

63:54

D

630.24

D268e

1819

1

82
Lau

BIBLIOTECA PÚBLICA
de
AGUASCALIENTES

Sec^{ta} 3^a Estante 1^o

N^o 7

DE LOS LIBROS COMPRADOS CON EL SUEIDO
DE SENADOR CEDIDO PARA ESTE OBJETO POR

MIGUEL RUL

1876

~~71990~~

~~1356~~

78-~~c~~.

RECEIVED
AGRICULTURE
DEPT. OF AGRICULTURE
WASHINGTON, D. C.
JUN 10 1898
OFFICE OF THE
COMMISSIONER OF
AGRICULTURE
WASHINGTON, D. C.

ÉLÉMENTS

DE

CHIMIE AGRICOLE.

ÉLÉMENTS

IMPRIMERIE DE BAUDOUIN FRÈRES,
RUE DE VAUGIRARD, n° 36.

CHIMIE AGRICOLE

ÉLÉMENTS

DE

CHIMIE AGRICOLE,

EN UN COURS DE LEÇONS,

POUR LE COMITÉ D'AGRICULTURE ;

PAR SIR HUMPHRY DAVY,

Membre du Comité d'agriculture, de l'Académie royale d'Irlande,
de celles de Pétersbourg, Stockholm, Berlin, Philadelphie, etc.
et Professeur honoraire de Chimie à l'Institution royale.

TRADUIT DE L'ANGLAIS,

AVEC

UN TRAITÉ SUR L'ART DE FAIRE LE VIN
ET DE DISTILLER LES EAUX-DE-VIE,

PAR A. BULOS.

TOME PREMIER.

PARIS.

LADRANGE, LIBRAIRE, QUAI DES AUGUSTINS, N° 19 ;

L'HEUREUX, LIBRAIRE, QUAI DES AUGUSTINS, N° 27.

mmmm

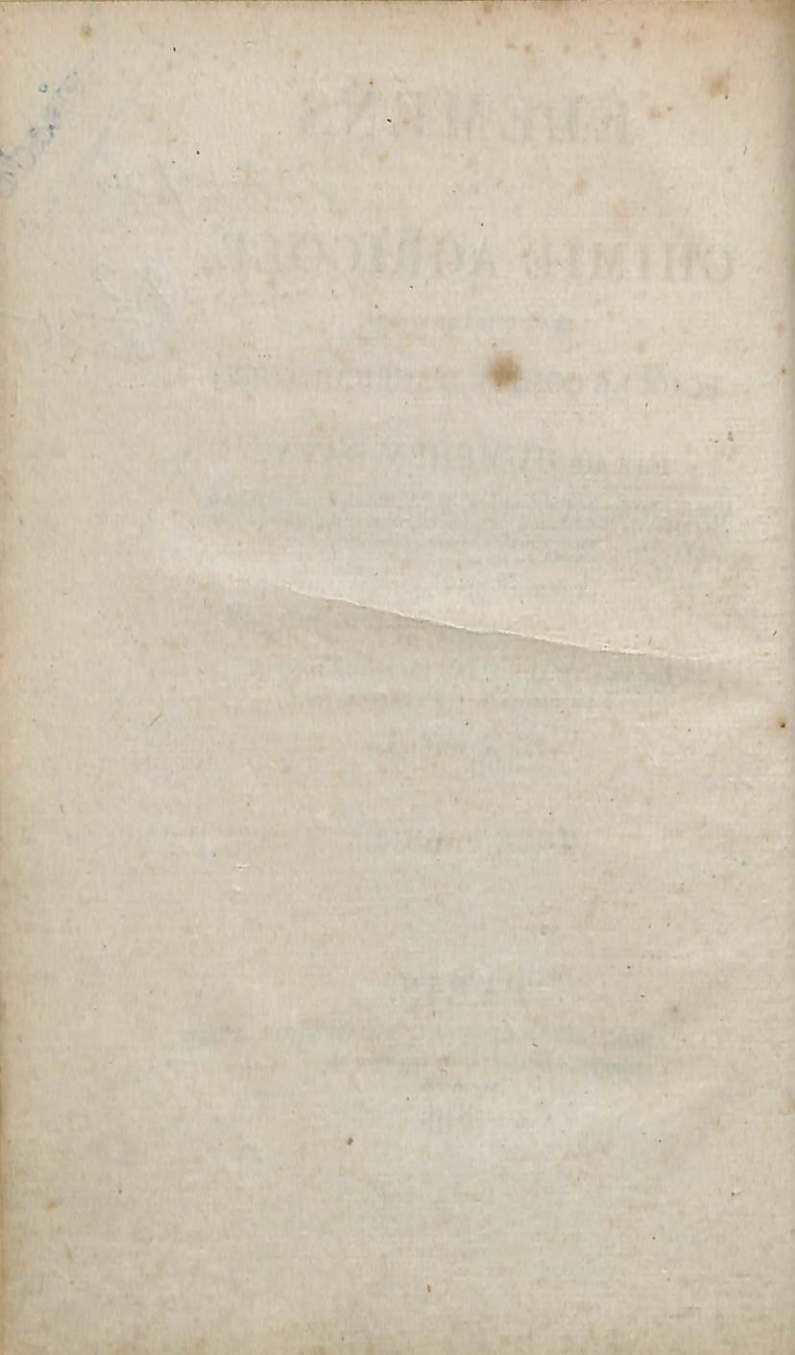
1819.

Revisado

no 146

82

Sact



AVERTISSEMENT.

DEPUIS dix ans j'ai l'honneur de faire un Cours de Chimie devant le Comité d'Agriculture. J'ai constamment tâché de tenir mes leçons au niveau des découvertes ; aussi, ont-elles varié d'une année à l'autre. Et telle est la rapidité avec laquelle la science marche, que divers changemens sont devenus indispensables pendant que j'étais occupé à les revoir pour les livrer à l'impression.

Le duc de Bedford m'a mis à même de donner quelque prix à cet Ouvrage, en me permettant d'y joindre les résultats des expériences exécutées par ses ordres, pour

déterminer la quantité de produits que fournissent différentes espèces de graminées.

Je suis redevable de plusieurs renseignements utiles à un grand nombre de membres du comité; je les indique dans le cours de mes leçons : si quelque omission m'est échappée, c'est faute de mémoire, et non de reconnaissance.

