sablonneuse avec un peu d'engrais, est

Herbe, 8 oz., le produit par acre.....	87120	0	=	5445	5	0
60 dr. d'herbe, pesée sèche.....	16 dr. }					
Le produit de l'espace ditto.....	34	2716	0	=	1452	0 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				3993	5	0
64 dr d'herbe donne de mat. nutrit. 1 dr. }						
Le produit de l'espace ditto.....	2	1361	4	=	85	1 4

6. *Poa Alpina*, Engl. Bot. 1003. Flor. Dan. 107.

Poa des Alpes, indigène en Écosse.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise sablonneuse légère est

	oz.	dr	ou lbs	par acre.	oz.	dr.
Herbe, 8 oz., le produit par acre.....	87	120	0	=	5445	0 0
64 dr d'herbe donnent de mat. nutr. 1,2 dr.	2041	14	=		127	9 13

7. *Avena pubescens*, Engl. Bot. 1640. Host. G. A. II. t. 50.

Avoine pubescente, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol riche sablonneux est

Herbe, 23 oz, le produit par acre.....	230470	0	=	15654	6	0		
80 dr. d'herbe pesée sèche.....	30	dr.	}	93926	0	= 5870	6	4
Le produit de l'espace dit.....	138							
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				9783	15	12		
64 dr d'herbe donne de mat. nutr. 1,2 dr.			}	5870	0	= 366	14	6
Le produit de l'espace dit.....	8,2716							

Au tems de la maturité de la graine, le produit est

Herbe, 10 oz, le produit par acre.....	108900	0	=	6806	4	0		
80 dr d'herbe pesée sèche.....	16	dr.	}	21780	0	= 361	4	0
Le produit de l'espace dit.....	32							
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				5545	0	0		
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr.			}	3403	2	= 212	11	2
Le produit de l'espace dit.....	5							
Le poids de matière nutritive qui est perdue en laissant la récolte jusqu'à maturité de la graine, étant plus de moitié de sa valeur.....				154	6	3		

La valeur de l'herbe, au tems de la floraison, par rapport à celle au tems de la maturité, est comme 6 est à 8.

Le produit du regain est

Herbe, 10 oz, le produit par acre.....	108900	0	=	6806	4	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit... 2 dr.	3403	0	=	212	11	2

La valeur de l'herbe, au tems de la floraison, par rapport à celle au tems du regain, est comme 6 est à 8. L'herbe, en maturité de grain et le regain, sont d'égale valeur.

Le duvet cotonneux qui couvre la surface des feuilles de ce gramin, lorsqu'il croît dans des sols pauvres, disparaît presque entièrement quand on le cultive dans des sols plus riches. Il a plusieurs bonnes qualités qui méritent d'être remarquées; il est vigoureux, hâtif, et plus productif que d'autres qui viennent dans des sols et des situations semblables. Sa pousse, après la coupe, est passablement prompte, quoiqu'elle n'atteigne jamais une grande hauteur, si on le laisse venir; comme le *poa pratensis*, il ne pousse des tiges

florales que dans une saison, et il paraît bien approprié à une pâture permanente sur un sol léger riche.

S. Poa pratensis. Curt. Lond. Engl. Bot. 1073.

Poa des prés, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un mélange de terre marécageuse et d'argile, est

	oz	dr.	on	lbs.	p.	acre	oz.	dr.
Herbe, 15 oz., le produit par acre.....	163350	0	=	10209	6	0		
80 dr. d'herbe pesée sèche.....	27,2	dr.						
Le produit de l'espace <i>dito</i>	67,2			45042	3	=	2871	6
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							7337	15
34 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,3 dr }				4466	9	=	279	2
Le produit de l'espace <i>dito</i>	6,2	1716						

Au tems de la maturité de la graine, le produit est

Herbe 12,8 oz., le produit par acre.....	136125	0	=	8507	13	0		
80 dr d'herbe pesée sèche.....	32	dr.						
Le produit de l'espace <i>dito</i>	80			5445	0	=		
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							5104	11
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr. }				3190	6	=	199	6
Le produit de l'espace <i>dito</i>	4,2	3756						
Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'à ce que la graine soit à maturité, étant près d'un quart de sa valeur.....							79	12

Le produit du regain est

Herbe, 6 oz., le produit par acre.....	65340	0	=	4083	12	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,3 dr.	1786	10	=	111	10	0

La valeur de l'herbe du regain par rapport à celle de la coupe en floraison, est comme 6 est à 7. L'herbe de la coupe en maturité et celle du regain, sont de même valeur.

Ce graminé est donc de moindre valeur au tems de la maturité de la graine; une perte de plus d'un quart de la valeur de toute la récolte a lieu, si on ne le coupe qu'alors; les tiges sont alors sèches, et les racines des feuilles sont dans un état de dépérissement; celles du regain, au contraire, sont vigoureuses et bien portantes. Cette espèce ne pousse ses tiges florales qu'en une seule saison; et comme elles sont la partie la plus importante de l'herbe pour en faire du foin, il suit de cette circonstance et de celle de la valeur supérieure du regain, par rapport à la coupe en maturité, que ce graminé convient bien pour pâture permanente.

9. *Poa cœrulea*. Var. *Poa pratensis*. Engl. Bot. 1004. *Poa subcœrulea*. *Poa* court bleuâtre, indigène en Angleterre. H. Kew 1,155. *Poa humilis*.

Au tems de la floraison le produit d'un sol de même nature que le précédent, est

	oz	dr ou lbs	p. acre	oz.	dr.
Herbe, 11 oz, le produit par acre.....	119790	0	=	7486	14 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr. }	3743	7	=	233	15 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 5,2					
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 24	35937	0	=	2246	1 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 52,3 3716 }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	5240			13	0

Si le produit de cette variété est comparé à celui de l'un quelconque des graminés précédens, on le trouvera moindre; il ne semble d'ailleurs avoir aucune qualité supérieure. La qualité nutritive supérieure ne compense pas le manque de produit de 80 lbs de matière nutritive par acre.

10. *Festuca hordiformis*. Poa hordiformis. H. Cant.

Poa hordiforme, indigène en Hongrie.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol sablonneux avec engrais, est

Herbe, 20 oz, le produit par acre.....	217900	0	=	13612	8 0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 24 dr. }	65340	0	=	4083	12 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 96					
La perte de poids du produit d'un acre en séchant.....	9528			12	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,1 dr }	7657	0	=	478	0 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 11,1					

C'est une herbe hâtive, quoiqu'elle le soit moins qu'aucune des précédentes espèces; son feuillage est très fin, ressemblant à celui de *F. duriuscula*, avec laquelle elle semble avoir de l'analogie, n'en différant que par la longueur et la couleur glauque de toute la plante. Le produit considérable de ce graminé et la qualité nutritive qu'il semble avoir, joints à sa hâtivité, font désirer qu'on la soumette à de nouveaux essais.

11. *Poa trivialis*. Curt. Lond. Engl. Bot. 1072. Host. G. A. II. t. 62.

Poa commun, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise légère brune, avec engrais, est

Herbe, 11 oz, le produit par acre.....	119790	0	=	7486	14 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.... 24 dr. }	35937	0	=	2246	1 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> ... 54 3716 }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	5240			13	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 d. }	3743	—		233	15 7
Le produit de l'espace <i>dito</i> 5,2					

Au tems de la maturité de la graine, le produit est

	oz	dr	ou lbs p.	acre.	oz.	dr.
Herbe, 11,8 oz, le produit par acre.....	125235	0	=	7827	3	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 36 dr. }	56355	12	=	3522	3	12
Le produit de l'espace <i>dito</i> 82,3 316 }						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	4304	15	4			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,3 dr. }	5381	3	=	326	5	3
Le produit de l'espace <i>dito</i> 7,3 315 }						
Le poids de matière nutritive perdu en faisant la récolte						
au tems de la floraison, excédant d'un quart de sa valeur....	102	5	12			

La valeur de l'herbe en maturité par rapport à celle de l'herbe en floraison est comme 8 est à 11, le produit du regain, est

Herbe, 7 oz, le produit par acre.....	76230	0	=	4764	6	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3 dr. }	3573	4	=	223	5	4

La valeur de l'herbe du regain par rapport à celle de l'herbe en floraison est comme 8 est à 12, et par rapport à celle de l'herbe en maturité comme 11 est à 12.

Il y a là preuve évidente de la supériorité de valeur de la coupe en maturité de graine, et par conséquent de la perte subie par la coupe en floraison, le produit de chaque récolte étant presque égal. La perte en foin pour la récolte en floraison, par rapport à celle en maturité, est vraiment frappante : son produit supérieur, la qualité très nutritive de cette plante, et la saison où elle arrive à maturité, sont des mérites qui la rendent l'une des meilleures de celles qui se plaisent dans les sols riches humides et dans les lieux à l'ombre ; mais dans les lieux secs, elle vient moins bien ; elle languit ensuite chaque année, et dépérit souvent en moins de trois ou quatre ans.

12. *Festuca glauca*. Curtis.

Festouque glauque, indigène en Angleterre.

Au tems de la maturité de la graine, le produit d'une glaise brune, est

Herbe, 14 oz, le produit par acre.....	152460	0	=	9528	12	0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 32 dr. }	60984	0	=	3811	8	0
Le produit de l'espace <i>dito</i> . 89,2 $\frac{2}{10}$ $\frac{2}{11}$ }						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	5717	4	0			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr. }	2573	4	=	223	5	4
Le produit de l'espace <i>dito</i> 5,1 }						

Au tems de la floraison, le produit est

Herbe, 14 oz, le produit par acre.....	152460	0	=	9528	12	0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 32 dr. }	60984	0	=	4811	8	0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 89,2 215 }						

	oz.	dr.	ou lbs.	p.	acre	oz.	dr.
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	57	17	4	0			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3 dr }					7146	9	=
Le produit de l'espace ditto.....	10,2						446 10 9
Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'à maturité de la graine, étant moitié de la valeur de la récolte	223	5	5				

La valeur de l'herbe au tems de la floraison par rapport à celle de l'herbe en maturité de graine est comme 6 est à 12.

La différence de valeur de l'herbe en floraison par rapport à l'herbe en maturité de graine, est ici précisément l'inverse de celle des espèces précédentes, et fournit une nouvelle preuve de la valeur des tiges de l'herbe que l'on destine à faire du foin; les tiges au tems de la floraison sont très succulentes, mais depuis ce moment jusqu'à la maturité de la graine, elles deviennent graduellement sèches et dures. Les racines des feuilles ne croissent sensiblement rien nombre, ni en grandeur; mais toute croissance de chaque partie de la plante semble suspendue, les racines et les vaisseaux des semences excepté. Les tiges du *Poa trivialis* sont, au contraire, faibles et tendres au moment de la floraison; mais à mesure qu'elles avancent vers la période de maturité de la graine, elles deviennent fermes et succulentes; après cette période, elles séchent rapidement et ne paraissent pas valoir mieux que des substances privées de vie.

15. *Festuca glabra*. Whiter. B. II. p. 154.

Festouque glabre; indigène en Ecosse.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse, avec engrais, est

Herbe 21 oz, le produit par acre.....	228690	0	=	14293	0	0
80 dr d'herbe, pesée sèche.... 32 dr. }						
Le produit de l'espace ditto... 34,1 $\frac{2 \cdot 2}{10 \cdot 2}$ }	91476	0	=	5717	4	0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	8576	14	0			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr. }						
Le produit de l'espace ditto..... 10,2 }	7146	0	=	446	10	0

Au tems de la graine en maturité le produit est

Herbe, 14 oz, le produit par acre.....	152460	0	=	9528	12	0
80 dr d'herbe, pesée sèche.... 32 dr. }						
Le produit de l'espace ditto... 89,2 $\frac{275}{10 \cdot 2}$ }	60954	0	=	3611	5	0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	5717	4	0			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,1 dr. }						
Le produit de l'espace ditto.... 4,1 $\frac{274}{10 \cdot 2}$ }	2977	11	=	186	1	1
Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, excédant moitié de sa valeur,..	260	9	0			

La valeur de l'herbe, au tems de la maturité de la graine est à celle de l'herbe au tems de la floraison, comme 5 est à 8.

Le produit du regain est

	os	dr ou lbs p. acre.	os	dr.
Herbe, 9 os, le produit par acre.....	980	10 0 =	6125	10 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr. }	765	11 =	47	13 0
Le produit de l'espace ditto.....	1,0	1/2 }		

La valeur de l'herbe du regain par rapport à celle de l'herbe en floraison est comme 2 est à 8, et à celle de l'herbe en maturité de graine, comme 2 est à 5.

L'apparence générale de ce gramen est très semblable à celle de *festuca duriuscula*; il est d'ailleurs différent physiquement, et inférieur à divers égards, ce qui devient évident en comparant entr'eux les divers produits. Mais si on le compare à quelques autres, sous le rapport de la culture générale, le résultat est plus favorable dans un sol qui lui convient. *L'anthoxanthum odoratum* étant pris pour exemple, il paraît que

Festuca glabra donne de matière nutritive.

Du tems de la coupe en floraison..	446	}	632
Au tems de la coupe en maturité de graine.....	185		

Anthoxanthum odoratum donne

Au tems de la floraison ditto.....	122	}	433
Au tems de la maturité de la gr. ditto	311		
Le poids de matière nutritive donnée par le produit d'un acre de <i>festuca glabra</i> excédant celui de celle donnée par <i>anthoxanthum odoratum</i> presque dans le rapport de 6 à 9.....			
			199

14. *Festuca rubra*. Wither. B. II. p. 155.

Festouque rouge, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol sablonneux léger est

Herbe, 15 os, le produit par acre.....	153350	0 =	10209	6 0	
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	34 dr. }	56923	12 =	3557	11 0
Le produit de l'espace ditto.....	102				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				6651	11 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr. }		3629	8 =	239	4 8
Le produit de l'espace ditto.....	22	2/18 }			

Au tems de la maturité de la graine, le produit est

Herbe, 15 os le produit par acre.....	174240	0 =	10890	0 0	
80 dr d'herbe pesée sèche.....	36 dr. }	78408	0 =	4900	8 0
Le produit de l'espace ditto....	115	2/18 }			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				5989	8 0

	oz	dr	ou lbs p.	acre.	oz	dr.	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr. } Le produit de l'espace ditto..... 8 }					5445	0 = 340 5 0	
Le poids de matière nutritive perdue en prenant la récolte quand l'herbe est en fleur, étant presque un tiers de sa valeur.....							101 0 8

La valeur de l'herbe au tems de la floraison est à celle de l'herbe en maturité de graine comme 6 est à 8.

Cette espèce est plus petite à tous égards que la précédente. Les feuilles ont rarement plus de 3 à 4 inches (76 à 100 mill.) de long; elle demande un sol semblable à celui de *festuca ovina*, à laquelle on la substituerait avec avantage, ainsi qu'on le voit en comparant les produits de l'une à ceux de l'autre.

Le produit du regain est

Herbe, 5 oz, le produit par acre.....	5445	0 = 3403 2 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit. 1,2 dr.	1276	2 = 79 12 0

La valeur de l'herbe du regain est à celle de l'herbe en maturité de graine comme 6 est à 8, et elle égale celle de l'herbe en floraison.

15. *Festuca ovina*. Engl. Bot. 585. Wither. B. 11. p. 152.
Festucque des moutons, indigène en Angleterre.

À l'époque de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 8 oz, le produit par acre.....	87120	0 = 5445 0 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,2 dr. } Le produit de l'espace ditto..... 3 }	2031	14 = 127 9 0

Le produit du regain est

Herbe, 5 oz, le produit par acre.....	54440	0 = 3403 2 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit. 1,1 dr.	1063	7 = 66 7 7

Le poids sec de cette herbe ne fut pas déterminé, parce que la faiblesse du produit la rend entièrement impropre à faire du foin. Si l'on compare les qualités nutritives de cette espèce, avec celles de la précédente, on en verra l'infériorité ainsi :

<i>Festuca ovina</i> donne de mat nutr. 1,2	}	2,3
Dito ditto. dito. 1,1			
<i>Festuca rubra</i> ditto 2	}	3,2
Dito ditto 1,2			

La nourriture donnée par l'herbe de *festuca rubra* est en plus de celle de *festuca ovina* comme 11 est à 14. Il suit des détails que nous venons de donner que ce gramin n'a pas les qualités nutritives qu'on lui attribue; il a l'avantage d'un feuillage fin, et peut s'adapter mieux, par conséquent,

à la mastication des organes du mouton, que les herbes plus grandes, dont les qualités nutritives sont plus considérables; de là son peu d'infériorité, comme pâture pour les moutons, en sol et en site convenable. Il a des caractères distincts de *F. rubra*.

16. *Briza media*. Engl. Bot. 540. Hort. G. A. II. t. 29.

Briza des prés, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise brune riche est

	oz	dr	ou lbs p.	acre	oz	dr
Herbe, 14 oz, le produit par acre.....	152460	0	=	9528	12	0
80 dr d'herbe pesée sèche.....	26 dr.					
Le produit de l'espace ditto... 72,3 $\frac{1}{16}$ }	49549	8	=	3096	13	8
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				6431	14	8
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,3 dr }						
Le produit de l'espace ditto... 9,2 $\frac{1}{16}$ }	6551	0	=	409	7	0

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe 14 oz, le produit par acre.....	152460	0	=	9528	12	0
80 dr d'herbe, pesée sèche, donne 28 dr. }						
Le produit de l'espace ditto... 78,1 $\frac{1}{16}$ }	53362	0	=	3335	1	0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				6183	11	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,1 dr. }						
Le produit de l'espace ditto... 12,1 $\frac{1}{16}$ }	7742	1	=	483	14	1
Le poids de matière nutritive perdue en prenant la récolte au tems de la floraison, étant presque un quart de sa valeur.....				109	1	0

La valeur de l'herbe au tems de la floraison est à celle de l'herbe en maturité de graine, comme 11 est à 13.

Le produit du regain est

Herbe, 11 oz, le produit par acre.....	130680	0	=	8167	8	0
64 dr d'herbe donne de mat. nutr. 2 dr.	483	12	=	256	3	12

La valeur de l'herbe en floraison est en plus à celle du regain, comme 8 est à 11; et celle du regain est à celle en maturité de graine, comme 8 est à 13.

Le mérite de cette herbe est à remarquer; ses qualités nutritives sont grandes, et ses produits considérables par rapport aux espèces qui demandent un sol semblable.

17. *Dactylis glomerata*. Engl. Bot. 355. fl. Dan. 743.

Dactylis aggloméré, indigène en Angleterre. Wither. B. II. p. 149.

Au tems de la floraison, le produit d'une riche glaise sablonneuse est.

	oz	dr	ou lbs p.	acre.	oz	dr.
Herbe, 41 oz, le produit par acre.....	446	490	0	=	27905	10 0
90 dr d'herbe pesée sèche.....	34	dr.				
Le produit de l'espace dit.....	27,8	1/5			189758	4 = 11859 14 4
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					16045	11 12
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,2 dr. }						
Le produit de l'espace dit.....	25,2	1/2			1424	0 = 1089 0 0

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 39 oz, le produit par acre.....	424	710	0	=	26544	6 0
90 dr d'herbe pesée sèche.....	40	dr.				
Le produit de l'espace dit.....	312				21235	0 = 13272 3 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					13272	3 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,2 dr. }						
Le produit de l'espace dit.....	34,0	1/2			23226	5 = 1451 10 0
Le poids de matière nutritive gagnée en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, est plus d'un tiers de sa valeur.					362	10 5

La valeur de l'herbe en floraison est à celle de l'herbe en maturité de graine, presque comme 5 est à 7.