J'ai constamment indiqué les ouvrages où j'ai puisé des détails particuliers; mais je me suis affranchi de cette règle à l'égard des doctrines généralement admises, et dont les auteurs sont connus. Elles peuvent être considérées comme le patrimoine de tous les esprits éclairés.

Parmi les écrits que je n'ai pas cités, et qui néanmoins renferment l'instruction la plus étendue, on doit distinguer le *Traité du comte Dundonald, sur la dépendance de*

la chimie et de l'agriculture, les Dissertations de M. Renie , sur la tourbe , et le Rapport général du Comité d'agriculture d'Ecosse. L'impression de mes leçons était achevée, lorsque ce dernier ouvrage m'est tombé dans les mains : si je l'eusse connu plutôt, j'aurais profité de plusieurs renseignemens qu'il contient ; j'aurais surtout tiré parti de diverses opinions émises par le savant professeur d'agriculture à l'Université d'Edimbourg, et j'aurais insisté sur quelques doctrines chimiques dont ses Essais ont mieux fait sentir l'importance.

ÉLÉMENTS

DE

CHIMIE AGRICOLE.

PREMIÈRE LEÇON.

Idee générale des objets du Cours, et de l'ordre dans lequel ils seront discutés.

LA Chimie agricole a pour objet toutes les combinaisons par lesquelles passe la matière pendant le développement et la nutrition des plantes, la valeur comparative de leurs produits, comme substances alimentaires, la constitution des sols, la manière dont ils s'améliorent au moyen des engrais, ou deviennent fertiles par divers procédés de culture. Ces recherches ne peuvent manquer d'intérêt pour tous ceux qui

s'occupent d'agriculture, soit en théorie, soit en pratique. Elles fournissent aux premiers les principes sur lesquels cette même théorie se fonde; et aux seconds, des préceptes simples et faciles pour diriger leurs travaux. Elles les mettent à même de suivre une marche systématique et sûre pour bonifier leurs terres.

On ne peut, pour ainsi dire, faire un pas dans cet art sans reconnaître aussitôt qu'il dépend plus ou moins des doctrines chimiques ou des conséquences qui s'en déduisent.

Si un fonds est stérile, et qu'on veuille le corriger, il faut d'abord rechercher les causes de son aridité. Elles tiennent nécessairement à quelque vice de composition que l'analyse chimique aura bientôt fait connaître.

Plusieurs terres, quoique d'une très-bonne apparence, sont néanmoins tout-à-fait improductives. L'observation ni la pratique n'apprennent de quoi dépend cette circonstance fâcheuse, et ne donnent les moyens d'y remédier.

L'application des réactifs lève toute espèce d'incertitude; ils mettent en évidence les principes dangereux que le sol contient infailliblement, et qu'on peut presque toujours détruire.

Contient-il en effet des sels de fer ? ils sont décomposés par la chaux. Abonde-t-il en sable siliceux ? employez l'argile et les calcaires. Est-ce ceux-ci qui manquent ? Vous avez le remède sous la main. Y a-t-il un excès de matières végétales ? faites usage de la chaux, écobuez. La matière végétale n'est-elle pas en proportion suffisante ? suppléez-y par des engrais.

Quelles sont les espèces de pierres à chaux dont il convient de se servir dans la culture ? Cette question se présente souvent. Si on voulait la décider par l'expérience, il faudrait peut-être plusieurs années d'épreuves, et ces épreuves seraient préjudiciables aux récoltes ; tandis que les réactifs résolvent sur-le-champ la difficulté, et font connaître aussitôt si la substance dont il s'agit doit être employée comme engrais ou comme ciment.

Certaines variétés de tourbes sont excellentes pour amender les terres ; d'autres au contraire sont nuisibles aux plantes par le grand excès de matières ferrugineuses qu'elles contiennent. Rien n'est plus simple que le procédé chimique à l'aide duquel on détermine la nature de celles qui s'offrent à nous, et les usages dont elles sont susceptibles.

Dans quel état convient-il d'enfouir les engrais ? Doit-on les employer récents ou consommés ? Cette question, si long-temps débattue , et qu'on agite encore , n'en est pas une pour celui qui connaît les plus simples élémens de la chimie. En effet , dès qu'ils entrent en fermentation , tous les produits volatiles , c'est-à-dire ceux qui sont les plus efficaces , se perdent et se dissipent. Lorsque la décomposition a fait des progrès , et qu'ils sont réduits en une masse savonneuse et liante , ils ont en général perdu , du tiers à la moitié , de leurs principes fertilisans. Il est donc évident que , pour obtenir tout l'effet qu'ils peuvent produire , il faut en faire usage dès que les signes de putréfaction se manifestent.

Il serait facile de multiplier les faits de ce genre ; mais ceux que j'ai cités suffisent pour prouver que l'agriculture et la chimie sont liées l'une à l'autre. Loin d'être chimérique , cette liaison donne lieu à des principes qu'il est indispensable de connaître , et qui ne peuvent , si on les suit , manquer de produire les plus heureux résultats.

Un coup-d'œil sur les objets du cours , et la manière dont ils seront traités , ne sera pas , je pense , hors de propos ; il vous fera con-

naître ce que vous devez en attendre, en même temps qu'il vous donnera une idée générale de l'enchaînement des différentes parties du sujet qui nous occupe, et de l'importance qu'elles ont les unes par rapport aux autres. Il me permettra aussi d'entrer dans quelques détails historiques sur les progrès de cette branche de nos connaissances, et de raisonner, de ce qui est connu et fait, à ce qui reste à vérifier ou à découvrir.

Les phénomènes de la végétation doivent être considérés comme une partie importante de la science de la nature organisée ; mais, quoique les végétaux occupent un rang bien supérieur à celui de la matière inorganique, ils sont néanmoins en grande partie assujettis aux mêmes lois ; ils sont pourvus d'organes particuliers, au moyen desquels ils s'assimilent des élémens externes et s'en nourrissent. L'examen de leur constitution chimique et physique, les corps et les forces qui agissent sur eux, les modifications qu'ils éprouvent, constituent la partie scientifique de la chimie agricole.