Le produit du regain est.

Herbe, 17 oz 8 dr, le produit par acre.....	1905	75	0	=	11910	15 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr	4466	9	=	281	10 9	

La valeur du regain est à celle de l'herbe en floraison comme 6 est à 10; et à celle de l'herbe en maturité de graine comme 6 est à 14. 64 dr. de tiges au tems de la floraison donnent de matière nutritive, 1,2 dr. Les feuilles du regain, et les tiges simples sont donc d'une égale valeur relative, circonstance qui rend ce gramen bien meilleur pour pâture permanente que pour foin. Les détails précédens prouvent, qu'une perte de près d'un tiers de la valeur de la récolte est subie quand on attend la récolte jusqu'en maturité de graine, quoiqu'à cette époque, la valeur de l'herbe soit plus grande, dans le rapport de 7 à 5. Le produit ne s'accroît pas si on laisse croître l'herbe après sa floraison; il diminue au contraire uniformément; la perte de regain est très considérable, à raison de la croissance rapide du feuillage après la coupe. Ces circonstances font ressortir la nécessité de couper cette herbe de près, soit à la faux soit par la dent du bétail, pour en retirer le plus grand bénéfice.

18. *Bromus tectorum*. Host. G. A. 1. t. 15.

Brome nouveau des toits, indigène en Europe, introduite en 1776. H. K. 1. 168.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol sableux léger est

	oz dr	ou lbs p. ^r acre	oz dr.
Herbe, 21 oz, le produit par acre.....	1 790	0 =	74,6 14 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 42 dr. }	62889	12 =	3930 9 12
Le produit de l'espace ditto..... 92 1 ¹ / ₂ }			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			3556 4 4
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3 dr. }	5615	2 =	350 15 0
Le produit de l'espace ditto..... 8,1 }			

† Cette espèce n'étant qu'annuelle, n'a pas de regain, ce qui en diminue beaucoup la valeur relative.

19. *Festuca cambrica*. Hudson. W. B. II. p. 155. Indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison le produit d'un sol sableux léger est.

Herbe, 10 oz, le produit par acre.....	10 ^o 900	0 =	6806 4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 34 dr. }	46382	8 =	2592 10 8
Le produit de l'espace ditto..... 68 }			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			3913 9 8
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,1 dr. }	3828	8 =	239 4 8
Le produit de l'espace ditto..... 5,2 ¹ / ₂ }			

Cette espèce s'allie presque à celle *Festuca ovina*, dont elle diffère peu, sauf qu'elle est un peu plus grande. Le produit et la matière nutritive qu'elle donne sont supérieurs, quand on les compare à ceux de *Festuca ovina*.

20. *Bromus diandrus*. Curt. Lond. Engl. Bot. 1006. Indigène en Angleterre.

Au tems où l'herbe est mûre en fleurs, le produit d'une riche glaise brune est

Herbe, 50 oz, le produit par acre.....	326700	0 =	20418 12 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 34 dr. }	138847	8 =	8677 15 0
Le produit de l'espace ditto..... 204 }			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			11740 13 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3 dr. }	15314	1 =	957 2 1
Le produit de l'espace ditto..... 22,8 }			

Cette espèce, comme la précédente, n'est qu'annuelle; le produit ci-dessus n'est donc que celui d'une année; et si on la compare au moins productif des gramens vivaces, on le trouvera inférieur et par conséquent n'étant pas digne d'être cultivé.

21. *Poa angustifolia*. With. II, p. 142. Poa à feuilles étroites, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise brune est

	oz	dr	ou lbs p.	acre.	oz dr.
Herbe, 27 oz, le produit par acre.....	2940	30	0	=	18376 14 0
80 dr. d'herbe, pesée sèche.....	34	dr.			
Le produit de l'espace <i>dito</i>	163,2	$\frac{2}{12}$		=	7810 2 12
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				=	10566 11 4
64 d'herbe donn. de mat. nutr....	5	dr.			
Le produit de l'espace <i>dito</i>	33,3			=	1430 6 11

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 14 oz, le produit par acre.....	152	60	0	=	9523 13 0
60 dr. d'herbe pesée sèche.....	32	dr.			
Le produit de l'espace <i>dito</i>	69,2	$\frac{2}{12}$		=	3811 8 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				=	5717 4 0
64 d'herbe donn. de mat. nutr....	5,1	dr.			
Le produit de l'espace <i>dito</i>	18,1	$\frac{2}{12}$		=	701 6 7
Le poids de matière nutritive perdu en laissant la récolte jusqu'à graine en maturité, excédant un tiers de sa valeur..	(4)			=	0 4

Dans la première croissance des feuilles de cette espèce de *Poa*, on a la preuve frappante que la floraison hâtive dans les graminées ne se lie pas toujours avec le produit hâtif le plus abondant des feuilles. A cet égard, toutes les espèces que nous avons examinées déjà sont très inférieures à celle-ci: avant le milieu d'avril, les feuilles ont plus de 12 *inches* (303 millimètres) de longueur, et sont douces et succulentes; en mai, quand apparaissent les tiges florales, elle est sujette à une maladie appelé rouille, qui affecte toute la plante; les suites s'en manifestent par le dépérissement de la récolte en maturité de graine qui est moindre qu'au tems de la floraison. Quoique le dépérissement commence par les tiges, les feuilles souffrent beaucoup aussi et sont sèches au tems où la graine est mûre; les tiges dès-lors constituent la principale partie de la récolte, et contiennent plus de matière nutritive en proportion, que la feuille. Ce graminé vaut évidemment mieux pour pâture permanente, et il semble y avoir été désigné par la nature, à raison de sa croissance rapide, hâtive, et de son dépérissement qui commence par les tiges. Les graminées qui en approchent le plus à l'égard de la hâtiveté des feuilles sont le *poa fertilis*, *dactylis glomerata*, *phleum pratense*, *alopecurus pratensis*, *avena elatior* et *bromus littoreus*, toutes de l'espèce la plus dure.

22. *Avena elatior*. Curtis, 112. Engl. Bot. 813; *Holcus avenaceus*. Fromental indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit est.

	oz	dr ou lbs p.	acre	oz dr.
Herbe, 2½ oz, le produit par acre.....	261360	0 =	16335	0 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	25 dr	}	91475 14 =	5717 3 14
Le produit de l'espace <i>dito</i>	134,1 27,5			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			10617	12 2
64 dr d'herbe donne de mat. nutr. 1 dr. }		}	4083 12 =	255 3 12
Le produit de l'espace <i>dito</i>	6			

Le produit du regain est

Herbe, 20 oz, le produit par acre.....	217500	0 =	13612	0 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr....	1,1 dr.	}	4253 14 =	265 13 14
Le poids de matière nutritive de la récolte en regain excède la coupe en grains presque dans la proportion de 26 à 25.....				

Ce gramin pousse ses tiges florales pendant toute la saison; le regain en contenant presque autant que la coupe en floraison. Il est sujet à la rouille, mais cette maladie ne paraît jamais qu'après la période de floraison: elle affecte toute la plante, et au tems où la graine est mure, les feuilles et les tiges sont blanches et sèches. Le supériorité de valeur du regain sur la coupe en maturité de graine, fait ressortir l'avantage de couper cette herbe quand elle est en fleurs.

23. *Poa elatior*. Curtis, 50. Indigène en Écosse.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse riche est.

Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	196020	0 =	12251	4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	2 dr.	}	60607 0 =	4287 15 0
Le produit de l'espace <i>dito</i>	100,3 27,0			
64 dr d'herbe donne de mat. nutr. 3,2 dr. }		}	10719 13 =	669 15 13
Le produit de l'espace <i>dito</i>	15,3			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			3617	15 3

Les caractères botaniques de cette herbe sont presque les mêmes que ceux de l'*avena elatior*, n'en différant que par le manque des arêtes seulement. Elle a le caractère essentiel des *holci* (fleurons mâle et hermaphrodite; calice à deux valves avec deux fleurons); puisque l'*avena elatior* est maintenant ramené à ce genre, on peut l'en considérer comme une variété.

24. *Festuca duriuscula*. Engl. Bot. 470. W. B. n. p. 153.

Festuaque à feuilles dures, indigène en Angleterre. Au tems de la floraison, le produit d'une glaise légère sablonneuse est

Herbe, 27 oz, le produit par acre.....	294030	0 =	18376	14 0
--	--------	-----	-------	------

		oz	dr ou lbs	par acre.	oz dr.
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	36 dr.	}	1323	13	8 = 1269
Le produit de l'espace ditto....	194,1				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					10106 4 8
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,2 dr.		}	16079	12	= 1004
Le produit de l'espace ditto....	23,2				

Au tems de la maturité de la graine, le produit est

Herbe, 28 oz, le produit par acre.....	304920	0 = 19075	8 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	36 dr.	}	137214
Le produit de l'espace ditto....	201,2		
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			10481 10 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr.		}	7146
Le produit de l'espace ditto....	10,2		
Le poids de matière nutritive qui est perdu en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, excédant de moitié de sa valeur.....			550 5 3

La valeur de l'herbe au tems de la maturité de la graine est à celle de l'herbe en floraison, comme 6 est à 14, environ.

Le produit du regain est

Herbe, 15 oz, le produit par acre.....	163350	0 = 10209	6 0
64 dr d'herbe donne de mat. nutr. 1,1 dr.		}	3190
	1,1		
			199 6 4

La valeur de l'herbe du regain par rapport à celle de l'herbe en floraison est comme 5 est à 14, et à celle de l'herbe en maturité de graine, comme 5 est à 6.

Ces détails confirment l'opinion favorable donnée sur ce graminé, en parlant de *festuca hordiformis* et de *F. glabra*. Son produit au printemps n'est pas très grand, mais de la meilleure qualité, et il devient considérable au tems de la floraison. Si on le compare avec les graminés qui se plaisent dans les mêmes sols, tels que *poa pratensis*, *festuca ovina* etc. etc., soit en herbe, soit en foin, ou bien en pâture permanente, il vaut mieux.

25. *Bromus erectus*. Engl. Bot. 471. Hort. G. A.

Brome perennial à tiges droites, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol riche sablonneux est

Herbe 19 oz, le produit par acre.....	206910	0 = 12931	14 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	36 dr.	}	93109
Le produit de l'espace ditto....	136,3		
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			7112 8 8
64 dr d'herbe donn. de mat nutr. 2,3 dr.		}	8890
Le produit de l'espace ditto....	13,0		
			555 10 10

26. *Milium effusum*, Curt, Lond, Engl. Bot. 1106.

Mil étalé, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol léger sablonneux est

Herbe 11 oz 8 dr, le produit par acre.....	196200	0	=	12251	4	0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 31 dr. }	75957	12	=	4747	5	12
Le produit de l'espace ditto... 111,3 2/3 }						
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit. 1,3 dr. }	5359	14	=	334	15	14
Le produit de l'espace ditto... 7,3 2/3 }						

Cette espèce, dans son état naturel semble se rapprocher des bois pour croître; mais l'essai que nous venons de citer confirme l'opinion qu'elle vient également en site ouvert de tous côtés. Elle est remarquable pour la faiblesse du produit, relativement au volume. Elle produit au printemps un feuillage hâtif très considérable; mais ses qualités nutritives sont bien faibles comparativement.

27. *Festuca pratensis*. Engl. Bot. 1592. C. Lond.

Festue des prés, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol tourbeux avec des cendres de houille pour engrais, est

Herbe, 20 oz, le produit par acre.....	217800	0	=	13612	8	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 38 dr. }	103455	8	=	6465	15	0
Le produit de l'espace ditto..... 152 }						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				7146	9	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit. 4,2 dr. }	15314	1	=	957	2	1
Le produit de l'espace ditto... 22,2 }						

Au tems de la maturité de la graine, le produit est

Herbe, 28 oz, le produit par acre.....	304920	0	=	19057	8	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 32 dr. }	121968	0	=	7623	0	0
Le produit de l'espace ditto... 179,0 1/2 }						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				11434	8	8
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit. 1,2 dr. }	7146	9	=	446	10	9
Le produit de l'espace ditto..... 10,2 }						
Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, excédant la moitié de sa valeur.....				510	7	8

La valeur de l'herbe en maturité de graine, est à celle de l'herbe en floraison comme 6 est à 18.

La perte que l'on éprouve en laissant la récolte venir à maturité de graine est très grande. Une perte plus grande de son poids, en séchant à cette époque de croissance, qu'en floraison, s'accorde parfaitement avec le manque de matière nutritive de la récolte en maturité de graine, par rapport à celle en floraison. Les tiges étant succulentes dans la première, forment la plus grande partie de son poids;

tandis que dans la dernière elles sont blanches et sèches; par conséquent les feuilles forment la plus grande partie du poids. On doit observer ici qu'il y a une grande différence entre les tiges ou les feuilles qui ont été séchées après avoir été coupées, lorsqu'elles étaient dans un état succulent, et celles qui sont séchées pour ainsi dire, par la nature, en se développant. Les premiers conservent toutes leurs qualités nutritives, tandis que les autres, si elles sont complètement sèches, n'en ont que fort peu.

28. *Lolium perenne*. Engl. Bot. 315. Flo. Dan. 747.

Ray-Grass perennial, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison le produit d'une riche glaise brunnâtre est

	oz	dr	ou lbs p.	acre.	oz	dr.			
Herbe, 11 oz 8 dr, le produit par acre.....	125235	0	=	7827	3	0			
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	34	dr.	}	53156	13	=	3322	4	11
Le produit de l'espace dito.....	78	$\frac{1}{10}$							
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				4494	14	3			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit. 2,2 dr. }			}	4891	15	=	305	11	15
Le produit de l'espace dito.....	7,0	$\frac{2}{14}$							

Au tems de la maturité de la graine, le produit est

Herbe, 22 oz, le produit par acre.....	230580	0	=	14973	12	0			
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	24	dr	}	71074	0	=	4692	2	0
Le produit de l'espace dito...	105,2	$\frac{2}{12}$							
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				10481	10	0			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit. 2,3 dr. }			}	10294	7	=	643	6	7
Le produit de l'espace dito...	15,0	$\frac{2}{10}$							
Le poids de matière nutritive perdu en prenant la récolte au tems de la floraison, excédant presque de moitié sa valeur.....				337	8	8			

La valeur de l'herbe au tems de la floraison par rapport à celle au tems de la maturité de la graine est comme 10 est à 11.

Le produit du regain est

Herbe, 5 oz, le produit par acre.....	54450	0	=	3403	2	0
64 dr d'herbe donne de mat. nutrit. 1 dr.	850	12	=	58	2	12

La valeur du regain par rapport à celle de l'herbe en floraison est comme 4 est à 10, et à celle de l'herbe en maturité de graine, comme 4 est à 11.

29. *Poa maritima*. Engl. Bot. 1140. *Poa maritime*, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une légère glaise brune est

	oz	dr.	ou lbs	par acre.	oz	dr.
Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	1960	20	0	=	1225	1/4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	32	dr.				
Le produit de l'espace <i>dito</i>	115	0	1/2		784	08 0 = 4900 0 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					7350	4 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 4,2 dr. }						
Le produit de l'espace <i>dito</i>	20,1				1378	2 0 = 861 6 0

Le produit du regain est

Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	1960	20	0	=	1225	1/4 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit. 0 dr.	306	13		=	191	6 30

La valeur du regain par rapport à celle de l'herbe en floraison est comme 4 est à 18.

30. *Cynosurus cristatus*. Engl. Bot. 316. Hort. G. A. 11. t. 96.

Cretelle des prés.

À l'époque de la floraison, le produit d'une glaise brune, avec engrais, est

Herbe, 9 oz le produit par acre.....	980	10	0	=	6125	0 10
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	24	dr.				
Le produit de l'espace <i>dito</i>	43				29403	0 = 1837 11 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant..					4287	15 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 5,1 dr. }						
Le produit de l'espace <i>dito</i>	9,2	1/2			6508	7 = 406 10 7

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	1960	20	0	=	1225	4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	32	dr.				
Le produit de l'espace <i>dito</i>	115	0	1/2		784	08 0 = 4900 0 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					7350	11 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,2 dr. }						
Le produit de l'espace <i>dito</i>	11,1				7657	0 = 478 9 0
Le poids de matière nutritive perdu en prenant la récolte en floraison, excédant d'un sixième sa valeur.....					71	12 9

31. *Avena pratensis*. Engl. Bot. 1204. Fl. Dan. 1085.

Avoine des prés, indigène en Angleterre. Au tems de la floraison, le produit d'une glaise riche sablonneuse, est

Herbe 10 oz, le produit par acre.....	108900	0	=	6806	4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	22	dr.			
Le produit de l'espace <i>dito</i>	44			29947	8 = 1871 11 8
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				4934	8 8
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,1 dr. }					
Le produit de l'espace <i>dito</i>	5,2	1/2		3828	8 = 239 4 8

Au tems de la maturité de la graine, le produit est

	oz.	dr.	ou lbs.	p.	acre	oz	dr.		
Herbe, 14 oz, le produit par acre.....	152460	0	=	9528	12	0			
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	24	dr.	}	45738	0	=	2558	10	0
Le produit de l'espace ditto....	67,0	⁴ / ₁₂							
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	66	0					2	0	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr.	1	dr.	}	2382	3	=	148	14	1
Le produit de l'espace ditto.....	3,2								
Le poids de matière nutritive perdu en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, excédant un tiers de sa valeur..	90	6							

La valeur de la récolte en maturité de graine, par rapport à celle en floraison est comme 4 est à 9.

32. *Bromus multiflorus*. Engl. Bot. 1884. Hort. G. A. 1. t. 11.

Brome à fleurs nombreuses, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 33 oz, le produit par acre..	359370	0	=	22460	10	0			
80 dr. d'herbe pesée sèche.....	44	dr.	}	197658	8	=	12353	5	8
Le produit de l'espace ditto... 290,0	² / ₁₂								
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	10207	4					8		
64 dr d'herbe donne de mat. nutrit.	5	dr.	}	28075	12	=	1754	11	11
Le produit de l'espace ditto.....	41,2								

Cette espèce est annuelle, et l'on n'a découvert encore aucune importante propriété dans sa graine. On a seulement remarqué qu'elle se trouve fréquemment dans les mauvaises terres à fourrages, et quelquefois dans les prés. Il paraît, d'après les détails que nous venons de donner, qu'elle a des qualités nutritives égales à celles des meilleurs graminés perennials, quand on la coupe en floraison; mais si on la laisse jusqu'en maturité de graine, ce qui arrive souvent à cause de sa hâiveté, la récolte est presque sans valeur comparativement, les feuilles et les tiges étant complètement sèches.

33. *Festuca loliacea*. Curt. Lond. Engl. Bot. 1821.