D'après cela, il est évident que l'étude de cette science doit commencer par des recherches générales sur la composition et la nature des corps matériels, et les lois auxquelles sont

soumises les transformations qu'ils subissent. La surface de la terre, l'atmosphère et les eaux qu'elle verse, doivent fournir, soit ensemble soit séparément, tous les principes de la végétation; mais ce n'est qu'en examinant la nature chimique de ces principes qu'on peut découvrir quels sont ceux qui servent à la nutrition des plantes, et la manière dont ils sont fournis et élaborés. C'est pourquoi les élémens de la constitution des corps seront d'abord le sujet de nos considérations.

A l'aide des instrumens chimiques et électriques imaginés récemment, l'analyse a fait voir que toutes les substances matérielles se résolvent en un petit nombre de principes qui, n'ayant pu être décomposés, sont considérés comme simples dans l'état actuel de nos connaissances. On en compte aujourd'hui quarante-sept : trente-huit sont métalliques, sept inflammables, et deux gazeux. Ces derniers s'unissent avec ceux des deux premières classes; et cette union engendre les acides, les alcalis et les terres, ou autres composés analogues. Les élémens chimiques, en réagissant entre eux, donnent naissance à divers agrégats. Dans les combinaisons les plus simples, ils produisent une foule de substances cristallines remar-

quables par la régularité de leurs formes. En se combinant entre eux d'une manière plus compliquée, ils constituent les différentes variétés de substances végétales et animales qui présentent une organisation d'un ordre plus élevé et servent aux usages de la vie. La chaleur, la lumière et l'électricité développent une série non interrompue de changemens : la matière prend de nouvelles formes, des classes d'êtres se détruisent, cette destruction en conserve d'autres ; la décomposition et l'existence, la mort et la reproduction, sont liées entre elles, et les accidens qui troublent quelques parties du système ne portent aucune atteinte à l'harmonie générale.

Après avoir jeté un coup-d'œil sur la nature des corps et les principes des changemens chimiques, nous exposerons la structure et la constitution des plantes. Il existe dans toutes un système de tubes ou vaisseaux dont une des extrémités se termine en racines, et l'autre en feuilles. C'est par l'action capillaire des premiers de ces organes, qu'elles pompent dans le sol la matière fluide. A mesure que la sève monte, elle devient plus dense et se dispose à la solidification ; parvenue dans les feuilles, elle s'altère davantage par l'action de la cha-

leur, de la lumière et de l'air; elle descend ensuite, pénètre l'écorce, et se résoud dans une nouvelle matière organisée. C'est ainsi qu'au printemps et à l'automne elle donne naissance à des parties nouvelles, ou développe celles qui existaient déjà.

Je donnerai à cet égard un précis des observations faites par les naturalistes qui se sont occupés avec le plus de succès de physiologie végétale, tels que Grew, Malpighi, Sennebier, Darwin, et surtout Knight, dont les travaux sont plus récents et ont tant agrandi nos connaissances sur cet intéressant sujet.

La composition chimique des plantes a été, dans ces derniers temps, étudiée avec succès par un grand nombre de savans. Leurs recherches forment une belle partie de la chimie générale; mais elles sont trop étendues pour être exposées en détail: en conséquence, nous nous bornerons à celles qui peuvent fournir quelques règles de pratique.

L'analyse chimique prouve que la variété de formes affectée par les végétaux est due aux combinaisons diverses d'un petit nombre de principes. Ils ne s'élèvent pas à plus de huit, et même la plus grande partie de la matière organisée n'en renferme que trois. C'est

la disposition seule de ces élémens qui détermine les propriétés des produits de la végétation, soit qu'on les emploie comme alimens ou qu'on les fasse servir à tout autre usage.

Les fruits de la terre sont mieux appréciés, et les applications dont ils sont susceptibles mieux saisies, quand la chimie éclaire les connaissances pratiques. Les composés végétaux réellement nutritifs qui servent à l'entretien des animaux, se réduisent à la farine ou à la matière pure de l'amidon, au gluten, à la gelée végétale, et à l'extrait.

Le gluten est la plus nutritive de ces substances, celle qui approche davantage de la nature des matières animales; c'est à elle que le blé doit sa supériorité sur les autres céréales. Le sucre vient ensuite, puis la farine, et enfin les matières gélatineuses et extractives. On estime la puissance nutritive de ces divers corps, par la quantité de substance alimentaire qu'ils donnent à l'analyse. Dans les années d'abondance, le goût et l'apparence influent beaucoup sur la consommation; mais lorsque la disette se fait sentir, on est moins difficile, et les connaissances dont nous parlons peuvent alors devenir de la plus grande utilité. Le sucre, la farine ou l'amidon présentent une

composition à peu près analogue , et se convertissent les uns dans les autres au moyen de procédés chimiques. J'exposerai plus tard les résultats de quelques expériences récentes et susceptibles d'être appliquées soit à l'économie de la végétation , soit à certains procédés de manufacture.

Toutes les substances qui se trouvent dans les plantes sont dues à la sève ; elle-même provient de l'eau ou des fluides répandus dans le sol ; les principes atmosphériques les altèrent ensuite ou se combinent avec eux. L'influence du terrain , de l'eau et de l'air sera d'abord le sujet de nos considérations. Les sols sont toujours formés d'un mélange de différentes matières, finement pulvérisées, de substances végétales ou animales qui se décomposent, et de quelques ingrédiens salins ; les corps terreux en forment la véritable base. Les autres élémens, soit qu'ils aient été naturellement ou artificiellement introduits , agissent à la manière des engrais. Quatre terres abondent en général dans la composition des champs : l'alumine , la silice , les calcaires et la magnésie ; elles ne sont , ainsi que je l'ai découvert , que des métaux très-inflammables , combinés avec l'oxygène ou l'air pur ; elles ne sont ni décompo-

sées, ni altérées dans l'acte de la végétation : nous n'avons du moins aucun fait qui nous permette de le croire.

La principale fonction du sol est de servir de support à la plante ; il lui permet de se fixer par les racines et de pomper peu à peu, au moyen des suçoirs, les substances dissoutes qui peuvent la nourrir.