Festuche loliacée, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une riche glaise brunnâtre est

Herbe, 24 oz., le produit par acre.....	261360	0	=	16335	0	0			
80 dr. d'herbe pesée sèche.....	35	dr.	}	114345	0	=	7146	9	0
Le produit de l'espace ditto.....	168								
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	9188	7					0		
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr....	3	dr.	}	12251	4	=	765	11	0
Le produit de l'espace ditto.....	18								

Au tems de la graine en maturité, le produit est

	oz.	dr	ou lbs.	p.	acre.	oz	dr.
Herbe, 16 oz. le produit par acre.....	174240	0	=	10890	0	0	
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 33 dr. }							
Le produit de l'espace ditto..... 105 ³ / ₁₂ }	72874	0	=	4492	2	0	
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				6397	14	0	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,1 dr. }	8848	2	=	553	2	0	
Le produit de l'espace ditto..... 13 }							

Le produit du regain est

Herbe, 5 oz. le produit par acre.....	54450	0	=	3403	2	0
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutrit. 1,1 dr.	1063	7	=	66	7	7
Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'à maturité de la graine, excédant un quart de sa valeur.....				212	11	0

La valeur de l'herbe en floraison par rapport à l'herbe en maturité de graine, est comme 12 est à 13; la valeur du regain par rapport à celle de l'herbe en floraison, est comme 5 est à 12, et par rapport à celle de l'herbe en maturité de graine, comme 5 est à 13.

Cette espèce de festuque ressemble au ray-grass par ses habitudes de site et de croissance; mais elle lui est bien supérieure, soit pour foin, soit pour pâture permanente. Elle semble devenir d'autant plus productive qu'elle avance en âge, ce qui est directement le contraire du *lolium perenne*.

34. *Poa cristata*. Hort. G. A. n. t. 75. — *Aira cristata* Engl. Bot. 648.

Poa à crêtes, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise sablonneuse est

Herbe 16oz. le produit par acre.....	174240	0	=	10890	0	0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 36 dr. }						
Le produit de l'espace ditto..... 115 ³ / ₁₂ }	7848	0	=	4900	8	0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				5989	8	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr. }	5445	0	=	340	5	0
Le produit de l'espace ditto..... 8 }						

Le produit de cette espèce et la matière nutritive qu'elle donne; égalent ceux de *festuca ovina* au tems de la graine en maturité; elles se plaisent toutes deux dans les sols secs. Le volume plus grand d'herbe en proportion du poids, ainsi que la grosseur de son feuillage, rendent le *poa cristata* inférieur au *Festuca ovina*.

35. *Festuca myurus*. Engl. Bot. 1412. Hort. G. A. n. t. 95.

Festouque murale, indigène en Angleterre. Au tems de la floraison, le produit d'un sol léger sablonneux, est

	oz.	ou lbs.	par acre	oz dr
Herbe, 14 oz., le produit par acre.....	152460	0 =	9528	12 0
80 dr. d'herbe pesée sèche..... 24 dr. }	45738	0 =	2858	10 0
Le produit de l'espace dito..... 67 2/10 }				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			6670	2 4
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr. }	8573	4 =	223	5 4
Le produit de l'espace dito..... 5,1 }				

Cette espèce est rigoureusement annuelle; elle est aussi sujette à la rouille; les produits ci-dessus, qui sont ceux de toute une année, la rangent parmi les herbes très inférieures.

36. *Aira flexuosa*. Engl. Bot. 1519. Hort. G. A. n. t. 43
Aira tortueux, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol de bruyère est

Herbe, 12 oz., le produit par acre.....	130680	0 =	8167	8 0
80 dr. d'herbe pesée sèche..... 31 dr. }	50628	0 =	3164	14 0
Le produit de l'espace dito..... 74 2/10 }				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			5002	9 8
64 dr. d'herbe donne de mat. nutr. 1,2 dr. }	3062	13 =	191	6 13
Le produit de l'espace dito..... 4,2 }				

37. *Hordeum bulbosum*. Hort. Kew. 1. p. 179.

Orge bulbeuse, indigène d'Italie et du Levant, introduite en 1770 par M. Richard.

A l'époque de la floraison, le produit d'un glaise argileuse avec engrais est

Herbe, 35 oz., le produit par acre.....	381150	0 =	23821	0 0
80 dr. d'herbe pesée sèche..... 93 dr. }	152224	0 =	9826	8 6
Le produit de l'espace dito..... 231 }				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			13994	7 19
64 dr. d'herbe donne de mat. nutr. 3,2 dr. }	20344	2 =	1302	12 3
Le produit de l'espace dito..... 30,2 2/10 }				

38. *Festuca calamaria*. Engl. Bot. 1005.

Festouque calamaria, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse, est

Herbe, 80 oz., le produit par acre.....	871200	0 =	54450	0 0
80 dr. d'herbe pesée sèche..... 26 dr. }	304920	0 =	19057	8 0
Le produit de l'espace dito..... 448 }				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			35392	6 0
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutr. 4,2 dr. }	61256	4 =	5828	8 4
Le produit de l'espace dito..... 90 }				

Au tems de la graine en maturité, le produit est

oz dr. ou lbs p. acre oz. dr.

Herbe, 75 oz., le produit par acre.....	816750	0 =	51046	44	0
80 dr. d'herbe pesée sèche..... 19 dr. }	193978	2 =	12123	10	0
Le produit de l'espace ditto..... 283					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	38223		4	0	
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutr. 3 dr. }	38285	2 =	2392	13	2
Le produit de l'espace ditto..... 56,1					
Le poids de matière nutritive perdue, en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, étant presque d'un tiers de sa valeur.....			1435	11	2

La valeur de l'herbe en maturité de graine, par rapport à celle de l'herbe en floraison, est comme 12 est à 18.

Ce gramen, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, produit un beau feuillage hâtif au printemps. Le produit est très grand, et la qualité nutritive considérable. Il paraît le plus convenable pour le foin, d'après les détails ci-dessus. Une maladie très singulière attaque et détruit quelquefois la semence de cette herbe; la cause de cette maladie est inconnue; quelques personnes la nomment *clavus*; elle apparaît en donnant à la graine une grosseur et une longueur trois fois plus grandes que celles ordinaires. Le docteur Willdenow en décrit deux espèces distinctes: 1° le simple *clavus* qui est farineux et de couleur sombre, sans aucun goût ni odeur; 2° le *clavus malignus*, qui est bleu-violet ou noirâtre, avec une couleur interne bleuâtre, une odeur fétide, et un goût très piquant. Le pain fait avec ce dernier grain est bleuâtre, et quand on le mange, il cause des crampes et des vertiges.

39. *Bromus littoreus*. Hort. G. A. P. VII. t. 8.

Brome des rivages, indigène en Allemagne; croît sur les rives du Danube et autres cours d'eau.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 61 oz le produit par acre.....	664290	0 =	41518	2	0
80 dr. d'herbe donn. de mat. nutr. 42 dr. }	340448	10 =	21278	0	10
Le produit de l'espace ditto.... 500 ² / ₁₀ }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	20540		1	6	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr. }	15667	4 =	973	1	4
Le produit de l'espace ditto.... 22,3 ¹ / ₂ }					

Au tems de la graine en maturité, le produit est

	oz	dr	ou lbs	p.	acre.	oz.	dr.
Herbe, 56 oz, le produit par acre	609840	0	=	38115	0	0	
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	32 dr.	}	245936	0	=	15246	0 0
Le produit de l'espace ditto.....	358 1/2						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							22869 0 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,2 dr.	}	33950	0	=	2084	6	10
Le produit de l'espace ditto.....							
Le poids de matière nutritive perdu en faisant la récolte en floraison, excédant sa valeur de moitié.....							1111 5 6

La valeur de l'herbe en floraison par rapport à celle de l'herbe en maturité de graine est comme 6 est à 14.

Cette espèce ressemble beaucoup à la précédente dans ses habitudes de sites et de croissance, mais elle lui est inférieure en valeur : ce qui est évident par son moindre produit, et sa moindre qualité nutritive. Toute la plante est aussi plus grossière et d'un plus grand volume relativement à son poids. La graine éprouve la même maladie que celle destructive des plus belles espèces.

40. *Festuca elatior*. Engl. Bot. 1595. Hort. G.A. II. t. 79.

Festouque élevée, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une riche glaise noirâtre est

Herbe, 75 oz, le produit par acre.....	816750	0	=	51046	14	0	
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	28 dr.	}	285862	1	=	17866	6 8
Le produit de l'espace ditto.....	420						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							33180 7 1
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 5 dr.	}	63808	9	=	3988	0	9
Le produit de l'espace ditto.....							

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 75 oz, le produit par acre.....	816750	0	=	51046	4	0	
80 dr d'herbe pesée sèche.....	28 dr.	}	285862	8	=	17866	6 0
Le produit de l'espace ditto.....	420						
La perte de poids du produit d'un acre en séchant.....							33180 7 8
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3 dr.	}	38285	2	=	2392	13	2
Le produit de l'espace ditto.....							
Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, excédant un tiers de sa valeur.							1595 3 7

La valeur de l'herbe en maturité de graine par rapport à celle de l'herbe en floraison est comme 12 est à 20.

Le produit du regain est

Herbe, 23 oz, le produit par acre.....	250470	0	=	15654	6	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 4 dr.	15054	6	=	978	6	6

La valeur du regain par rapport à celle de l'herbe en flo-

raison est comme 16 à 20 ; et à celle de l'herbe en maturité de graine comme 16 est à 12.

Cette espèce de festuque est très voisine de *festuca pratensis* ; elle n'en diffère que parce qu'elle est plus grande en tout. Le produit est presque trois fois celui de *F. pratensis* , et la qualité nutritive est supérieure dans le rapport de 6 à 8.

41. *Nardus stricta*. Engl. Bot. 290. Host. G. A. II. t. 4.

Nard serré, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit est

	oz	dr ou lbs p.	acre.	oz	dr
Herbe, 9 oz, le produit par acre.....	98010	0 =	6125	10	0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 32 dr. }	39204	0 =	2450	4	0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 57,2 27,5 }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			3675	6	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr... 2,1 dr. }	3445	10 =	215	5	10
Le produit de l'espace <i>dito</i> 5,0 17,5 }					

42. *Triticum*. Sp.

Blé.

Au tems de la floraison, le produit d'une riche glaise sablonneuse est

Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	196020	0 =	12251	4	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 32 dr. }	78408	0 =	4900	8	0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 11,5 27,5 }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			7350	12	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr 2,2 dr. }	7657	0 =	478	9	0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 11,1 }					

43. *Festuca fluitans*. Curt. Lond. Engl. Bot. 1520. Poa fluitans.

Festouque flottante, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise forte tenace, est

Herbe, 20 oz, le produit par acre.....	217800	0 =	13612	8	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 24 dr. }	65340	0 =	4083	12	0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 96 }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			9528	12	0
64 dr d'herbe donné de mat. nutr. 1,3 dr. }	5955	0 =	372	3	7
Le produit de l'espace <i>dito</i> 8,3 }					

Ce produit est celui d'une herbe qui occupait le terrain depuis quatre ans et qui pendant ce tems avait cru chaque année ; cela paraît contraire à ce qu'on avait supposé que ce gramin n'était pas susceptible d'être cultivé en pré pérennial.

44. *Holcus lanatus*. Curt. Lond. fl. Dan. 1811.

Holcus laineux, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise forte, argileuse, est

	oz	dr	ou lbs	p.	acre	oz	dr.
Herbe, 28 oz, le produit par acre.....	304920	0	=	19057	8	0	
80 dr d'herbe pesée sèche.....	26 dr.						
Le produit de l'espace ditto.....	157,2	$\frac{2}{3}$		106585	14	=	6661 9 14
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							12395 14 1
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr..	4 dr.						
Le produit de l'espace ditto.....	28			19057	8	=	1191 1 1

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe 28 oz, le produit par acre.....	304920	0	=	19057	8	0	
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	16 dr.						
Le produit de l'espace ditto.....	89,2	$\frac{2}{3}$		60984	0	=	3811 8 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							15246 0 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr.	2,3 dr.						
Le produit de l'espace ditto.....	19,1			13102	0	=	838 14 0

Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'en maturité de graine, excédant sa valeur d'un tiers.. 372 3 1

La valeur de l'herbe en maturité de graine par rapport à celle de l'herbe en floraison, est comme 11 est à 12.

45. *Festuca dumetorum*. Flo. Dan. 700.

Festouque des buissons, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une argile noire et blonneuse, est

Herbe, 16 oz., le produit par acre.....	174240	0	=	10890	0	0	
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	30 dr.						
Le produit de l'espace ditto.....	128			87120	0	=	5445 0 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							5445 0 0
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutr.	1 dr.						
Le produit de l'espace ditto.....	4			2722	8	=	170 2 1

46. *Poa fertilis*. Host. G. A.

Poa fertile, indigène en Allemagne.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est :

Herbe, 16 oz., le produit par acre.....	239580	0	=	14973	12	1	
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	42 dr.						
Le produit de l'espace ditto.....	184	$\frac{4}{5}$		125779	8	=	7861 3 1
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							7111 8 8
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr.	4,2 dr.						
Le produit de l'espace ditto.....	24,3			16845	7	=	1052 13 7

Si l'on compare les qualités nutritives de cette espèce, à celles d'une autre de la même famille, ou qui lui ressemble dans ses habitudes de site, on la trouvera bien supérieure, ce qui la range parmi les graminées les plus précieuses; ensuite vient le *poa angustifolia* qui produit une grande abon-

dance de feuillage printannier de la meilleure qualité, ce qui compense bien sa floraison tardive.

47. *Arundo colorata*. Hort. Kew. 1. p. 174. Engl. Bot. 402.

Phalaris arundinacea.

Roseau coloré, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise noirâtre, sablonneuse, est

	oz	dr	ou lbs	par acre.	oz	dr.			
Herbe, 40 oz, le produit par acre.....	435600	0	=	27225	0	0			
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	36 dr	}		196020	0	— 12251	4	0	
Le produit de l'espace ditto.....	283								
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....						7350	4	0	
64 dr d'herbe donn de mat. nutr. 64 dr. }				2,225	0	=	1701	9	0
Le produit de l'espace ditto.....	40								

La qualité nutritive supérieure de ce gramen le recommande aux cultivateurs d'argiles fortes qui ne peuvent se sécher. Son produit est abondant, et son feuillage n'est pas grossier si on le compare à ceux des plantes qui en donnent une égale quantité.

48. *Trifolium pratense*. W. Bot. III. p. 157.

Trèfle des prés, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'une riche glaise argileuse est

Herbe, 72 oz, le produit par acre.....	784080	0	=	49005	0	0			
80 dr. d'herbe pesée sèche.....	20 dr.	}		196020	0	— 12251	0	0	
Le produit de l'espace ditto.....	283								
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....						3675	4	0	
64 dr d'herbe donne de mat. nutrit. 2,2 dr. }				30628	2	=	1914	4	2
Le produit de l'espace ditto.....	45								

Si le poids perdu par le produit de ce trèfle, en séchant est comparé à celui de plusieurs des gramens naturels, on trouvera sa valeur inférieure pour foin, à celle en vert ou pour pâture; car il est certain que la difficulté d'avoir de bon foin s'accroît en proportion de l'excès d'humidité extérieure de l'herbe. Sa valeur pour vert ou pâture peut être mieux appréciée en comparant ses qualités nutritives à celles des autres plantes les plus estimées sous ce rapport.

Ce *trifolium pratense* donne de matière nutritive 2,2 dr.

49. *Trifolium repens* (trèfle blanc), donne de matière nutritive 2,0 dr.

50. Variété à feuille brune, ditto 2, 2. L'herbe du *T. pratense* excède donc en valeur celle du *T. repens*, dans la proportion de 8 à 10; mais elle est de valeur égale à la variété brune.

51. *Burnet* (*Poterium sanguisorba*) donne de matière nutritive 2,2 dr.

52. *Brunias orientalis*. (plante nouvellement introduite) *dito* — 2,2. Les valeurs proportionnelles de ces deux dernières, quant à la variété brune de *T. repens*, sont égales; mais elles l'excèdent dans le rapport de 8 à 10.

Le produit comparatif de ces quatre dernières espèces, n'a pas été déterminé par acre.

53. *Trifolium macrorhizum*, trèfle à grosses racines, indigène de Hongrie.

Au tems de la maturité de la graine, le produit d'une riche glaise argileuse est

	oz	dr ou lbs	p. acre.	oz	dr.		
Herbe, 144 oz., le produit par acre.....	1568	160	0	=	99016	0	0
80 dr. d'herbe, pesée sèche..... 34 dr. }	666	469	0	=	41654	4	0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 979 1/2 }					56355	12	0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,3 dr. }	67	381	14	=	4221	5	14
Le produit de l'espace <i>dito</i> 99 }							

La racine de cette espèce de trèfle est bisannuelle; elle pénètre en terre à une grande profondeur et par conséquent s'affecte peu de la sécheresse ou de l'humidité extrême. Elle demande un bon abri et un sol profond. Le produit, quand on le compare à celui des espèces qui ont les mêmes habitudes de site et de croissance, est bien supérieur. Les particularités suivantes dont quelques-unes se rapportent aux résultats que je donnerai dans les pages suivantes, rendront ceci évident :

<i>Trifolium pratense</i> ... }	produit par acre, herbe.....	49005	lbs.
Trèfle à larges feuilles. {	<i>Dito</i> , foin.....	12251	
	donne <i>dito</i> de matière nutritive...	1914	
<i>Medicago sativa</i> }	produit par acre, herbe.....	70785	
Luzerne. D'un sol de même nature..... {	<i>Dito</i> , foin.....	28314	
	donne de matière nutritive.....	1659	
<i>Hedysarum onobrychis</i> }	produit par acre, herbe.....	8843	
Sainfoin..... {	<i>Dito</i> , foin.....	3536	
	donne de matière nutritive.....	314	

Le poids de matière nutritive donné par le produit de *T. macrorhizum*, excédant celui de *T. pratense*, presque dans le rapport de 7 à 15. 2297

La valeur de l'herbe de *T. pratense* est à celle de *T. macrorhizum* dans le rapport de 10 à 11.

Le poids de matière nutritive fournie par *T. macrorhizum* excédant celle de *medicago sativa* presque dans le rapport de 13 à 33..... 2552

58. *Poa aquatica*. Curt. Lond. Engl. Bot. 1515.

Poa aquatique, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une forte glaise, tenace, est

	oz	dr ou lbs p.	acre	oz	dr
Herbe, 186 oz le produit par acre.....	202	55	40	=	126596 4 0
80 dr d'herbe pesée sèche.....	48	dr.			
Le produit de l'espace <i>dito</i>	1785,2	² / ₁₁₈		=	75957 12 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					50638 8 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,2 dr					
Le produit de l'espace <i>dito</i>	116,1			=	4945 2 10

59. *Aira aquatica*. Curt. Lond. Engl. Bot. 1557.

Aira aquatique, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit de l'eau est

Herbe, 16 oz., le produit par acre.....	174240	0	=	10890	0 0
80 dr d'herbe pesée sèche.....	24	dr.			
Le produit de l'espace <i>dito</i>	76.3 ¹ / ₁₈			=	3267 0 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					7623 0 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,2 dr.					
Le produit de l'espace <i>dito</i>	9			=	382 13 10

60. *Bromus cristatus*. *Triticum cristatum*. H. G. A. 2. t.

24. *Secale prostratum*. Jacquin, indigène en Allemagne.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 13 oz, le produit par acre.....	141570	0	=	8848	0 0
80 dr d'herbe pesée sèche.....	32	dr.			
Le produit de l'espace <i>dito</i>	83,1			=	3539 4 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					5308 14 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,2 dr.					
Le produit de l'espace <i>dito</i>	8,0 ² / ₁₁₀			=	345 10 0

61. *Elymus sibiricus*. Hort. K. 1. p. 176. Cult. 1758, par M. P. Millar.

Elime de Sibérie. Indigène de Sibérie.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise sablonneuse, avec engrais, est

Herbe 24 oz, le produit par acre.....	261360	0	=	16335	0 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	28	dr			
Le produit de l'espace <i>dito</i>	134,1 ² / ₁₈			=	5717 4 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					10617 12
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutr. 2,1 dr.					
Le produit de l'espace <i>dito</i>				=	511 7

62. *Aira cæspitosa*. Host. G. A. II. t. 42. Bot. 1557.

Aira touffu, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'une forte glaise tenace est

	oz.	ou lbs.	par acre	oz	dr.
Herbe, 15 oz, le produit par acre.....	163360	6	=	10209	6 0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 26 dr. }	53088	12	=	33.8	0 12
Le produit de l'espace <i>dito</i> 13,5 $\frac{1}{2}$ }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				6891	5 4
64 dr. d'herbe donne de mat. nutr. 2 dr. }	5104	11	=	319	0 1
Le produit de l'espace <i>dito</i> 7,2 }					

65. *Hordeum murinum*. Curt. Lond. Engl. Bot. 1971.

Orge des murailles, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	196020	0	=	12251	4 0
80 dr. d'herbe pesée sèche..... 28 dr. }	68607	0	=	4287	15 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 100,3 $\frac{1}{2}$ }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				7963	5 0
64 dr d'herbe donne de mat. nutr. 3 dr. }	2679	15	=	167	7 15
Le produit de l'espace <i>dito</i> 3,3 $\frac{3}{4}$ }					

64. *Avena flavescens*. Curt. Lond. Engl. Bot. 952.

Avoine jaunâtre, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 12 oz., le produit par acre.....	130680	0	=	8167	8 0
80 dr. d'herbe pesée sèche..... 28 dr. }	45738	0	=	2858	10 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 67,1 }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				5308	14 0
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutr. 3,3 dr. }	7657	0	=	478	9 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 11,1 }					

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	196020	0	=	12251	4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 32 dr. }	78408	0	=	4900	8 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 115,0 $\frac{1}{2}$ }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				7350	17 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,1 dr. }	6891	5	=	430	11 5
Le produit de l'espace <i>dito</i> 10,0 $\frac{2}{3}$ }					
Le poids de matière nutritive perdu en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, excédant un dixième de sa valeur. 47 13 11					

La valeur de l'herbe en maturité de graine par rapport à celle de l'herbe en floraison est comme 9 est à 15.

La valeur proportionnelle de l'herbe est dans le rapport de 11 à 6.

Le poids de matière nutritive fournie par le produit de *T. macrorhizum*, excédant celle de *hedysarum onohrychis*, dans le rapport de 5 à 67. 3897

La valeur proportionnelle de l'herbe ainsi que celle de *T. pratense* est comme 11 est à 10.

Le produit de chacune des espèces ci-dessus provient d'un même sol, en même site; les conclusions peuvent donc être considérées comme positives par rapport à ces sols seulement. Il est évident que le produit d'un acre de *T. macrorhizum*, donne plus de deux fois autant de matière nutritive que celui d'un acre de *trifolium pratense*. Sa courte durée, dans le sol (car semé de bonne heure en automne dans un sol riche léger, il n'est qu'annuel), le rend propre seulement à donner du vert ou du foin; ce qui diminue en quelque sorte sa valeur comparativement à celle de *T. pratense*. Il jouit de la propriété essentielle de donner en abondance de bonne graine; et si la terre est nette, il se sème de lui-même, végète et croît rapidement sans avoir besoin d'être recouvert ni de recevoir aucune culture. Pendant quatre ans, il s'est propagé lui-même de cette manière sur le terrain qu'il occupe maintenant, et dont le produit a servi à établir les détails qui précèdent sur sa valeur relative. Le produit de la luzerne en herbe vient après cette espèce en quantité, mais il est bien inférieur en matière nutritive, dans le rapport de 13 à 35. La longue durée de la luzerne, dans le sol, est donc le seul avantage qu'elle ait sur les deux espèces ci-dessus mentionnées; et lorsque c'est celui que veut le cultivateur, il lui donnera nécessairement la préférence.

La valeur de l'herbe du sainfoin est égale à celle de *T. pratense*; elle est moindre que celle de *T. macrorhizum* dans le rapport de 10 à 11. La quantité d'herbe est très petite, et dans les sols de la nature ci-dessus décrite, elle est inférieure sans aucun doute. D'ailleurs, à raison de la valeur supérieure de l'herbe, en site montagneux sec, ou dans un sol crayeux, il est possible qu'elle soit préférable dans certaines localités.

54. *Medicago sativa*. Wither. B. III. p. 643.

Luzerne, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'une riche glaise argileuse, est

Herbe, 104 oz, le produit par acre..... 1132560 $\frac{oz. dr. ou lbs. p. acre oz. dr.}{o} = 70785 \frac{o}{o}$

	oz	dr ou lbs p. acre.	oz	dr.
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	32 dr.	} 453024 0 = 28314 0 0		
Le produit de l'espace <i>dito</i> ..	665,2 ² / ₁₂			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			42471	0 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr.		} 26544 6 = 7659 0 0		
Le produit de l'espace <i>dito</i>	39			

55. *Hedysurum onobrychis*. Wither. iii. p. 628.

Sainfoin, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'une riche glaise argileuse est

Herbe, 13 oz, le produit par acre.....	141570	0 =	8648	2 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	32 dr.	} 56628 0 = 3539 4 0		
Le produit de l'espace <i>dito</i>	83 ¹ / ₂			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			5308	14 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,2 dr.		} 5530 1 = 345 10 0		
Le produit de l'espace <i>dito</i>	8,0 ¹ / ₂			

56. *Hordeum pratense*. Engl. Bot. Host. G. A. 1. t. 55.

Orge des prés, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise brune avec engrais, est

Herbe, 12 oz le produit par acre.....	130680	0 =	8167	8 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	32 dr.	} 52272 0 = 3267 0 0		
Le produit de l'espace <i>dito</i>	67,1			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			4900	8 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,3 dr.		} 7657 0 = 478 9 0		
Le produit de l'espace <i>dito</i>	11,1			

57. *Poa compressa*. Engl. Bot. 565.

Poa comprimé, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol graveleux avec engrais, est

Herbe, 5 oz, le produit par acre.....	54450	0 =	3403	2 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	34 dr.	} 23141 4 = 1446 5 4		
Le produit de l'espace <i>dito</i>	34			
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....			1956	12 12
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 5 dr.		} 4253 14 = 265 13 14		
Le produit de l'espace <i>dito</i>	6,1			

Les caractères spécifiques de cette espèce sont tout-à-fait les mêmes que ceux du *Poa fertilis*, et n'en diffèrent que par la compression des tiges et la racine traçante seulement. Si le produit était plus considérable, ce serait l'une des herbes les plus précieuses; car elle donne un feuillage hatif au printems, et a des qualités fort nutritives.

Le produit du regain est

	oz.	dr	ou lbs.	p.	acre.	oz	dr.
Herbe, 6 oz, le produit par acre.....	65340	0	=	4083	12	0	
64 dr donn. de mat. nutrit.....	1,1	dr.		1276	2	=	79 12 2

La valeur du regain est à celle de l'herbe en floraison, dans le rapport de 5 à 15, et à celle de l'herbe en maturité de graine, dans le rapport de 5 à 9.

Cette espèce est assez généralement cultivée en Angleterre; elle paraît assez précieuse, d'après les détails précédens, quoiqu'inférieure à plusieurs autres.

65. *Bromus sterilis*. Engl. Bot. 1050. Host. G. A. 1. t. 16.

Brome stérile, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol sableux est

Herbe, 44 oz, le produit par acre.....	479160	0	=	29947	8	0			
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	45	dr.	}	269527	8	=	16845	7	8
Le produit de l'espace ditto.....	396								
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							13102	0	8
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr... 5 dr.			}	37434	6	=	2339	10	0
Le produit de l'espace ditto.....	55								

64 dr. de fleurs donnent de matière nutritive 2. 2 dr.; la qualité nutritive des feuilles et des tiges, est donc près de deux fois aussi grande que celle des fleurs. Cette espèce étant rigoureusement annuelle, n'a que peu de valeur relative. Les détails ci-dessus font voir qu'elle a une grande qualité nutritive, quoique son nom indique le contraire, lorsqu'on la coupe en floraison; mais si on la laisse jusqu'à maturité de graine, elle est comme toutes les autres espèces annuelles, de peu de valeur relative.

66. *Holcus mollis*. Curt. Lond. Wither. B. 11. p. 154.

Holcus velouté, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol sableux est

Herbe, 50 oz, le produit par acre.....	544500	0	=	34031	4	0			
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	32	dr.	}	217800	0	=	13612	8	0
Le produit de l'espace ditto... 198,1									
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							20418	12	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 4,2 dr.			}	38285	2	=	2392	13	2
Le produit de l'espace ditto.....	56,1								

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 31 oz, le produit par acre.....	331590	0	=	21099	6	0
--	--------	---	---	-------	---	---

	oz	dr.	ou lbs p.	acre	oz.	dr.
80 dr d'herbe pesée sèche.....	32	dr.				
Le produit de l'espace <i>dito</i>	198,1 ² / ₅		135036	0	=	8439 12 0
La perte de poids du produit d'un <i>acre</i> en séchant.....						12659 10 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,2 dr.						
Le produit de l'espace <i>dito</i>	27,0 ² / ₅		18461	15	=	11522 13 15
Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, étant presque de moitié sa valeur.						1238 15 3

64 dr. de racines donnent de matière nutritive 5,2 dr.

La valeur de l'herbe en maturité de graine est à celle de l'herbe en floraison dans le rapport de 14 à 18.

Ces détails prouvent que cette herbe doit être rangée parmi les meilleures. Le peu de perte de poids qu'elle subit en séchant est naturelle, d'après la substance de cette herbe; et la perte de poids est égale à chaque période. L'herbe donne la plus grande quantité de matière nutritive quand elle est en fleur, ce qui la range parmi les meilleures de celles destinées à faire du foin.

67. *Poa fertilis*. Var. B. Host. G. A.

L'espèce poa fertile. Variété 1, indigène en Allemagne.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise brune sablonneuse est

Herbe 23 oz, le produit par <i>acre</i>	250470	0	=	15654	6	0
80 dr d'herbe pesée sèche.....	34	dr.				
Le produit de l'espace <i>dito</i>	156 ² / ₅		106448	0	=	6653 8 0
Le poids perdu par le produit d'un <i>acre</i> en séchant.....						9000 14 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3 dr.						
Le produit de l'espace <i>dito</i>	17,1		11740	12	=	733 12 12

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 22 oz, le produit par <i>acre</i>	239580	0	=	14975	12	0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	44	dr.				
Le produit de l'espace <i>dito</i>	193,2		131769	0	=	8235 9 0
Le poids perdu par le produit d'un <i>acre</i> en séchant.....						6738 3 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 5 dr.						
Le produit de l'espace <i>dito</i>	27,2		18717	3	=	1169 13 3
Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'à maturité de la graine, excédant un tiers de sa valeur.....						436 1 3

La valeur de l'herbe en floraison est à celle de l'herbe en maturité de graine, dans le rapport de 12 à 20.

Le produit du regain est

Herbe, 7 oz, le produit par <i>acre</i>	76230	0	=	4764	6	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr.			1786	10	=	111 10 10

La valeur du regain est à celle de l'herbe en floraison dans le rapport de 6 à 12, et à celle de l'herbe en maturité de graine, dans le rapport de 6 à 20.

68. *Cynosurus erucaformis*. Beckmannia erucaformis.
Host. G. A. III. t. 6.

Cynosure en pique, indigène d'Allemagne.

Au tems de la graine en maturité, le produit est

	oz	dr ou lbs	par acre.	oz	dr.
Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	1960	20 0	=	1225	1 4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 36 dr. }	88209	0	=	5513	1 0
Le produit de l'espace dito.... 129,2 ² 1 ₃ }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				6738	3 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,1 dr. }	9954	2	=	622	2 2
Le produit de l'espace dito..... 14,2 3/4 }					

69. *Phleum nodosum*. With. B. II. p. 118.

Fléau nouveau, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	1960	20 0	=	1225	1 4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 38 dr. }	93109	8	=	5819	5 8
Le produit de l'espace dito.... 136 3/4 }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				6431	14 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,2 dr. }	7657	0	=	478	9 0
Le produit de l'espace dito..... 11,1 }					

Cette herbe est inférieure à plusieurs égards au *phleum pratense*. On la trouve rarement dans les prés. Par le nombre des bulbes qui croissent hors des tiges, on pourrait s'attendre à une plus grande quantité de matière nutritive. Cela prouve que ces bulbes ne forment pas une partie de la plante d'autant de valeur que les tiges qui sont si apparentes dans le *phleum pratense*, et dont la qualité nutritive excède celle du *phleum nodosum*, dans le rapport de 8 à 28.

70. *Phleum pratense*. Wither. II. p. 117.

Fléau des prés, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 60 oz, le produit par acre.....	653400	0 0	=	40837	8 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 34 dr. }	277695	0	=	17355	15 0
Le produit de l'espace dito.... 408 }					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				23481	9 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,2 dr. }	25523	7	=	1596	3 0
Le produit de l'espace dito..... 37,2 }					

oz dr ou lbs p. acre oz dr.

Le poids de matière nutritive perdue en laissant la récolte jusqu'à maturité de graine, excédant la moitié de sa valeur 2073 11 0

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 60 oz, le produit par acre	653400	0 =	40837	8 0
80 dr d'herbe, pesée sèche 38 dr.	310365	0 =	19397	13 0
Le produit de l'espace dito 456				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant	21439	11 0		
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 5,3 dr.	58703	14 =	3668	15 14
Le produit de l'espace dito 86,1				

Le produit du regain est

Herbe, 14 oz, le produit par acre	152460	0 =	9528	12 0
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutrit. 2 dr.	4764	6 =	297	12 6

64 dr. de tiges donnent de matière nutritive 7 dr. La qualité nutritive des tiges simplement, excède donc celle des feuilles dans le rapport de 28 à 8; celle de l'herbe en floraison est à celle de l'herbe en maturité de graine, dans le rapport de 10 à 23; le regain est à l'herbe en floraison dans le rapport de 8 à 10.

Le mérite de cette herbe, d'après ces détails, est vraiment grand; il y faut ajouter l'abondance de beau feuillage hâtif qu'il donne au printemps. A cet égard il n'est inférieur qu'au *poa fertilis* et au *poa angustifolia* seulement. La valeur des tiges, au tems de la graine en maturité, excède celle de l'herbe en floraison dans le rapport de 28 à 10; circonstance qui accroît sa valeur au-dessus de bien d'autres; car, à raison de cette propriété, son précieux feuillage hâtif peut être coupé à une période avancée de la saison, sans dommage pour la récolte de foin; ce qui dans d'autres herbes qui poussent de bonne heure leurs tiges florales, est une cause de perte de moitié, ainsi que le prouvent les exemples précédens; Cette propriété des tiges rend cette espèce particulièrement convenable au foin.

71. *Phleum pratense*. Var. minor. Wither. B. II. p. 118. Var. 1.

Fléau des prés, petite variété, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 40 oz, le produit par acre	435600	0 =	27225	0 0
80 dr d'herbe, pesée sèche 34 dr.	185130	0 =	11570	6 0
Le produit de l'espace dito 272				
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant	15654	6 0		
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,8 dr.	1617	3 =	1169	13 3
Le produit de l'espace dito 272				

Le produit du regain est

	oz	dr	ou lbs p.	acre.	oz.	dr.
Herbe, 14 oz, le produit par acre.....	152460	0	=	9506	12	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutrit. 1,2 dr.	3573	4	=	223	5	4

72. *Elymus arenarius*. Engl. Bot. 1672.

Elyme des sables, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 64 oz, le produit par acre.....	696960	0	=	43560	0	0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 45 dr. }	392040	0	=	24502	8	0
Le produit de l'espace ditto..... 576 }						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	19957			8	0	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 5 dr. }	54450	5	=	3403	2	0
Le produit de l'espace ditto..... 80 }						

73. *Elymus geniculatus*. Engl. Bot. 1586.

Elyme coudée, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol sableux est

Herbe 30 oz le produit par acre.....	326700	0	=	20418	12	0
80 dr d'herbe pesée sèche..... 32 dr. }	130680	0	=	8167	8	0
Le produit de l'espace ditto..... 192 }						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	12251			4	0	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,1 dr. }	16590	3	=	1036	14	3
Le produit de l'espace ditto..... 24,1 17 1/2 }						

74. *Bromus inermis*. Host. G. A. 1. t. 9.

Brome sans arêtes, indigène en Allemagne, introduit par M. Humann en 1794.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'un sol noirâtre sableux est

Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	196020	0	=	12251	4	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 35 dr. }	85758	12	=	5359	14	12
Le produit de l'espace ditto..... 126 }						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	689			5	4	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 4,1 dr. }	13016	15	=	813	8	15
Le produit de l'espace ditto... 19,0 1/2 }						

Le produit du regain est

Herbe, 13 oz le produit par acre.....	141570	0	=	8848	2	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,1 dr	2765	0	=	172	13	0

75. *Agrostis vulgaris*. Wither. Bot. II. 132. Hud. A. capilaris; docteur Smith, A. Arenaria.

Agrostis commun, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'un sol sa-
bleux est

	oz	dr	ou lbs	p. acre.	oz	dr.
Herbe, 14 oz, le produit par acre.....	1524	60	0	=	9528	12 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	40	dr				
Le produit de l'espace dit.....	112				7623	0 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					4764	6 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr	1,2	1/16				
Le produit de l'espace dit.....	5,1	1/16			4019	15 25 1 3 15

C'est une des herbes les plus communes et les plus ha-
tives; à cet égard, elle est supérieure à toutes celles de la
même famille; mais elle est inférieure à plusieurs, tant
pour la quantité de produit que pour celle de la matière
nutritive qu'elle donne. Comme ces espèces sont en géné-
ral rejetées par le cultivateur à raison de leur tardive flori-
son, et que cette circonstance n'implique pas toujours un
feuillage tardif, elles méritent sous ce rapport d'être mieux
appréciées pour la hâtivité de leur feuillage.

Temps divers de floraison.

Qualités nutritives.

<i>Agrostis vulgaris</i> , milieu d'avril.....	1,2	1/4
— <i>palustris</i> , une semaine plus tard.....	2,3	
— <i>stolonifera</i> , deux, dit.....	3,2	
— <i>canina</i> , dit, dit.....	1,3	
— <i>stricta</i> , dit, dit.....	1,2	
— <i>nivea</i> , trois semaines, dit.....	2	
— <i>littoralis</i> , dit, dit.....	3	
— <i>repens</i> , dit, dit.....	3	
— <i>mexicana</i> , dit, dit.....	2	
— <i>fascicularis</i> , dit, dit.....	2	

76. *Agrostis palustris*. Wither. Bot. II, p. 129. Var. 2.
alba. Engl. Bot. 1189. A. alba.

Agrostis des marais.