Il n'est pas douteux que la fertilité ne tienne à un mélange de terres particulier. Les sols les plus stériles deviennent productifs quand on en modifie la composition. Je décrirai la méthode la plus simple dont on fasse usage pour connaître la constitution et les ingrédients chimiques dont elle paraît dépendre ; en même temps je remarquerai que les découvertes récentes ont fait disparaître une partie des difficultés qui s'opposaient autrefois aux recherches qui nous occupent.

Le luxe avec lequel l'humidité développe les plantes, et la promptitude avec laquelle elles se flétrissent quand elles manquent d'eau, firent admettre dans les écoles que celle-ci était le grand élément productif, la substance dont toutes les autres peuvent se former, et dans laquelle elles finissent par se résoudre. Le « ἀριστὸν μὲν ὕδωρ » du poète, « l'eau est ce qu'il y a

de plus noble, » semble exprimer cette opinion que les Grecs avaient reçue des Egyptiens, que Thalès enseigna, et que les alchimistes firent ensuite revivre. Dans l'année 1610, Van-Helmont crut avoir prouvé, par une expérience décisive, que tous les produits des végétaux peuvent provenir de ce liquide; Woodward fit voir, en 1691, l'inexactitude de ce résultat; mais la véritable fonction de l'eau dans l'acte de la végétation, ne fut connue qu'en 1785, époque à laquelle Cavendish fit cette mémorable découverte, qu'elle est composée de deux fluides élastiques ou gaz : le gaz inflammable ou hydrogène, et le gaz vital ou oxygène.

L'air était aussi regardé comme simple par les anciens. Quelques chimistes hasardèrent, dans les seizième et dix-septième siècles, des conjectures plus justes sur la nature de ce corps. Sir Kenelm Digby, en 1660, supposa qu'il contient une matière saline essentielle à la nutrition des plantes. Boyle, Hooke et Mayow annoncèrent, entre 1665 et 1680, qu'il n'y avait qu'une petite quantité d'air qui fût consumée dans la respiration des animaux et la combustion des corps inflammables; néanmoins, la vraie composition n'en a été connue que sur la fin du siècle passé. C'est à Scheell,

Priestley et Lavoisier que nous sommes redevables d'un si grand résultat. Ces hommes illustres firent voir que le fluide atmosphérique est formé de deux gaz, l'oxygène et l'azote, dont le premier est nécessaire pour entretenir la flamme et la vie des animaux, et le second les éteint l'une et l'autre. Ces deux gaz sont toujours mélangés avec un peu de vapeur aqueuse et d'acide carbonique. Le chimiste français prouva en outre que ce dernier corps est un fluide élastique composé de carbone dissout dans l'oxygène.

Jethro Tull avança, en 1733, que des molécules terreuses déliées forment la seule nutrition du monde végétal, que l'air et l'eau servent principalement à l'atténuation de ces molécules, que les engrais n'agissent qu'en améliorant la texture des sols, en un mot que leur action est purement mécanique. Cet ingénieux agronome avait remarqué que la division des terres et la pulvérisation qu'elles éprouvent par l'action de l'atmosphère et de la rosée, produisent d'excellens effets ; mais il tomba dans l'erreur en exagérant les conséquences de cette observation. Duhamel, dans un ouvrage imprimé en 1754, adopta la doctrine de Tull, et prétendit qu'en divisant bien le sol, on pouvait en obtenir plusieurs récoltes consécutives ; il

tenta même de prouver, par des expériences directes, que les végétaux sont susceptibles de venir sans engrais; mais, dans la suite, il abandonna cette opinion. De nouvelles recherches le conduisirent à admettre que plusieurs substances servent à la nutrition des plantes. Les hommes sans préjugés en étaient depuis longtemps convaincus; ils voyaient chaque jour que les corps qui servent à amender les terres sont entièrement consumés dans l'acte de la végétation. L'épuisement des sols par les récoltes de blé, et les effets du parcage, sont des preuves sensibles de cette vérité. Plusieurs chimistes, entre autres Hassenfratz et Saussure, ont fait voir, par des expériences convaincantes, que les substances végétales et animales déposées dans le sol sont absorbées par les plantes, et deviennent parties constituantes de la matière organisée. Quoique ni l'eau, ni l'air, ni la terre ne fournissent individuellement toute la nourriture qu'elle exige, tous ces corps agissent néanmoins sur la végétation. Le sol est le laboratoire dans lequel l'aliment se prépare. Aucun engrais ne peut être absorbé par les racines, sans la présence de l'eau; et celle-ci ou ses élémens existent dans tous les produits du règne végétal. Les grains ne germent pas s'ils

sont privés d'air ou de gaz oxygène. Les plantes décomposent, à l'aide de la chaleur solaire, le gaz acide carbonique que le premier de ces fluides contient; elles s'emparent du carbone et dégagent l'oxygène, avec lequel il était combiné. C'est ainsi que l'économie de la végétation contribue à maintenir l'ordre général du système de la nature.

Des recherches multipliées ont fait connaître que la composition de l'atmosphère n'a pas varié depuis l'époque où on en fit l'analyse pour la première fois. Cette fixité est due en grande partie aux plantes qui absorbent ou décomposent les produits gazeux de la putréfaction, ainsi que les émanations continuelles dégagées par les débris des substances animales et végétales.

Le gaz acide carbonique se forme d'une multitude de manières. La fermentation, la combustion, la respiration des animaux lui donnent naissance; et la végétation est le seul agent connu qui le détruit. Les deux règnes produisent des corps qui semblent nécessaires à leur existence mutuelle. Tous les êtres sont liés les uns aux autres dans l'exercice des fonctions vitales, et sont dans une dépendance réciproque sans laquelle ils périssent. L'eau

fournie par l'Océan se répand dans l'air : celui-ci la verse sur le sol, et vivifie les plantes. Les couches atmosphériques se mêlent et se confondent par l'action des vents et les variations de température ; elles sont successivement mises en contact avec la terre, et exercent sur elle la puissance de fertilisation dont elles sont pourvues. L'homme à son tour modifie le sol et applique les engrais : la nature semble les avoir mis à sa disposition pour exciter son industrie et développer son activité.

La théorie de l'action générale des engrais devient fort simple, à l'aide de quelques principes chimiques ; mais il reste beaucoup à faire pour trouver les meilleures méthodes de rendre solubles les substances animales et végétales. Une découverte non moins importante, est celle d'un procédé pour accélérer ou retarder leur décomposition, et obtenir tout l'effet qu'elles peuvent produire. Nous discuterons ces questions dans une leçon spéciale sur cet objet.