Au tems de la floraison, le produit d'une terre maréca-
geuse est

Herbe 15 oz, le produit par acre.....	1633	50	6	=	10209	6 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	36	dr				
Le produit de l'espace dit.....	108				7350	7 8 4594 3 8
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					5615	2 8
64 dr d'herbe donn. de mat nutr	2,3	dr				
Le produit de l'espace dit.....	10	1/4			7018	15 438 10 15

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 20 oz, le produit par acre.....	2178	00	0	=	13612	8 0
80 dr d'herbe pesée sèche.....	32	dr				
Le produit de l'espace dit.....	128				8712	0 0 5445 0 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					8167	8 0

	oz	dr	ou lbs p.	acre.	oz	dr.
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2,3 dr. }					9358	9 = 584 14 9
Le produit de l'espace <i>dito</i> 13,3 }						
Le poids de matière nutritive perdue en prenant la récolte en floraison, excédant un quart de sa valeur					146	3 10

La valeur relative d'herbe de chaque récolte est égale.

77. *Panicum dactylon*. Engl. Bot. 850. Host. G. A. 11. t. 18.

Chiendent, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise sablonneuse, avec engrais, est

Herbe, 46 oz, le produit par <i>acre</i>	500940	0 =	31308	12 0
80 dr d'herbe, pesée sèche 36 dr. }				
Le produit de l'espace <i>dito</i> 331,047 ₂ }	225423	0 =	14088	15 0
Le poids perdu par le produit d'un <i>acre</i> en séchant			17219	13 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr. }				
Le produit de l'espace <i>dito</i> 23 }	15654	6 =	9783	6 0

78. *Agrostis stolonifera*. Engl. Bot. 1552. Wither. Bot. 11. 181. (Fiorin, docteur Richardson).

Agrostis traçant, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol marécageux est

Herbe, 26 oz, le produit par <i>acre</i>	283140	0 =	17696	4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche 35 dr. }				
Le produit de l'espace <i>dito</i> 182 }	123873	12 =	7742	1 12
Le poids perdu par le produit d'un <i>acre</i> en séchant			9732	15 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,2 dr. }				
Le produit de l'espace <i>dito</i> 22,3 }	15484	3 =	967	12 0

Au tems de la graine en maturité, le produit est

Herbe, 28 oz, le produit par <i>acre</i>	304920	0 =	19057	8 0
80 dr d'herbe pesée sèche 36 dr. }				
Le produit de l'espace <i>dito</i> 201,2 ² / ₃ }	137214	0 =	8575	14 0
Le poids perdu par le produit d'un <i>acre</i> en séchant			10481	10 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3,2 dr. }				
Le produit de l'espace <i>dito</i> 24,2 }	16675	0 =	1042	3 5
Le poids de matière nutritive perdue en prenant la récolte au tems de la floraison, étant près d'un quatorzième de sa valeur				74 7 2

79. *Agrostis stolonifera*. Var. *angustifolia*.

Agrostis traçant, variété à feuille étroite, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'un sol marécageux est

	oz	dr ou lbs p.	acre	oz.	dr.
Herbe, 26 oz le produit par acre.....	26	360	0 =	16335	0 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	36	dr. }			
Le produit de l'espace ditto.....	172,3	¹ / ₂ }	1176	12	0 = 7350 12 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				8984	4 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr... 3 dr }			1275	4	= 765 11 4
Le produit de l'espace ditto.....	18	}			
Le poids de matière nutritive donnée par le produit d'un acre de l' <i>agrostis stolonifera</i> , excédant celle de cette variété dans le rapport de 6 à 8.....				276	8 1

Ces détails aideront le fermier à se décider sur le mérite relatif de cette herbe. Il semble que d'après un examen attentif elle est bien digne d'être appréciée, quoique sa valeur ne soit pas celle qu'elle eût pu avoir, si l'on avait tenu compte de ses habitudes de site et de croissance. D'après les habitudes rampantes de la plante, les gens de campagne la nomment herbe rampante, et à raison de sa longue vitalité, immortelle, tranquille, etc., etc.

80. *Agrostis canina*. Engl. Bot. 1856.

Agrostis des chiens, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise brune sablonneuse est

Herbe, 9 oz, le produit par acre.....	95010	0 =	6125	10	0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	34	dr. }			
Le produit de l'espace ditto.....	63	¹ / ₂ }	430	13	0 = 2688 5 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				3437	5 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr. }			3828	8	= 239 4 8
Le produit de l'espace ditto.....	52,1	¹ / ₂ }			

81. *Agrostis canina*. Var. *muticæ*, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'un sol sableux est

Herbe, 21 oz, le produit par acre.....	228690	0 =	14293	2	0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	24	dr. }			
Le produit de l'espace ditto.....	100,3	¹ / ₂ }	68607	0 =	4287 15 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				10005	3 0
64 dr d'herbe donnée de mat. nutr. 1,3 dr. }			6253	3	= 390 13 3
Le produit de l'espace ditto.....	9,0	¹ / ₂ }			
Le poids de matière nutritive dont le produit d'un acre de cette variété excède celle de l'espèce précédente.....				151	8 11

82. *Agrostis stricta*. Curt. A. rubra.

Agrostis serré, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'un sol marécageux est

	oz	dr.	ou lbs.	p.	acre	oz.	dr.
Herbe, 11 oz, le produit par acre.....	11	0	=	7486	14	0	
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 29 dr. }	29			434	14	=	2713 15 0
Le produit de l'espace dit..... 63 ¹ / ₁₅ }	63	¹ / ₁₅					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				4772	15	0	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr }	1,2			2807	9	=	175 7 5
Le produit de l'espace dit..... 410 ² / ₁₁₀ }	410	² / ₁₁₀					

83. *Agrostis nivea*.

Agrostis blanc, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'un sol sableux est

Herbe, 7 oz, le produit par acre.....	7	0	=	4764	6	0	
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 22 dr. }	22			20963	4	=	1310 3 0
Le produit de l'espace dit..... 30,3 ¹ / ₁₅ }	30,3	¹ / ₁₅					
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				3454	3	0	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr }	2			2382	3	=	148 14 8
Le produit de l'espace dit..... 34 ¹ / ₁₅ }	34	¹ / ₁₅					

84. *Agrostis fascicularis*. Huds. Var. *Canina*. Curt.

Agrostis fasciculaire, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol sableux léger est

Herbe, 4 oz, le produit par acre.....	4	0	=	2722	8	0	
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 20 dr. }	20			10890	0	=	680 10 0
Le produit de l'espace dit..... 16 }	16						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				2041	14	0	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr }	2			1361	4	=	85 1 4
Le produit de l'espace dit..... 2 }	2						

85. *Festuca pinnata*. *Bromus pinnatus*. Engl. Bot. 730.

Festue pennée, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'un sol sableux léger, avec engrais, est

Herbe, 30 oz, le produit par acre.....	30	0	=	20418	12	0	
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 32 dr. }	32			130680	0	=	8167 8 0
Le produit de l'espace dit..... 192 }	192						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant....				12251	4	0	
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,1 dr. }	1,1			6980	13	=	398 12 13
Le produit de l'espace dit..... 9,1 ² / ₁₄ }	9,1	² / ₁₄					

86. *Panicum viride*, Curt. Lond. Engl. Bot. 875.

Panis vert, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'un sol léger sableux est

Herbe, 8 oz, le produit par acre.....	87120	0	—	5445	0	0			
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	32	dr.	}	54848	0	—	2178	0	0
Le produit de l'espace dit.....	5,1	1/5							
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							3267	0	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr.			}	2041	14	—	127	9	1/2
Le produit de l'espace dit.....	3								

87. *Panicum sanguinale*. Curt. Lond. Engl. Bot. 849.
Panis sanguin, indigène en Angleterre.

Au tems de la graine en maturité, le produit d'un sol sableux est

Herbe, 10 oz, le produit par acre.....	108900	0	—	6806	4	0			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,0	2	1/15	dr.	1914	4	—	119	10	4

Cette espèce est rigoureusement annuelle ainsi que la précédente, et d'après cet essai, leur qualité nutritive paraît vraiment peu considérable. C'est la graine de cette espèce que décrit M. Schreber (*in beschreibung der grazer*), comme l'herbe mauve. En Pologne, en Lithuanie, etc., on la récolte en abondance, quand elle tombe séparée de ses coses, et qu'elle est bonne à employer. Bouillie avec du lait ou du vin, elle donne une nourriture fort agréable. Elle est fort en usage, à la manière du sagou auquel on la préfère.

88. *Agrostis lobata*. Curtis, lobata et arenaria.
Agrostis lobé.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol sableux est

Herbe, 10 oz, le produit par acre.....	108900	0	—	6806	4	0			
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	40	dr.	}	54450	0	—	3403	2	0
Le produit de l'espace dit.....	80								
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							3403	2	0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3 dr.			}	5104	11	—	319	0	11
Le produit de l'espace dit.....	7,2								

89. *Agrostis repens*. Wither. Bot. A. Nigra.
Agrostis rampant, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est,

Herbe, 9 oz, le produit par acre.....	98010	0	—	6125	10	0			
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	35	dr.	}	42879	6	—	2679	15	6
Le produit de l'espace dit.....	63								
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....							3445	10	10
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 3 dr.			}	4594	3	—	287	2	3
Le produit de l'espace dit.....	6,3								

90 *Agrostis mexicana*. Hort. Kew. 1. p. 150.

Agrostis mexicain, indigène du S. Amérique, introduit en 1780, par M. G. Alexandre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol noir sableux est

	oz.	dr	ou lbs	par acre.	oz.	dr.
Herbe, 28 oz, le produit par acre.....	304	920	0	—	190	57 8 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 28 dr. }	106	722	0	—	66	70 2 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 156,3 ¹ / ₁₅ }					12	387 6 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					59	5 8 12
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr. }	95	229	12	—		
Le produit de l'espace <i>dito</i> 14 }						

91. *Stipa pennata*. Engl. Bot. 1356.

Stipe penné, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol de bruyères est

Herbe, 14 oz, le produit par acre.....	150	460	0	—	95	28 12 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 29 dr. }	55	266	12	—	34	54 2 12
Le produit de l'espace <i>dito</i> 81 ¹ / ₁₅ }					60	74 9 4
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					65	51 0 — 409 7 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,3 dr. }	9,2					
Le produit de l'espace <i>dito</i> 9,2 ¹ / ₁₅ }						

92. *Triticum repens*. Engl. Bot. 909.

Froment rampant, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise légère argileuse est

Herbe, 18 oz, le produit par acre.....	196	020	0	—	12	25 4 0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 32 dr. }	78	408	0	—	49	00 8 0
Le produit de l'espace <i>dito</i> 11,5 ¹ / ₁₅ }					7	350 12 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....					61	25 10 — 382 13 10
64 dr d'herbe, donn. de mat. nutr. 2 dr. }	9					
Le produit de l'espace, <i>dito</i> 9 }						

64 dr. de racines donnent de matière nutritive 5,3 dr.
La valeur relative des racines est donc à celle de l'herbe comme 25 est à 8.

93. *Alopecurus agrestis*. Engl. Bot. 848. A myosuroïdes.

Alopécure des champs, Indigène en Angleterre. Curt. Lond.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise légère sablonneuse est

	oz.	dr.	ou lbs	par acre.	oz.	dr.
Herbe, 12 oz, le produit par acre.....	130680	0	—	8167	8	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 31 dr. }	50638	0	—	3164	14	8
Le produit de l'espace dit..... 74,1 ⁵ / ₁₆ }						
64 dr. d'herbe donn. de mat. nutr. 1,3 dr. }	3573	4	—	223	5	4
Le produit de l'espace dit..... 5,1 }						

94. *Bromus asper*. Engl. Bot. 1172. Curt. Lond. *Bromus hirsutus*. Huds. *Bromus ramosus*. B. *Sylvaticus*, Vulger. *B. altissimus*.

Brome rude, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sable léger sablonneux est

Herbe, 20 oz, le produit par acre.....	217800	0	—	13612	8	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 24 dr. }	65340	0	—	4083	12	0
Le produit de l'espace dit..... 96 }						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	9528	12	0			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 2 dr. }	6806	4	—	425	6	4
Le produit de l'espace dit..... 10 }						

95. *Phalaris canariensis*. Engl. Bot. 1310.

Alpiste des Canaries, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

Herbe, 80 oz, le produit par acre.....	871200	0	—	54460	0	0
80 dr d'herbe, pesée sèche..... 26 dr. }	283177	8	—	17697	9	8
Le produit de l'espace dit..... 416 }						
Le produit en poids perdu en séchant.....	36752	6	6			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr. }	20418	12	—	1876	2	12
Le produit de l'espace dit..... 30 }						

96. *Melica cœrulea*. Curt. Lond. Engl. Bot. 750.

Melica bleu, indigène en Angleterre.

Au tems de la floraison, le produit d'un sol léger sablonneux est

Herbe, 11 oz, le produit par acre.....	119790	0	—	7486	14	0
85 dr d'herbe, pesée sèche..... 30 dr. }	44921	4	—	2807	9	4
Le produit de l'espace dit..... 66 }						
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....	4679	4	2			
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,2 dr. }	2756	8	—	172	4	8
Le produit de l'espace dit..... 2,0 1/4 }						

97. *Dactylis cynosuroides*. Linn. Fil. Furci. 1. p. 17.

Faux cynosurus, Indigène d'Amérique.

Au tems de la floraison, le produit d'une glaise argileuse est

	oz.	dr.	ou lbs par acre.	oz.	dr.
Herbe, 102 oz, le produit par acre.....	1117	80 0	—	69423	1 0
80 dr d'herbe, pesée sèche.....	48	dr.	}	666468	0 —
Le produit de l'espace ditto.....	979	1/4		41554	4 0
Le poids perdu par le produit d'un acre en séchant.....				27769	8 0
64 dr d'herbe donn. de mat. nutr. 1,3 dr. }			}	30372	0 —
Le produit de l'espace ditto.....	44,2	1/4		1898	4 0

ÉPOQUES AUXQUELLES DIVERSES GRAMINÉES PRODUISENT DES FLEURS ET DES GRAINES.

Il serait impossible d'assigner positivement la période exacte ou la saison dans laquelle chaque graminée entre toujours en floraison et donne sa graine; car cela dépend d'une foule de circonstances variables. Chaque espèce cependant paraît jouir d'une vie particulière, dans laquelle diverses périodes sont distinctes, suivant l'âge, la saison, le sol, l'exposition et le mode de culture.

La table suivante qui donne le tems de la floraison et celui de la maturité de la graine des graminées croissant à Woburn et qu'on a cité dans les expériences, ne doit donc être considéré que comme un terme de comparaison pour des graminées croissant dans les mêmes circonstances.

NOMS.	TEMPS	
	de la floraison.	de la graine en maturité.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	29 avril.	21 juin.
<i>Holcus odoratus</i>	29 —	25 —
<i>Cynosurus cæruleus</i>	30 —	20 —
<i>Alopecurus pratensis</i>	20 mai.	24 —
<i>Alopecurus alpinus</i>	20 —	24 —
<i>Poa alpina</i>	30 —	30 —
<i>Poa pratensis</i>	30 —	14 juillet.
<i>Poa cærulea</i>	30 —	14 —
<i>Avena pubescens</i>	13 juin.	8 —
<i>Festuca hordiformis</i>	13 —	10 —
<i>Poa trivialis</i>	13 —	10 —
<i>Festuca glauca</i>	13 —	10 —
<i>Festuca glabra</i>	16 —	10 —
<i>Festuca rubra</i>	20 —	10 —
<i>Festuca ovina</i>	24 —	10 —

NOMS.	TEMPS	
	de la floraison.	de la graine en maturité.
Briza media.....	24 juin.	10 juillet.
Dactylis glomerata.....	24 —	14 —
Bromus tectorum.....	24 —	16 —
Festuca cambrica.....	28 —	16 —
Bromus diandrus.....	28 —	16 —
Poa angustifolia.....	28 —	16 —
Avena elatior.....	28 —	16 —
Poa elatior.....	28 —	16 —
Festuca duriuscula.....	1 juillet.	20 —
Milium effusum.....	1 —	20 —
Festuca pratensis.....	1 —	20 —
Lolium perenne.....	1 —	20 —
Cynosurus cristatus.....	6 —	28 —
Avena pratensis.....	6 —	20 —
Bromus multiflorus.....	6 —	28 —
Festuca loliacea.....	1 —	28 —
Poa cristata.....	4 —	28 —
Festuca myurus.....	6 —	28 —
Aira flexuosa.....	6 —	28 —
Hordeum bulbosum.....	10 —	28 —
Festuca calamaria.....	10 —	28 —
Bromus littoreus.....	12 —	6 août.
Festuca elatior.....	12 —	6 —
Nardus stricta.....	12 —	6 —
Triticum (species).....	12 —	10 —
Festuca fluitans.....	14 —	12 —
Festuca dumetorum.....	14 —	20 juillet.
Holcus lanatus.....	14 —	26 —
Poa fertilis.....	14 —	28 —
Arundo colorata.....	16 —	28 —
Poa (species).....	16 —	30 —
Cynosurus erucæformis.....	16 —	30 —
Phleum nodosum.....	16 —	30 —
Phleum pratense.....	16 —	30 —
Elymus arenarius.....	16 —	30 —
Elymus geniculatus.....	18 —	30 —
Trifolium pratense.....	18 —	30 —
Trifolium macrorrhizum.....	18 —	30 —

NOMS.	TEMPS	
	de la floraison.	de la graine en maturité.
<i>Sanguisorba canadensis</i>	18 juillet.	30 juillet.
<i>Bunias orientalis</i>	18 —	30 —
<i>Medicago sativa</i>	18 —	6 août.
<i>Hedysarum onabrychis</i>	18 —	8 —
<i>Hordeum pratense</i>	20 —	8 —
<i>Poa compressa</i>	20 —	8 —
<i>Poa aquatica</i>	20 —	8 —
<i>Bromus cristatus</i>	24 —	10 —
<i>Elymus sibiricus</i>	24 —	10 —
<i>Aira cæpitosa</i>	24 —	10 —
<i>Avena flavescens</i>	24 —	15 —
<i>Bromus sterilis</i>	24 —	20 —
<i>Holcus mollis</i>	24 —	20 —
<i>Bromus inermis</i>	24 —	20 —
<i>Agrostis vulgaris</i>	24 —	20 —
<i>Agrostis palustris</i>	28 —	28 —
<i>Panicum dactylon</i>	28 —	28 —
<i>Agrostis stolonifera</i>	28 —	28 —
<i>Agrostis stolonifera</i> (var.).....	28 —	28 —
<i>Agrostis canina</i>	28 —	28 —
<i>Agrostis stricta</i>	28 —	30 —
<i>Festuca pennata</i>	28 —	30 —
<i>Panicum viride</i>	2 août	15 —
<i>Panicum sanguinale</i>	6 —	20 —
<i>Agrostis lobata</i>	6 —	20 —
<i>Agrostis repens</i>	8 —	25 —
<i>Agrostis fascicularis</i>	10 —	30 —
<i>Agrostis nivea</i>	10 —	30 —
<i>Triticum repens</i>	10 —	30 —
<i>Alopecurus agrestis</i>	10 —	8septemb.
<i>Bromus asper</i>	10 —	10 —
<i>Agrostis mexicana</i>	15 —	25 —
<i>Stipa pennata</i>	15 —	25 —
<i>Milica cærulea</i>	20 —	30 —
<i>Phalaris canariensis</i>	30 —	30 —
<i>Dactylis cynosuroides</i> (1).....	30 —	20 octobre.

(1) Dans les expériences faites sur les quantités de matière nutritive de l'herbe coupée en maturité de graine ; les graines étaient toujours séparées, et les évaluations de matière nutritive, toujours faciles pour l'herbe et non pour le foin,

Sols divers mentionnés dans l'appendice.

Dans les livres d'agriculture et de jardinage, il y a beaucoup d'incertitude et de confusion provenant du manque de définitions régulières du sol, pour le distinguer de la dénomination vulgaire : ainsi, *terre tourbeuse*, est presque toujours confondu avec terre houilleuse et terre de bruyère; de même, *glaise légère*, *glaise pesante*, etc., s'emploient sans spécifier que c'est le *sable* qui la rend légère, ou l'*argile* qui la rend pesante. Dans les expériences détaillées, il est sans doute important de ne laisser rien d'indécis, quant à ces particularités, et c'est pour cette raison que nous ajouterons aux détails de nos expériences, les explications suivantes :

1° Par *glaise*, nous avons entendu la combinaison des terres avec la matière animale et végétale décomposée.

2° Par *glaise argileuse*, celle où l'argile domine.

3° Par *glaise sablonneuse*, celle où domine le sable.

4° Par *glaise brune*, celle où domine la matière végétale décomposée.

5° Par *glaise riche noire*, celle où le sable, l'argile, les matières animale et végétale décomposées, sont en proportions inégales; l'argile très divisée étant en moindre proportion, le sable et la matière végétale en majeure proportion.

Les termes *sol léger sableux* et *glaise brune légère*, etc., sont des variétés de celles que nous venons d'expliquer.

Observations sur la composition chimique de matière nutritive donnée par les graminées dans leurs différens états, par sir H. Davy.

J'ai fait des expériences sur la plupart des produits solubles supposés contenir la matière nutritive des graminées, obtenus par M. Sinclair, et j'en ai analysé quelques-uns. Des détails complets sur ces analyses seraient d'un faible intérêt pour l'agriculteur, et d'une longueur considérable; je me contenterai donc de citer quelques faits particuliers, et de tirer quelques conclusions générales, qui tendront à éclaircir les recherches sur la convenance des diverses graminées pour la pâture permanente, ou pour alterner dans une série de récoltes.

Les seules substances que j'ai découvert dans les matières

solubles extraites de gramens, sont du mucilage, du sucre, de l'extractif amer; une substance analogue à l'albumine et diverses matières salines. Quelques regains décèlent un peu du principe tannin.

L'ordre dans lequel ces substances sont plus ou moins nutritives, a été indiqué au premier chapitre: l'albumine, le sucre et le mucilage, lorsque le bétail se repait d'herbe ou de foin, sont en grande partie restant dans le corps de l'animal; le principe amer, l'extractif, la matière saline et le tannin, quand il en existe, sont probablement rejetés avec la fibre ligneuse à l'état d'excrémens. La matière extractive obtenue en faisant bouillir la bouse de vache fraîche, a des caractères chimiques semblables à ceux existant dans les produits solubles des graminées.

L'extractif obtenu par M. Sinclair, de crottes de brebis et de daims, se repaissant de *lolium perenne*, *dactylis glomerata* et *trifolium repens*, a des qualités tellement analogues à celles des matières extractives obtenues des feuilles de ces graminées, qu'on peut les prendre l'une pour l'autre. L'extractif provenant des excrémens, après avoir été gardé quelques semaines, conserve encore l'odeur du foin. Soupçonnant que quelque herbe non digérée avait pu rester dans les excrémens et fournir du mucilage, du sucre et de l'extractif amer, j'examinai avec soin la substance soluble pour savoir si elle ne contenait pas ces mêmes principes. Je n'y trouvai pas un atome de sucre et à peine une quantité appréciable de mucilage.

M. Sinclair, en comparant les quantités de matière soluble fournies par le mélange du feuillage *lolium perenne*, *dactylis glomerata* et *trifolium repens*, et celles obtenues des excrémens du bétail qui s'en était repu, trouva que leurs quantités étaient dans le rapport de 50 à 15.

Il paraît probable, d'après ces faits, que l'extractif amer, quoique soluble dans une grande quantité d'eau, est très peu nutritif; mais il sert probablement, jusqu'à certain point, à empêcher la fermentation des autres matières végétales, ou bien à modifier, à aider la digestion, et peut être ainsi d'une grande utilité comme partie constituante de la nourriture du bétail. Une petite quantité d'extractif amer et de matière saline, est probablement tout ce qu'il faut; au-delà de cette quantité, les matières solubles doivent être d'autant plus nutritives, qu'elles contiennent plus

d'albumine, de sucre et de mucilage, et d'autant moins nutritives qu'elles contiennent plus des autres substances.

En comparant la composition des produits solubles donnés par les différentes récoltes de la même herbe, j'ai trouvé, dans toutes les analyses que j'ai faites, une plus grande quantité de matière vraiment nutritive dans la coupe en maturité de graine, avec moins d'extractif amer et de matière saline : plus d'extractif et de matière saline dans le regain ; plus de matière saccharine, en proportion des autres composans, dans la coupe en floraison. J'en vais donner un exemple.

100 parties de matière soluble obtenue du *dactylis glomerata*, coupé en floraison, ont donné

18 parties de sucre,

67 — de mucilage,

15 extractif coloré et matières salines, avec un peu de matière rendue soluble par évaporation.

100 parties de matière soluble, coupé en maturité de grain, ont donné

9 parties de sucre,

85 — de mucilage,

6 extractif avec matière saline et insoluble.

100 parties de matière soluble, dernière coupe en regain, ont donné

11 parties de sucre,

59 — mucilage,

30 — extractif, matières salines et insolubles.

La plus grande proportion du feuillage au printemps, et surtout en automne, rend compte de la différence de quantité d'extractif dans les coupes ; l'infériorité de la quantité relative de sucre dans la coupe d'été, dépend probablement de l'action de la lumière qui, dans les plantes, tend toujours à convertir la matière saccharine en mucilage ou amidon.

Parmi les matières solubles fournies par les différentes herbes, celles de l'*elymus arenarius* sont remarquables par la quantité de matière saccharine qu'elle contient, et qui s'élève à plus d'un tiers de son poids. Les matières solubles des diverses espèces de *festuca*, donnaient en général plus d'extractif amer que celles des différentes espèces de *poa*. La matière nutritive de la coupe en maturité de graine de *poa compressa*, était presque du mucilage pur. La matière soluble de la coupe en maturité de graine du *phleum pra-*

tense donnait plus de sucre qu'aucune des espèces poa ou festuca.

Les parties solubles de la récolte en maturité de graine du holcus mollis et du holcus lanatus, ne contenaient pas d'extractif amer, et se composaient entièrement de mucilage et de sucre. Celles de l'holcus odoratus donnent de l'extractif amer et une substance particulière ayant un goût âcre avec plus de solubilité dans l'alcool que dans l'eau. Tous les extraits solubles de ceux de ces gramens que recherchent le plus les bestiaux, ont un goût salin ou sous-acide; celui de l'holcus lanatus a un goût semblable à celui de la gomme arabique. Probablement l'holcus lanatus, qui est si commun dans les prés, doit être plus agréable au bétail quand on le mouille avec de l'eau salée.

Je n'ai pas trouvé de différences entre le produit nutritif de coupes des diverses herbes, en même saison, ce qui rendrait possible l'établissement d'une échelle des valeurs de leurs qualités nutritives; mais probablement les matières solubles des regains sont toujours d'un sixième à un tiers moins nutritives que celles des coupes en floraison ou en maturité de graine. Dans le regain, les matières extractives et salines, sont certes habituellement en excès; mais le foin du regain mêlé avec le foin d'été, particulièrement dans les gramens mous, offrirait une nourriture excellente.

Parmi les trèfles, la matière soluble du trèfle (*dutch*) contient plus de mucilage et plus de matière analogue à l'albumine; tous les trèfles contiennent plus d'extractif amer et de matière saline que les vrais gramens. Quand le trèfle doit être donné en mélange, il vaut mieux le mélanger avec du foin d'été, qu'avec du foin de regain.

FIN.

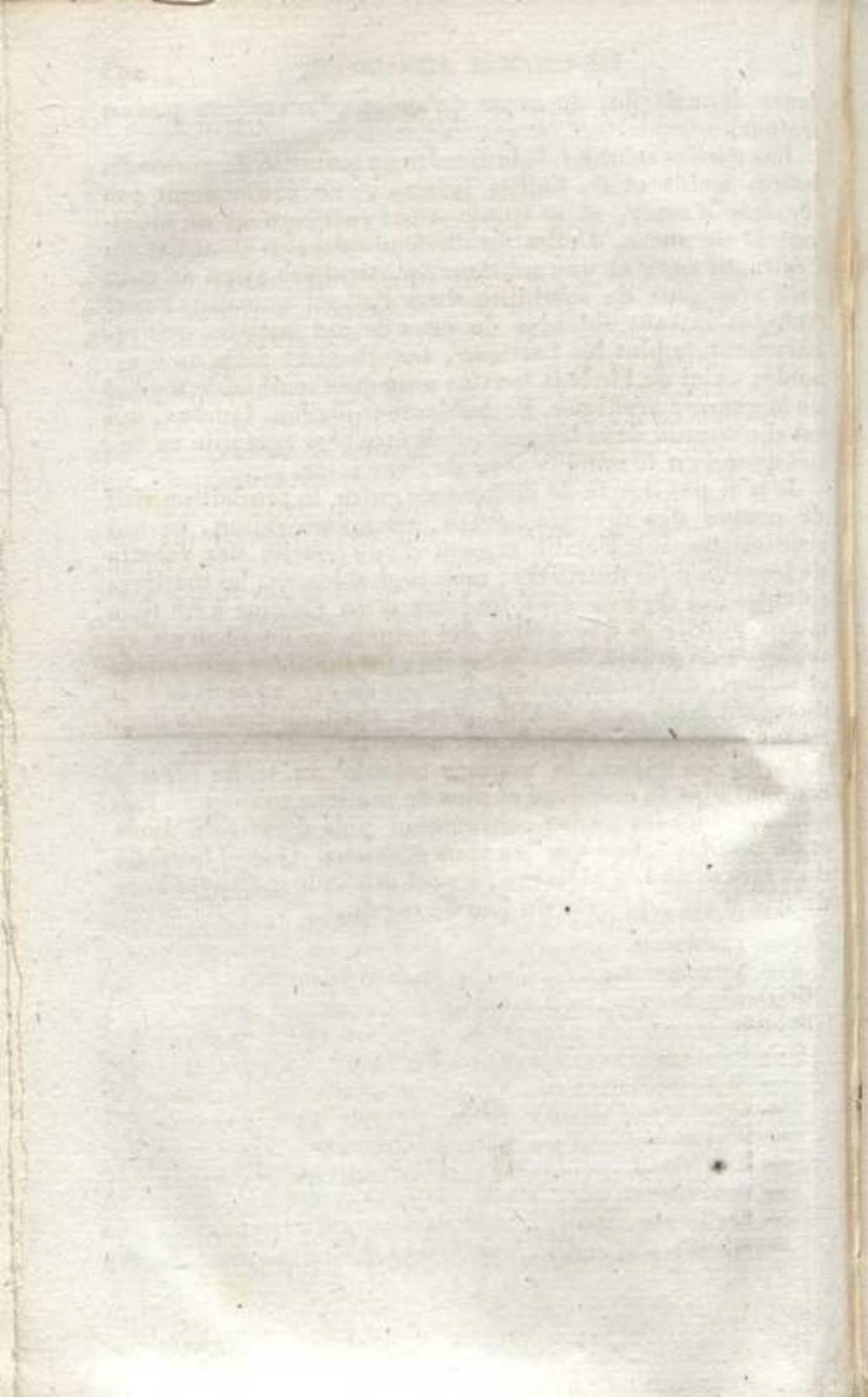
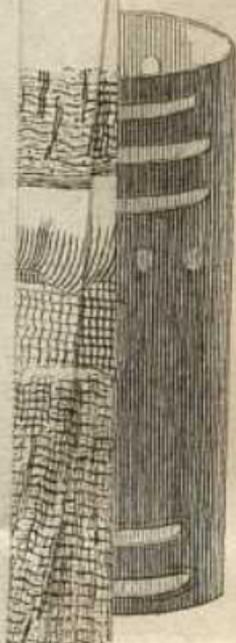


TABLE ALPHABÉTIQUE DE L'APPENDICE.

Agrostis canina.... page	284	Bunias orientalis.....	272
— canina, var.....	284	Cynosurus cœruleus....	246
— fascicularis.....	285	— cristatus.....	263
— lobata.....	286	— erucæformis.....	279
— mexicana.....	287	Dactylis cynosuroides..	288
— nivea.....	285	— glomerata.....	255
— palustris.....	282	Elymus arenarius.....	281
— repens.....	286	— geniculatus.....	281
— stolonifera.....	283	— sibericus.....	275
— stolonifera, var. angus- tifolia.....	283	Festuca calamaria.....	266
— stricta.....	284	— cambrica.....	259
— vulgaris.....	281	— dumetorum.....	270
Aira aquatica.....	275	— duriuscula.....	259
— cœspitosa.....	276	— eliator.....	268
— flexuosa.....	266	— fluitans.....	269
Alopecurus agrestis....	287	— glabra.....	252
— alpinus.....	247	— glauca.....	251
— pratensis.....	256	— hordiformis.....	250
Anthoxanthum odora- tum.....	244	— loliacea.....	264
Arundo colorata.....	270	— myurus.....	265
Avena elatior.....	258	— ovina.....	254
— flavescens.....	276	— pinnata.....	285
— pratensis.....	251	— pratensis.....	261
— pubescens.....	248	— rubra.....	253
Briza media.....	255	Hedysurum onobrychis.	274
Bromus asper.....	288	Holcus lanatus.....	270
— cristatus.....	275	— mollis.....	277
— diandrus.....	257	— odoratus.....	245
— erectus.....	260	Hordeum bulbosum...	266
— inermis.....	281	— murinum.....	276
— littoreus.....	267	— pratense.....	274
— multiflorus.....	264	Lolium perenne.....	262
— tectorum.....	256	Medicago sativa.....	275
— sterilis.....	277	Melica cœrulea.....	288
		Milium effusum.....	260
		Nardus stricta.....	269

<i>Panicum dactylon</i>	283	<i>Poa elatior</i>	259
— <i>sanguinale</i>	286	— <i>fertilis</i>	270
— <i>viride</i>	285	— — <i>var. 4</i>	278
<i>Phalaris canariensis</i>	288	— <i>maritima</i>	262
<i>Phleum nodosum</i>	279	— <i>pratensis</i>	249
— <i>pratense</i>	279	— <i>trivialis</i>	250
— — <i>var. minor</i>	280	<i>Poterium sanguisorba</i> ..	000
<i>Poa alpina</i>	248	<i>Stipa pennata</i>	287
— <i>angustifolia</i>	257	<i>Trifolium macrorhizum</i> .	272
— <i>aquatica</i>	275	— <i>pratense</i>	271
— <i>cœrulea</i>	249	— <i>repens</i>	271
— <i>compressa</i>	274	<i>Triticum repens</i>	287
— <i>cristata</i>	265	— <i>sp</i>	269

FIN DE LA TABLE DE L'APPENDICE.



6

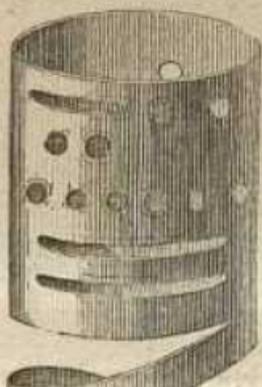


Fig. 1.

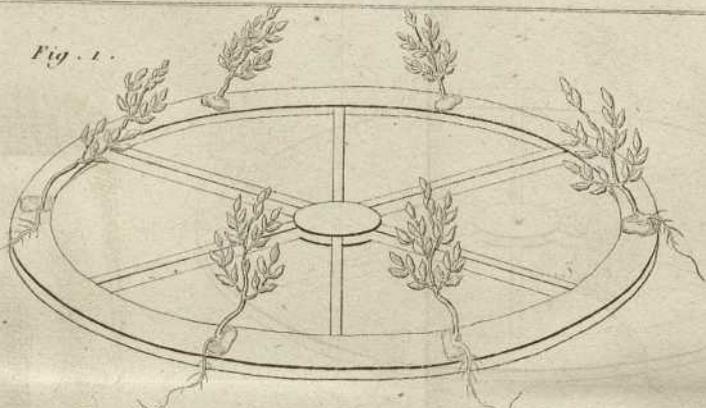


Fig. 2.

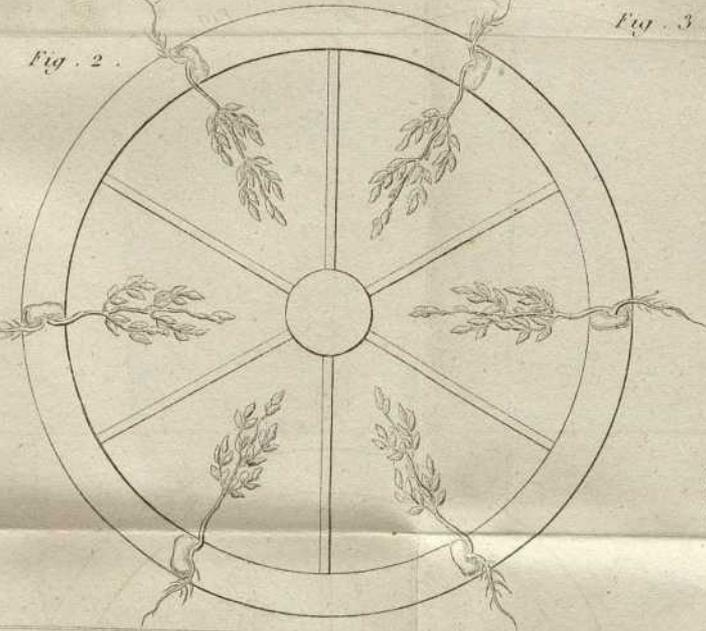


Fig. 3.