L'analyse démontre que les plantes sont principalement composées de carbone et de matières aëriiformes. Distillées, elles donnent de l'oxygène, de l'air inflammable, une masse charbonneuse et de l'azote, ou ce fluide élastique, impropre à la combustion, qui forme

une grande partie de l'atmosphère. Elles s'approprient ces élémens, soit par leurs feuilles, s'ils sont répandus dans l'air, soit par leurs racines, s'ils sont engagés dans le sol. Tous les engrais provenant de substances organisées contiennent les principes de matières végétales qui, pendant la putréfaction, deviennent ou solubles dans l'eau ou aëriiformes. C'est dans cet état qu'ils sont absorbés par les plantes. Nul ne forme à lui seul le *pabulum* de la vie végétale; ni le carbone, ni l'hydrogène, ni l'azote, ni l'oxygène, ne l'entretiennent exclusivement : tous y contribuent en divers états et en diverses combinaisons. Aussitôt que les fonctions vitales sont suspendues, les corps organiques éprouvent une série de changemens qui n'ont d'autre terme que la destruction et la dispersion complète des parties dont ils se composent. Les matières animales sont promptement détruites par l'action de l'air, de la chaleur et de la lumière; les végétales cèdent plus lentement, mais enfin elles obéissent aux mêmes lois. La connaissance de ces principes détermine l'époque de l'application des engrais fournis par les deux règnes. Je citerai quelques faits nouveaux qui

dissiperont toute espèce de doutes sur cette partie de la chimie agricole.

La théorie des engrais les moins composés, tels que le gypse, les alcalis et diverses combinaisons salines qui s'emploient à petites doses, a été jusqu'à présent excessivement obscure. On supposait qu'ils agissent sur l'économie végétale de la même manière que les condimens ou stimulans sur l'économie animale, et qu'ils rendent les alimens ordinaires plus nutritifs. Il est cependant beaucoup plus probable qu'ils contribuent directement à la nourriture des plantes, et qu'ils fournissent à la fibre végétale cette espèce de matière analogue à la substance osseuse qui se rencontre dans la structure des animaux.

L'action du gypse est extrêmement capricieuse ; et l'on n'a encore recueilli aucune donnée précise sur les circonstances où il convient de l'appliquer.

On peut se promettre avec confiance que la chimie éclairera tôt ou tard ce point important. Les plantes auxquelles le corps dont il s'agit profite le mieux, en donnent constamment à l'analyse ; le trèfle et la plupart des fourrages artificiels en contiennent, mais il n'existe qu'en très-petite quantité dans l'orge,

le blé et le turneps. Les cendres de plusieurs variétés de tourbes, dont le prix est assez élevé dans le commerce, recèlent une proportion considérable de cette substance, mêlée à un peu de fer : il paraît même qu'elle en est l'ingrédient le plus actif. J'ai analysé plusieurs sols amendés par elles avec succès, et je n'ai jamais pu découvrir que quelques traces de gypse. En général, les terres cultivées renferment la dose de ce principe que les graminées exigent, et l'application n'en peut être utile. Les plantes n'ont besoin que d'une certaine proportion d'engrais ; un excès, loin d'être avantageux, peut devenir préjudiciable.

La théorie de l'action des substances alcalines est une des branches de la chimie agricole les plus simples et les plus positives. Elles existent dans toutes les plantes ; c'est pourquoi on les range parmi les parties constituantes dont celles-ci se composent : il est probable qu'elles agissent par leur puissance de combinaison, et qu'elles introduisent dans la sève des principes qui servent à la nutrition des végétaux.

Les alcalis fixes étaient autrefois mis au rang des corps simples ; j'ai eu le bonheur de les décomposer. Ils sont formés d'air pur combiné avec des substances métalliques éminem-

ment inflammables. Jusqu'à présent, rien n'autorise à croire qu'ils soient réduits dans l'acte de la végétation.

Dans cette partie du cours, je développerai avec quelque étendue l'important article de la chaux, sur laquelle je présenterai des vues nouvelles.

Pline nous apprend que les Romains amendaient avec cette substance éteinte les terres dans lesquelles ils cultivaient les arbres à fruits. Les Bretons et les Gaulois faisaient anciennement usage de la marne comme d'un excellent engrais ; mais je ne crois pas qu'on connaisse d'une manière précise l'époque où la chaux vive fut généralement introduite dans l'économie rurale ; il est probable qu'elle le fut de bonne heure. Un corps dont on avait éprouvé d'heureux effets dans la culture des jardins, ne pouvait tarder à passer dans celle des champs, et les pays qui n'avaient pas de marne devaient naturellement la remplacer par la pierre à chaux calcinée.

Les anciens agronomes n'avaient pas de notions justes sur la nature de la chaux, de la pierre à chaux, de la marne, ni de leurs effets. C'est une suite nécessaire de l'état d'imperfection ou était alors la chimie. Les alchimistes

considéraient la matière calcaire comme une terre particulière qui se combinait par la chaleur avec un acide inflammable. Evelin, Hartlib, et, beaucoup plus tard, Lisle, l'ont présentée, dans les ouvrages qu'ils ont publiés sur l'agriculture, comme un engrais chaud, utile pour les terrains froids. C'est au docteur Black d'Edimbourg qu'on doit les premières idées exactes qu'on ait eues à cet égard; ce savant célèbre fit voir par des expériences décisives, vers l'année 1775, que la chaux et toutes ses variétés, les craies et les marnes, sont formées d'une terre particulière, unie à un acide aëri-forme; que cet acide est chassé par la calcination, circonstance qui rend cette substance caustique, et occasionne une perte en poids de plus de 40 p. 100.

Ces faits importans furent aussitôt appliqués, avec une égale certitude, à l'explication des usages de la chaux, soit comme ciment, soit comme engrais. Dans le premier cas, elle devient plus dure et résiste mieux à mesure qu'elle absorbe l'acide aëri-forme (acide carbonique), qui existe toujours en petite quantité dans l'atmosphère; elle acquiert par cette nouvelle combinaison ses propriétés primitives.