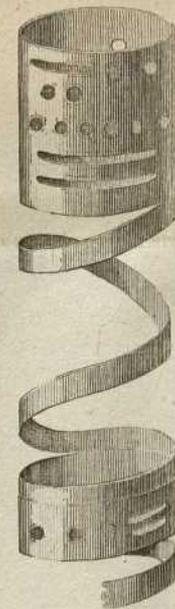
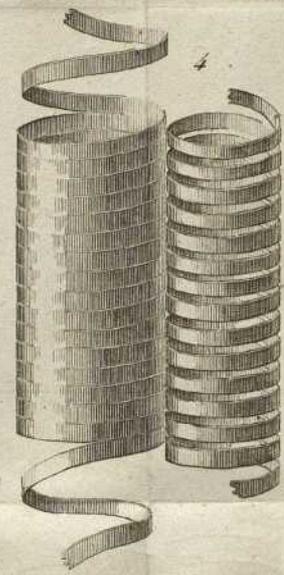
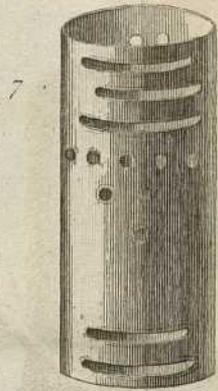
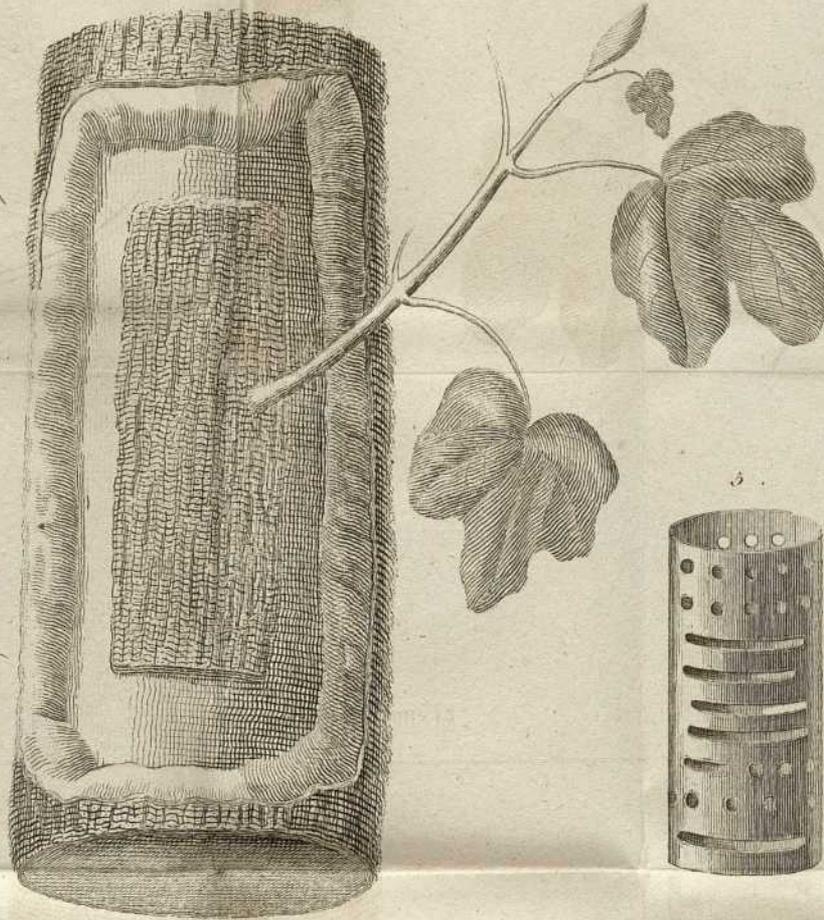


Fig. 8.

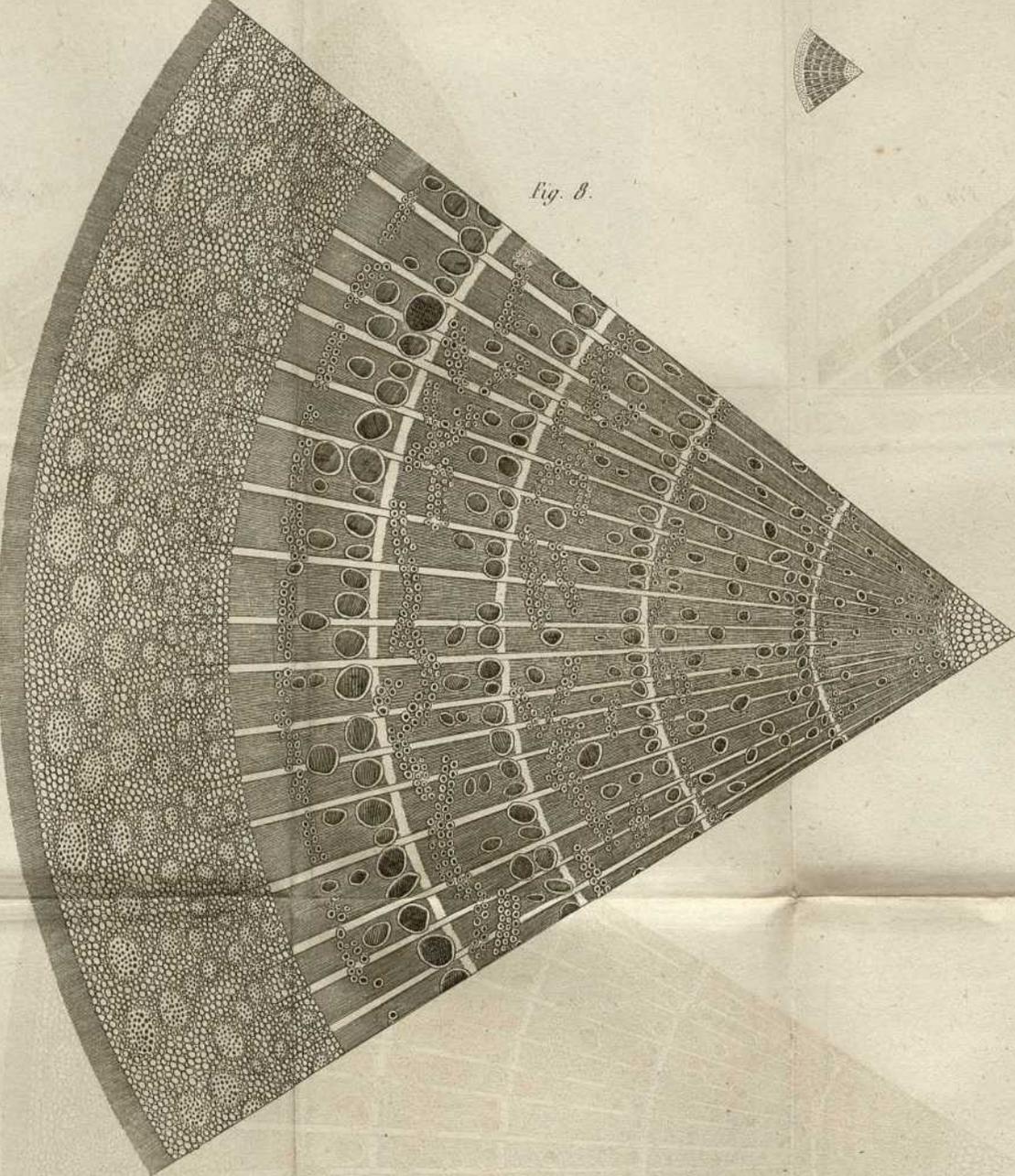
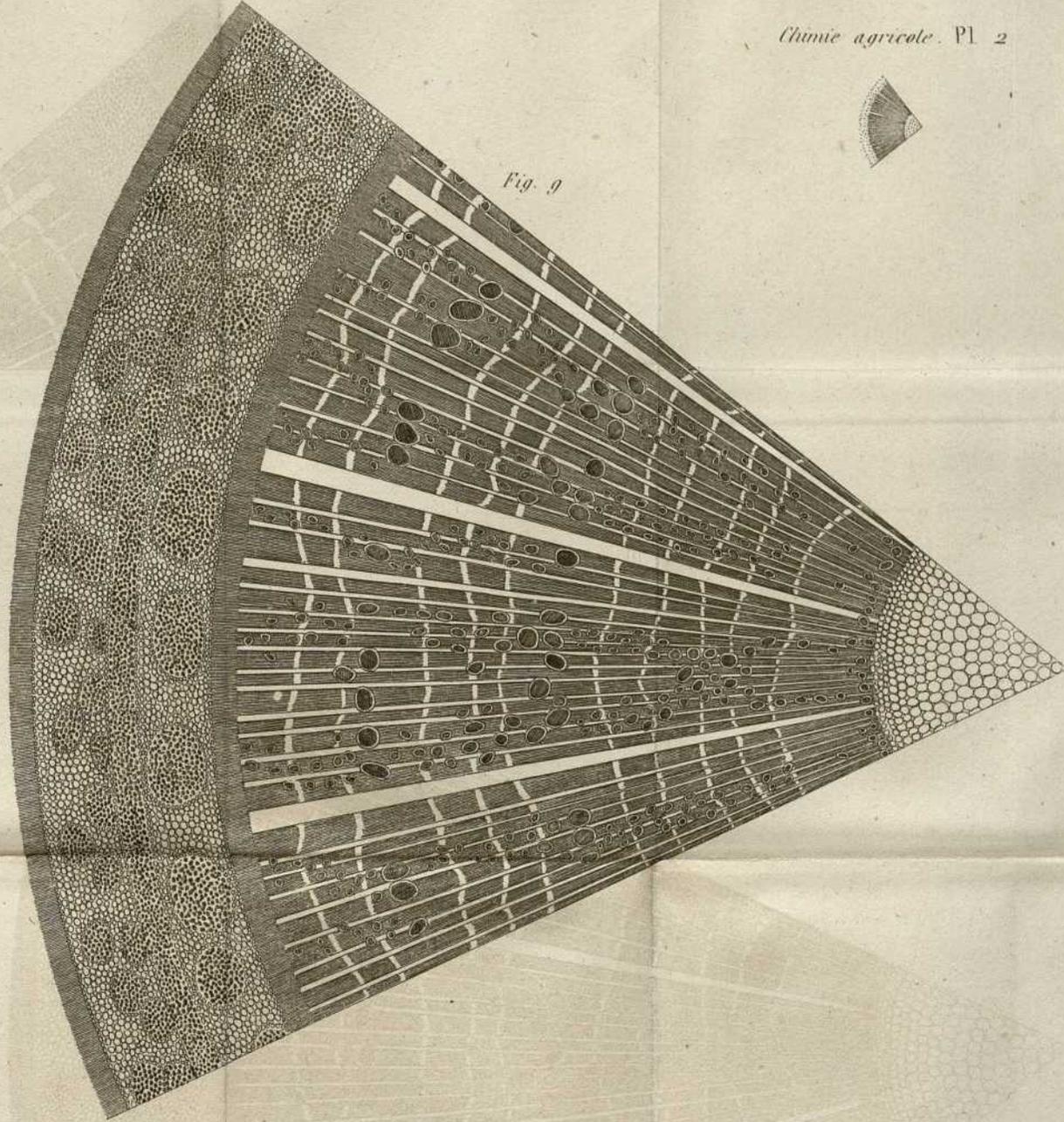


Fig. 9.



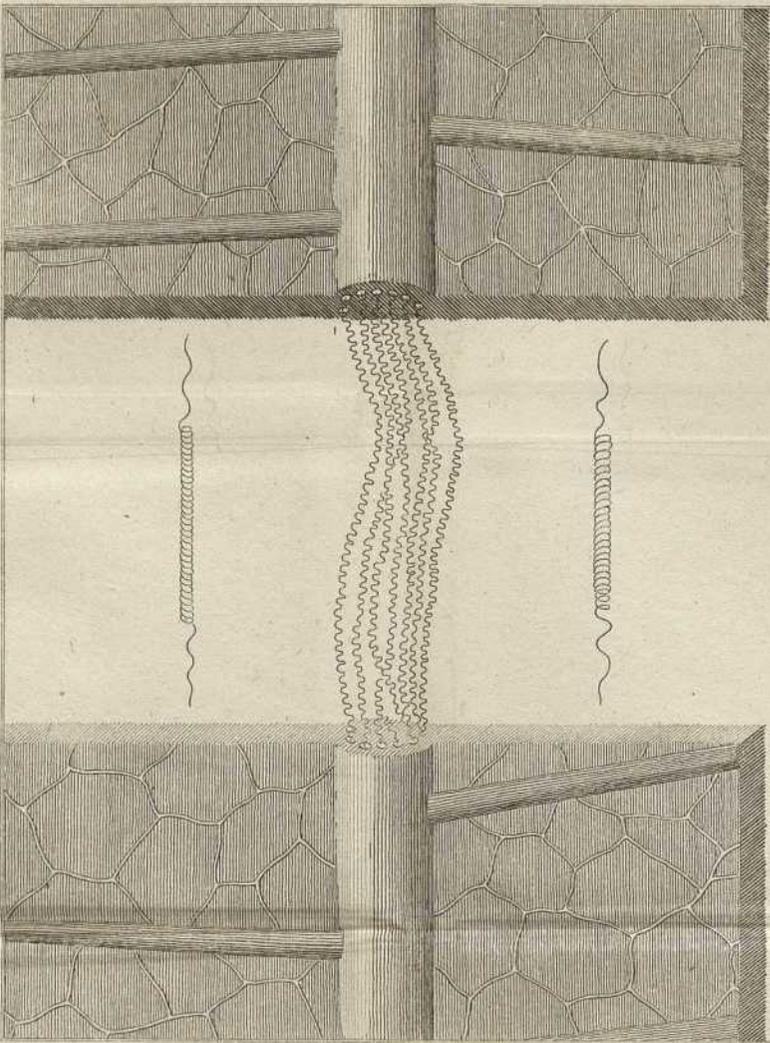


Fig. 12.

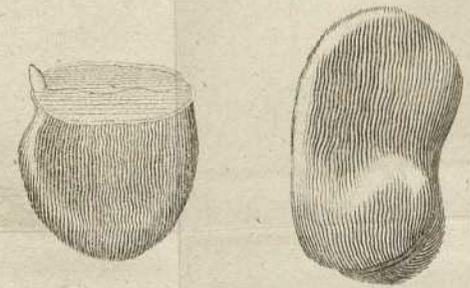
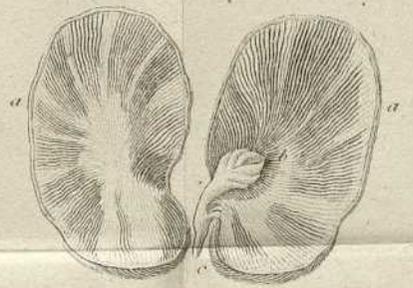
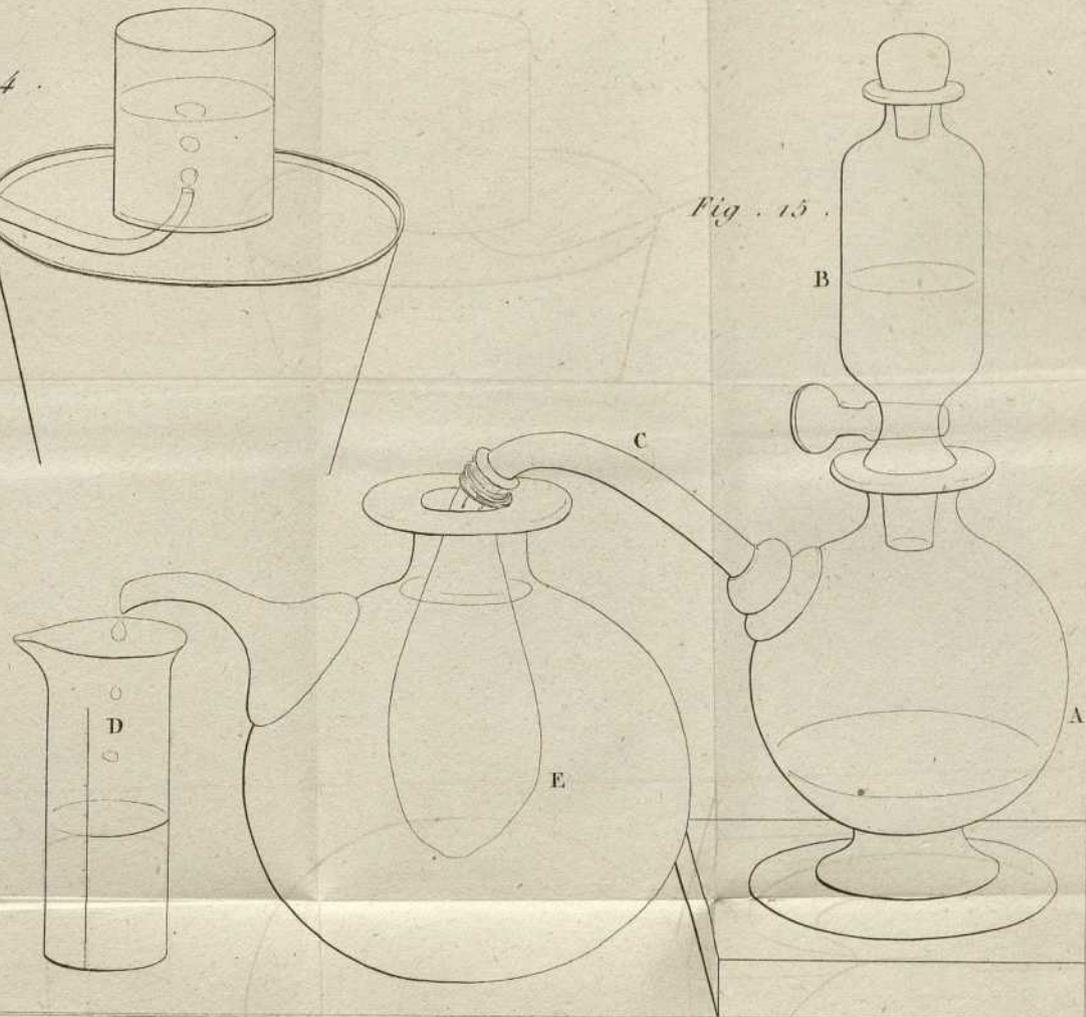
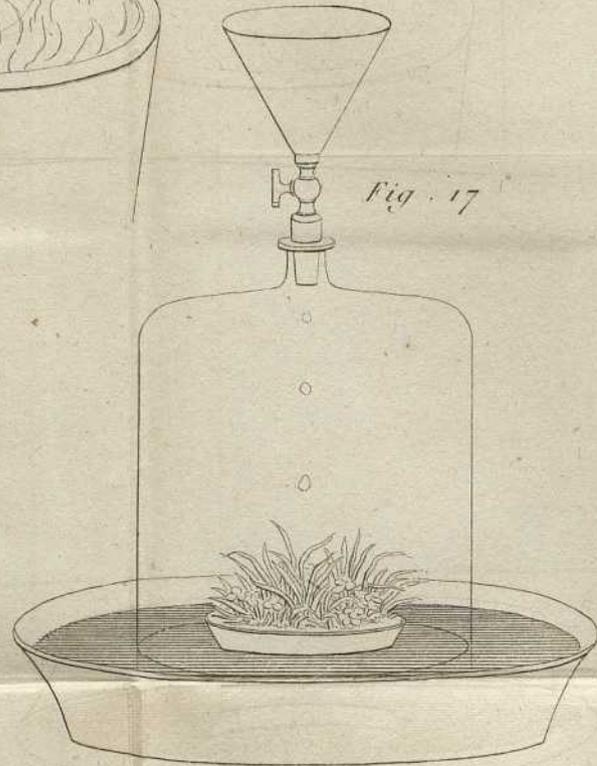
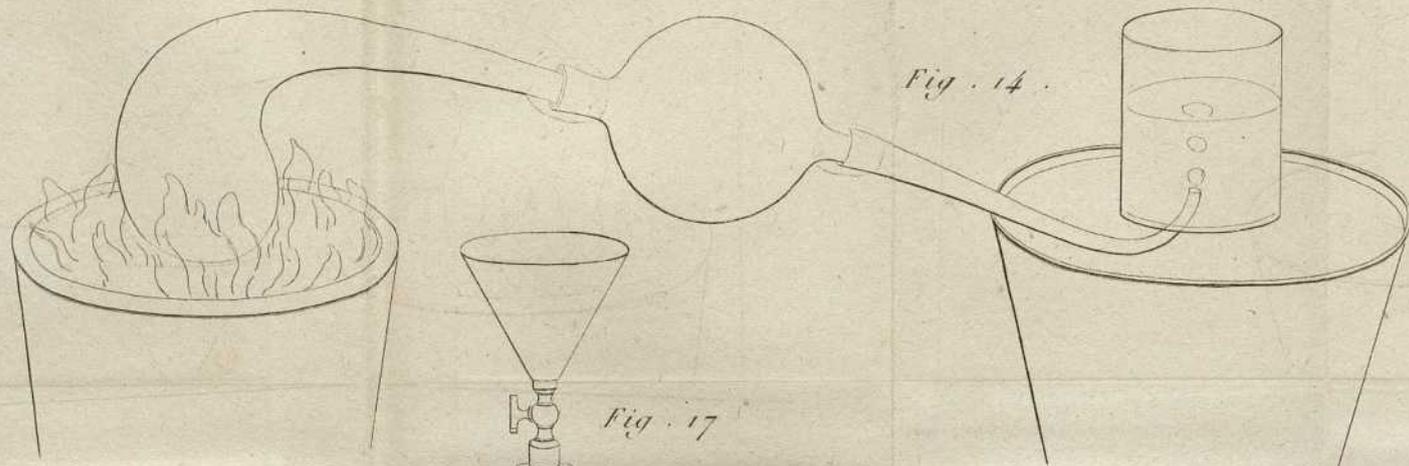
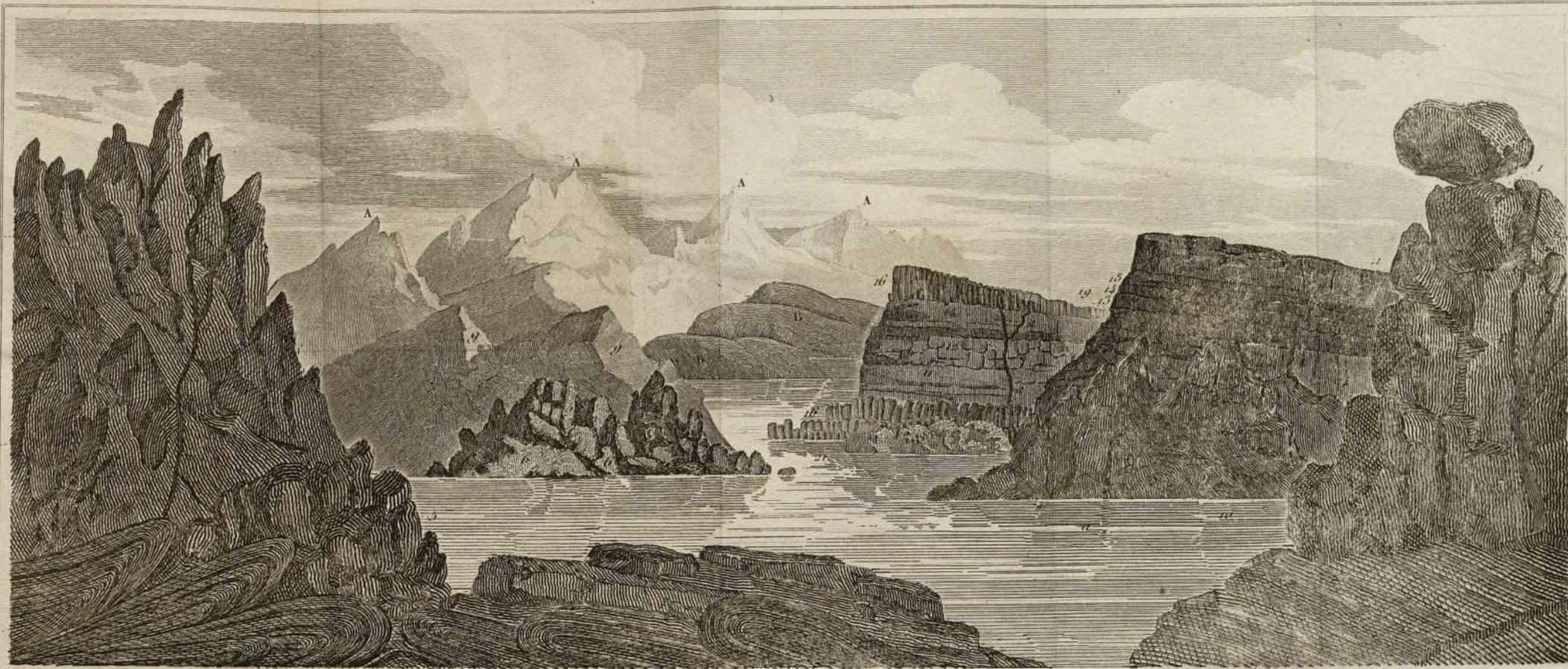