Les craies, les marnes calcaires ou pierres

à chaux réduites en poudre n'exercent aucune action particulière ; elles fournissent simplement une substance utile dans la composition des sols, et produisent un effet plus ou moins favorable, suivant les proportions de calcaire. Ce dernier corps, variable dans sa quantité, paraît être un ingrédient essentiel des terrains fertiles. Peut-être est-il nécessaire pour rendre leur texture moins compacte, peut-être entre-t-il dans la formation des organes des plantes.

La chaux vive agit d'abord en décomposant les matières des deux règnes ; elle semble les mettre plutôt en état de servir à la nutrition des végétaux ; mais peu à peu l'acide carbonique la neutralise et la transforme en une substance analogue à la craie. Dans cet état, elle se divise mieux et se mêle d'une manière plus égale avec les autres élémens du sol. Il est probable qu'elle profite plus à la terre qu'aucune autre substance calcaire dans son état naturel.

Le fait le plus remarquable que ces dernières années nous aient fait connaître, relativement à pierre à chaux, est dû à M. Tennant. On savait depuis long-temps qu'une variété de cette espèce, qui se rencontre en divers endroits du nord de l'Angleterre, produisait

la stérilité, ou du moins exerçait sur les terres une influence aussi longue que funeste, lorsqu'on l'employait en quantité considérable, soit vive, soit éteinte. Ce chimiste en fit l'analyse en 1800, et trouva qu'outre les substances ordinaires, elle contenait de la magnésie; il établit par plusieurs expériences que cette base est préjudiciable à la végétation, lorsqu'on en fait usage à l'état caustique et à fortes doses. Cependant, la chaux magnésienne est généralement employée, mais avec modération, dans les sols fertiles du Leicestershire, du Derbyshire et du Yorkshire; elle y produit d'excellens effets: on en consomme même beaucoup dans les terrains qui contiennent une grande proportion de matières végétales. Quand la magnésie est combinée avec l'acide carbonique, elle ne paraît pas être nuisible à la végétation; et, dans les fonds riches en humus, la décomposition que celui-ci éprouve l'amène promptement à cet état.

Après avoir discuté la nature et l'action des engrais, nous passerons à l'examen des opérations d'agriculture susceptibles d'être éclairées par les principes de la chimie.

La théorie des jachères est simple. Le repos accordé au sol ne le bonifie en aucune façon;

au contraire, il favorise l'accumulation de matières décomposables qui, dans le cours ordinaire des récoltes, eussent été absorbées à mesure qu'elles étaient produites. Enfin, on ne peut citer un seul cas où il y ait de l'avantage à laisser dormir les terres pendant un an ; cette méthode n'est profitable que lorsqu'il s'agit de détruire les mauvaises herbes et de purifier un fonds infecté (1).

La théorie chimique des opérations de l'éco-buage sera complètement discutée dans cette partie du cours.

On conçoit facilement qu'elles doivent toujours détruire une certaine quantité de matières végétales, et qu'elles sont principalement utiles pour les sols qui en contiennent un excès. L'action du feu améliore la texture des argiles, en ce qu'il les rend moins cohérentes et moins perméables à l'eau.

Lorsque le sable siliceux forme la base du

(1) L'auteur ne recommande sans doute d'accorder quelque relâche à la terre, que pour laisser aux plantes adventices le temps de se développer ; enfouies ensuite avant l'époque de la floraison, elles ne peuvent plus se reproduire. Mais peut-être serait-il préférable d'adopter des cultures qui exigent de fréquens binages : le sol se trouverait purifié sans qu'on eût perdu aucune récolte.

terrain, elles sont tout-à-fait pernicieuses; elles décomposent le peu de matières végétales ou animales qu'il renferme, et auxquelles il doit sa fertilité.

Les avantages de l'irrigation, qui ont été tout récemment l'objet d'une attention spéciale, n'étaient pas ignorés des anciens. Il y a plus de deux siècles que le chancelier Bacon a recommandé cette méthode aux agriculteurs : « L'irrigation des prés, suivant cet homme illustre, n'est pas seulement utile aux graminées, par l'humidité où elle les tient, mais encore parce qu'elle leur présente en dissolution des substances nutritives, et qu'elle préserve leurs racines des effets du froid. » Voyez, dans son Histoire naturelle, l'article *Végétation*.

On ne peut poser aucun principe général, relativement au mérite comparatif des divers systèmes de culture et d'assolements, sans connaître la nature chimique des sols, et les circonstances physiques auxquelles ils sont assujettis. Les terrains empâtés, cohérens, sont ceux qui profitent le plus par la division et l'action de l'air. C'est surtout dans un système d'agriculture en rayons, que les effets en sont sensibles. Il est possible cependant que les localités soient telles, qu'ils ne compensent

ni la peine, ni les dépenses qu'ils exigent. Les climats humides sont les plus propres aux prairies artificielles, aux avoines, aux récoltes de plantes à feuilles larges; les sols alumineux, compactes, conviennent aux blés; les terrains calcaires produisent du sain-foin et du trèfle excellens.

Rien ne serait plus utile pour l'agriculture, qu'une suite d'expériences détaillées, dans lesquelles on tiendrait compte de toutes les circonstances qui influent sur le produit des moissons. Cet art ne fera de progrès qu'autant que ses méthodes deviendront plus exactes. Dans ces recherches, comme dans toutes celles qui appartiennent à la physique, il faut évaluer jusqu'aux plus petites causes : la chute d'un demi-pouce d'eau, plus ou moins, dans le cours d'une saison, quelques degrés de température, une légère différence dans les couches intérieures, ou dans la pente de la terre, peuvent faire varier les résultats.