Fig. 13.







1 Granit

2 Gneis

3 Schiste Micace

4 Sienite

5 Serpentine

6 Porphyre

7 Marbre Granulaire

8 Chlorite Schousteide

9 Quartz en Roche

10 Granwacke

11 Grès Siliceux

12 Pierre à Chaux

13 Schiste Alumineux

14 Grès Calcaire

15 Mine de Fer

16 Basalte

17 Charbon

18 Gypse

19 Sel en Roche

20 Chaux

21 Poudingue

AA Montagnes primitives

BB Montagnes secondaires

aaa Filons

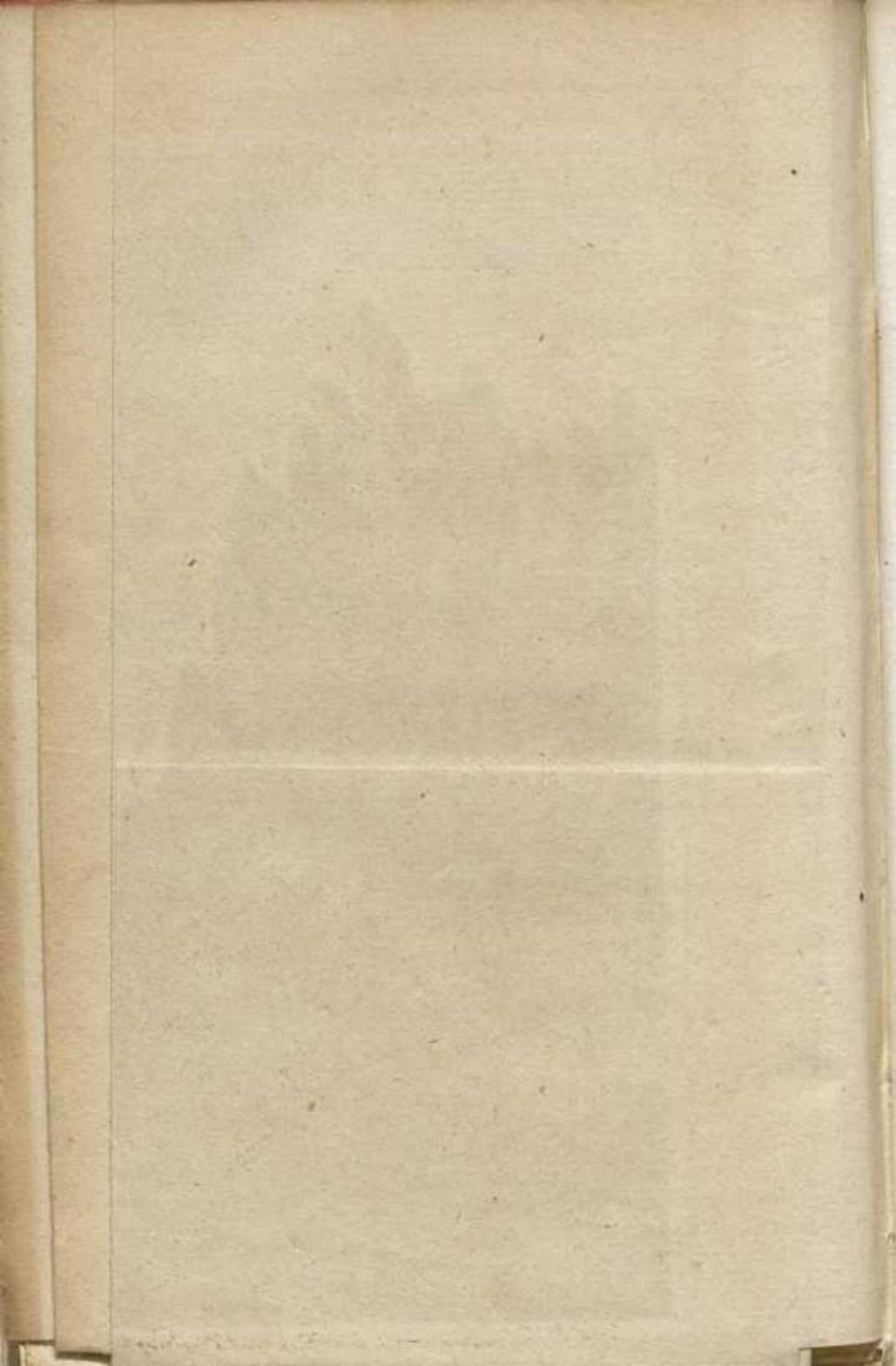


TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES.

—

A.

- Acides*. Ceux trouvés dans les végétaux. Page 69.
Age des arbres. Sa limite. 165.
Alcalis. Mode de détermination de leur présence dans les plantes. 75 — Effets qu'ils produisent dans la végétation. 12.
Alecool. Théorie de sa formation. 89.
Animale (Matière). Mode de détermination de sa présence dans les sols. 114.
— (*Substance*). Sa composition, 177. — Sa décomposition, 175.
Anneaux magiques. Leurs causes, 252.
Arbres. Leurs habitudes, 168. — Causes de leurs maladies, 163. — Ages, 164.
Atmosphère. Sa nature et sa constitution, 156.
Aubier. Ses usages, 163.

B.

- Blé*. Transplantation, 154. — Croisement, 167. — Son tillage; théorie de cette opération, 154.
Brome, 29.

C.

- Carbonique (Acide)*. Fait partie de l'atmosphère, 159. — Nécessaire à la végétation, 146.
Chaleur. Ses effets sur les végétaux, 24 — 120.
Chancre des arbres. Moyen probable de le guérir, 171.
Chaux (Pierre à). Sa nature et ses usages, 15. — Action sur le sol, 13. — Mode de la cuire, 212.
— *magnésienne*. Ses propriétés particulières, 13 — 208. Détermination de sa quantité dans les pierres et dans les sols, 112.

- Chaux (Sels de)*. Moyen de les découvrir dans le sol, 114.
 — *vive*. Nuisible au sol, 205.
Chimie. Son application à l'agriculture, 71. — Son importance dans les recherches agricoles, 16.
Cimens. Obtenus de la chaux, 211.
Combustible simple, 29.
Combustion. Soutien de, 25.
Culture en sillons. Ses avantages, 229.

E.

- Eau*. Absorption par les sols, 122 — Son état dans l'atmosphère, 157.
Ecobuage. Son emploi pour l'amélioration des sols, 222.
 — (*Théorie de l'*) 225.
Ecorce. Son emploi et ses usages, 37 — 159 — Valeur relative des écorces pour le tannage des peaux, 58.
Electricité. Son influence sur la végétation, 25.
Éléments chimiques des corps, 27. — Lois de leurs combinaisons, 34.
Engrais. (*Fumiers*). Théorie de leur procédé, 173. — Leur application, 175. — Comment ils entrent dans le système végétal, 174. — Fermentation, 3. — Dans quel état on doit les employer, 193. — Animal, 185. — Minéral, 200. — Végétal, 181. — Salin, 191.
Excrémens. Usages pour engrais, 191.

F.

- Fermentation*. Phénomènes de la, 88.
Feuilles. Leurs fonctions, 42.
Fleurs. Diverses parties et leurs usages, 45.

G.

- Géologie*. Relative à la nature des roches, 129.
Glacé. Ses avantages anti-putrides, 180.
Gramens. Convenables pour pâture, 234. — Temps de la floraison et de la maturité des graines, 289. — Matière nutritive dans leurs différens états, 292.
Gravitation. Ses effets sur les plantes, 19.
Gresse. Vues générales sur le mode de, 164.
Gypse. Son emploi pour engrais, 213.

H.

Huiles. Fixes, leur nature et leur production, 55.

I.

Irrigation. Théorie de ses effets, 226.

Irritabilité végétale. Son existence mise en doute, 160.

J.

Jachères. Théorie, 228.

L.

Lumière. Ses effets sur la végétation, 147.

M.

Maladies des plantes. Discussion des causes, 168.

Maltage. Théorie du procédé de, 143.

Matière. Discussion des pouvoirs de la, 19.

Métalliques (Oxides). Ceux trouvés dans les plantes, 75.

Métaux. Rapport sur les, 31.

Moëlle. Nature de la, 40.

Mouche du turneps. Moyens de la détruire ou de s'en préserver, 145.

N.

Nielle du blé. Cause de la, 173.

O.

Oxigène. Sa présence dans l'atmosphère et ses usages, 140.
— Nécessaire à la germination, 141.

P.

Pain. Sa fabrication; théorie de sa production, 95.

Pâturage. Où avantageuse, 234.

Plantes. Organisation, 36 — 95. — Parasites, causes de la maladie du blé, 171. — Parties des, 36.

Putréfaction. Moyen de la prévenir, 180.

R.

- Récoltes.* (*Séries de*). Quelques-unes à suivre, 230.
 — *vertes*. Recommandées, 229.
Roches. Leur nombre, leur classification, 129. — Celles d'où proviennent les sols ou sur lesquelles git le sol, 131.

S.

- Sels*. Leurs usages comme engrais, 218. — Ceux qu'on trouve dans les végétaux, 76. — Ceux qu'on trouve dans les sols, 105.
Semence (*Graine*). Celles produites par le croisement, 167. — Germination, 141. — Leur nature et leurs usages, 46.
Sève. Cause de son ascension, 155. — Cours de la, 157. — Sa composition, 157.
Simple (*Substances*). Leur description, 28.
Sols. Propriété des. — Composition. — Mode d'analyse. — Formation. — Parties constituantes. — Perfectionnemens. — Classification, 103 à 136.
Sous-sol. Variété. — Effets, 135.
Sucre. Mode de raffinage, 51.
Suie. Ses propriétés comme engrais, 199.

T.

- Tannin* (*Principe*). Son application au tannage. — Quantité dans diverses écorces, 58. — Artificiel, 60.
Température des sols, 120.
Terre. Causes de sa fertilité. — De sa stérilité, 135. — Celles trouvées dans les plantes, 75.

U.

- Urine*. Son usage comme engrais, 190.

V.

- Végétale* (*Matière*). Mode de sa détermination dans les sols, 108. — Son analyse, 80. — Décomposition, 176. — Principes, leur arrangement, 93. — Vie, 159. — Phénomènes, 159.

Végétation. Influencée par la gravitation, 19. — Influence de la lumière, 147. — Progrès, 146. — Effet sur le sol, 232.

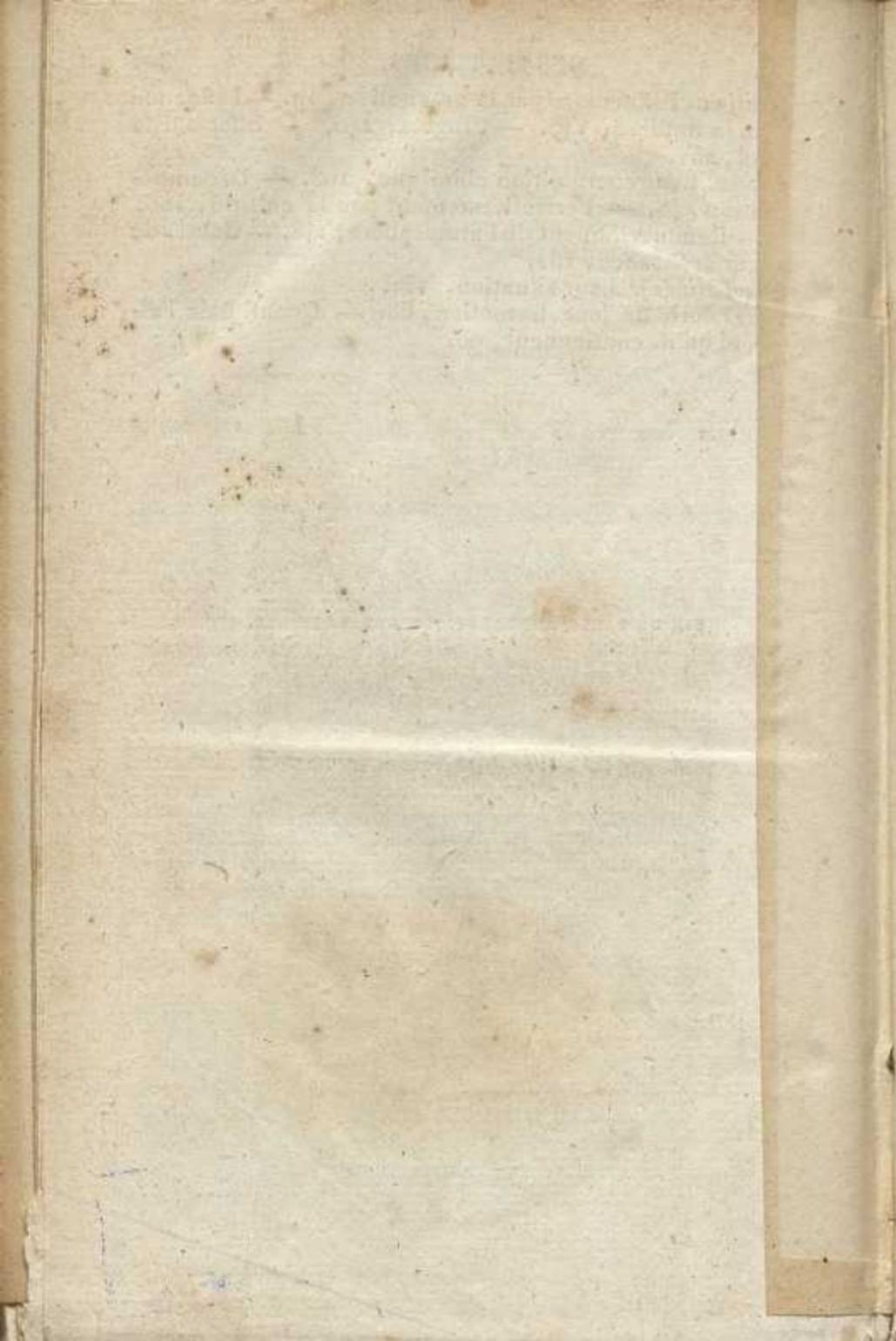
Végétaux. Leur composition chimique, 108. — Décomposition, 48. — Perfectionnement par la culture, 166. — Renouvellement de l'atmosphère, 148. — Causes de leur croissance, 162.

Veines (Mines). Leur situation, 151.

Vins. Théorie de leur formation, 88. — Quantité de l'alcool qu'ils contiennent, 90.

FIN DE TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.





BIBLIOTECA
F. DE FARMACIA
GRANADA



20000 048572 020000