Les conséquences déduites de ces recherches seraient plus exactes, et pourraient se lier aux principes généraux de la science, si celles-ci étaient bien faites; elles éclaireraient les fermiers, et leur profiteraient plus que tous ces essais imparfaits que l'empirisme tente chaque

jour. On rencontre fréquemment des partisans exclusifs de la pratique et de l'expérience ; ils repoussent tout projet qui tend à perfectionner l'agriculture au moyen des méthodes chimiques. Sans doute on trouve beaucoup de vague et de hasardé dans certains ouvrages sur l'économie rurale : il n'est pas rare d'en voir qui sont remplis de termes techniques, tels que oxygène, hydrogène, carbone et azote ; comme si la science était fondée non sur les choses, mais sur les mots. Dans le fait, c'est une nouvelle preuve de la nécessité d'établir des principes sur cet objet. En effet, dès qu'on parle d'agriculture, on est obligé de recourir à la chimie ; on ne peut faire un pas sans elle. Si on se contente de considérations incomplètes, ce n'est pas qu'on les préfère à des connaissances exactes ; c'est qu'elles sont plus répandues. Cependant, lorsqu'on voyage au milieu des ténèbres de la nuit, et qu'on ne veut pas se laisser égarer par les feux follets, l'unique moyen est de s'armer d'un flambeau.

On a dit qu'un chimiste théoricien serait un très-mauvais fermier, et cela est vrai, à moins qu'il n'eût fait l'apprentissage de la pratique et de la théorie de l'art. Mais on peut croire avec assurance que, de deux hommes qui seraient

également étrangers à l'économie rurale, celui qui connaîtrait la chimie réussirait le mieux. Dans quelque situation qu'une personne se trouve, cette science peut lui être utile; elle n'est pas d'ailleurs la seule nécessaire; elle ne forme qu'une faible partie des bases philosophiques de l'agriculture: mais cette partie est importante, et produit les meilleurs effets toutes les fois qu'elle est bien appliquée.

A mesure que la science marche, les principes deviennent moins compliqués, et conséquemment plus utiles; on en fait aux arts une application plus avantageuse. Le simple artisan ne peut, en aucun cas, être pénétré des doctrines générales de la philosophie; mais il ne repousse pas une pratique dont l'excellence lui est démontrée, parce qu'elle est suggérée par la théorie. Le matelot prend confiance à la boussole, quoiqu'il ignore profondément les découvertes de Gilbert sur le magnétisme, et les principes abstraits développés par le génie d'Epinus. Le teinturier fait usage de la liqueur à blanchir, quoiqu'il ne soupçonne peut-être ni la nature, ni même le nom de la substance qu'il emploie. Le grand objet des recherches chimiques, sur le sujet qui nous occupe, est de trouver de bonnes méthodes de culture, ce

qui exige la réunion des connaissances théoriques et pratiques. Les spéculations pures mènent souvent aux découvertes, et l'industrie n'est jamais si prospère que quand elle est guidée par la science.

C'est aux grands, aux riches propriétaires, à ceux que l'éducation a rendus capables de former des plans bien conçus, et que la fortune a mis à même de les exécuter, qu'il appartient de répandre l'instruction parmi les classes subalternes : ils y sont d'ailleurs intéressés ; car les bénéfices de celui qui possède sont liés à ceux de la personne qui exploite. L'attention de l'un sera plus minutieuse et plus soutenue, quand il sera convaincu des connaissances de l'autre, et qu'il n'aura plus l'espérance de le tromper. L'ignorance de celui-ci, sur la manière dont les terres doivent être tenues, est souvent cause de la négligence de celui-là. *Agnum pessimum mulctari cujus dominus non docet sed audit villicum.*

Il ne faut pas croire qu'il faille beaucoup de temps et qu'il soit nécessaire d'avoir une connaissance approfondie de la chimie générale, pour faire des expériences sur la nature des sols et les propriétés des engrais. Rien n'est plus facile que de voir s'ils font effervescence

ou s'ils changent de couleur par l'action des acides, s'ils brûlent quand on les soumet à celle de la chaleur, et combien ils perdent en poids ; néanmoins, ces indications si simples sont très-importantes dans un système de culture. De telles expériences sont peu coûteuses ; un petit cabinet suffit pour renfermer tous les appareils qu'elles exigent. Des fioles, quelques acides, une lampe et un creuset, voilà tout ce qui est nécessaire.

Les recherches de chimie agricole, celles mêmes qui sont suggérées par la théorie la plus sage, n'ont pas toujours le succès désirable ; pour une qui réussit, dix manquent. Ces accidens sont inévitables, attendu la nature capricieuse et incertaine des causes qui agissent, et l'impossibilité de prévoir toutes les circonstances accidentelles ; mais ces désagréemens ne doivent pas décourager ceux qui les éprouvent ; un seul résultat heureux qui introduit quelque perfectionnement dans les procédés d'agriculture, suffit pour dédommager d'une vie entière de tentatives. Celles qui n'ont pas une bonne issue, établissent souvent, quand elles sont bien observées, des vérités importantes, ou détruisent des préjugés funestes.

En ne considérant cette branche de connaissances que sous le point de vue philo-

sophique, elle mérite encore toute notre attention. En effet, quoi de plus intéressant que les formes par lesquelles passent les êtres doués de la vie, les applications et les usages dont ils sont susceptibles? Quoi de plus digne de notre admiration que les changemens successifs éprouvés par la matière inorganique, jusqu'à ce qu'elle ait atteint sa destination et qu'elle serve aux besoins de l'homme?

Plusieurs sciences sont cultivées avec ardeur. On les considère comme des études, réservées aux esprits élevés. Elles donnent une vive satisfaction intellectuelle; elles agrandissent les idées que nous avons de la nature et des objets qui nous entourent. Mais combien le sujet qui nous occupe n'est-il pas plus digne de nos méditations! Il réunit tous les attraits que les autres présentent, et il a par-dessus eux l'avantage de tourner au profit immédiat de la société. *Nihil est melius, nihil uberius, nihil homine liberodignius.*

Les découvertes en agriculture n'appartiennent pas seulement au temps et au pays où elles sont faites. Elles exercent une heureuse influence sur les siècles à venir; elles améliorent la condition humaine; elles pourvoient à la subsistance des générations futures; elles multiplient la vie et en assurent les jouissances.

DEUXIÈME LEÇON.

Des puissances générales de la matière qui influencent la végétation. — De la gravitation, de la cohésion, de l'attraction chimique, de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, des substances pondérables, des élémens de la matière, et particulièrement de ceux qu'on trouve dans les végétaux. — Lois qu'ils suivent dans leurs combinaisons et arrangemens.

LES grandes opérations de l'agriculteur ont pour objet la production et le perfectionnement de certaines classes de végétaux. Elles sont ou mécaniques ou chimiques, et sont par conséquent soumises aux mêmes lois que la matière ordinaire. Les plantes elles-mêmes en dépendent jusqu'à un certain point; c'est pourquoi il est nécessaire d'étudier les effets qu'elles produisent, soit en considérant les phénomènes de la végétation, soit en examinant la culture du règne végétal.

Une des plus importantes propriétés de la matière est la *gravitation* ou puissance qui en attire les masses les unes vers les autres. C'est elle qui précipite les corps lancés en l'air, et qui maintient les diverses parties du globe dans leurs positions respectives. L'action qu'elle

exerce est proportionnelle à la quantité de matière sur laquelle elle agit. D'où il résulte que les graves placés au-dessus de la surface de la terre, suivent en tombant une ligne droite qui, prolongée suffisamment, passerait par son centre. Une seconde conséquence de la même loi, c'est qu'un corps dont la chute a lieu près d'une haute montagne, fléchit vers celle-ci et se dévie de la verticale, ainsi que l'ont démontré les expériences du docteur Maskeline.

La gravitation exerce une influence très-remarquable sur l'accroissement des plantes. Il est probable, d'après les recherches de Knight, que la direction particulière des racines et des branches, est presque entièrement due à cette force.

Le savant que je viens de nommer, déposa des graines de fèves de jardin sur la circonférence d'une roue placée successivement dans une situation verticale et horizontale, et mise en mouvement par une contre-roue, mue elle-même au moyen d'un courant d'eau. Le nombre des révolutions pouvait en être réglé. Les fèves furent tenues humides et dans des circonstances favorables à la germination. La plus grande vitesse imprimée, fut de 250 révolutions par minute. Knight reconnut que

dans tous les cas les fèves se développent, et que la direction des racines et des tiges est influencée par la rotation. Quand la force centrifuge était supérieure à la force de gravitation, ce qu'on supposait avoir lieu lorsque la roue placée dans une situation verticale, accomplissait 150 révolutions par minute, toutes les radicules, quelle que fût d'ailleurs la direction qu'elles eussent reçue par la position de la fève, tournaient leurs pointes hors de la circonférence, et croissaient en faisant un angle presque droit avec l'axe; les tiges, au contraire, prenaient une direction opposée, et se trouvaient, après quelques jours, au centre de la roue.

Lorsque celle-ci était horizontale, que la force centrifuge n'avait que le degré d'intensité suffisant pour modifier la force de gravitation, et qu'on imprimait au système la plus grande vitesse de rotation possible, les radicules s'inclinaient, au-dessous du plan de la roue, d'environ dix degrés, et les tiges s'élevaient de la même quantité au-dessus. La déviation de la verticale était d'autant moindre que le mouvement était moins rapide (1).

(1) La figure 1 représente le cas où la roue, disposée

Ces faits nous donnent la solution d'un problème curieux qui a été long-temps un sujet de dispute parmi les savans. Les uns, comme de Lahire, expliquaient la direction des plantes par la nature de la sève; d'autres, comme Darwin, par la force vitale, par le stimulus de l'air sur les feuilles, et l'action de l'humidité sur les racines. Il est reconnu aujourd'hui qu'elle ne dépend que de causes mécaniques. La gravité semble être la seule force à laquelle on puisse la rapporter; c'est la seule dont l'action soit universelle, la seule qui tende à imprimer à toutes les parties une direction uniforme.

Si la cause que nous venons d'assigner est véritable, il est évident que le nombre des plantes sur une surface donnée, ne peut être accru en rendant cette surface irrégulière, ainsi que quelques personnes l'ont supposé. Il ne vient pas plus de tiges sur une montagne que sur un espace de terrain égal à sa base; la petite attraction qu'exercent les inégalités du terrain ne les écarte que faiblement

verticalement, faisait 150 révolutions par minute; la fig. 2, celui où la roue, placée horizontalement, en faisait 250.

de la perpendiculaire. Il est possible qu'il en soit autrement pour les plantes traçantes, telles que le fiorin décrit récemment par Richardson; mais le principe paraît rigoureux pour les récoltes de blé.

La direction des racines et des tiges est telle, que les unes et les autres sont nourries et influencées par les agens externes qui sont nécessaires à leur développement et à leur croissance. Les premières se trouvent en contact avec les fluides dans le sein de la terre; les deuxièmes sont exposées à l'action de l'air et de la lumière; et la même loi qui maintient les planètes dans leurs orbites, préside aux fonctions de la vie végétale.

Quand on fait glisser deux pièces de verre poli l'une sur l'autre, elles adhèrent ensemble et exigent une certaine force pour être séparées. Ce phénomène est dû à *l'attraction de cohésion*; c'est à la même cause qu'il faut attribuer l'élévation des liquides dans les tubes étroits, et les formes globulaires que prennent les gouttes d'eau: aussi l'appelle-t-on souvent *attraction capillaire*. Elle paraît, ainsi que la gravitation, être commune à toute la matière; il semble même qu'elle ne soit qu'une modification de la loi générale à laquelle celle-ci est assujettie:

comme la gravité, elle exerce une grande influence sur la végétation ; elle conserve les formes d'agrégation de toutes les parties des plantes, et détermine l'absorption des fluides par leurs racines.

Si on jette un peu de magnésie pure (la magnésie calcinée des droguistes) dans le vinaigre distillé, elle se dissout graduellement. Cet effet est attribué à l'*attraction chimique*, qui tend à confondre en un seul corps différentes espèces de matières. Celles-ci s'unissent suivant leur nature avec différens degrés d'énergie ; ainsi, l'acide sulfurique s'empare plus vivement de la magnésie que le vinaigre rectifié. Si on prend une dissolution de ces deux dernières substances et qu'on y ajoute de la première, le vinaigre est mis en liberté, et l'acide se substitue à sa place. Cette attraction s'appelle aussi *affinité chimique*, elle se fait sentir dans la plupart des phénomènes de la végétation. C'est elle qui dissout les divers ingrédiens dont la sève se compose, et qui en incorpore plusieurs dans les organes des végétaux : tout du moins porte à croire que c'est elle qui produit cette assimilation. Elle change divers produits de la nature, et leur communique de nouvelles formes. La nourri-

ture des plantes s'élabore dans le sol ; les débris de substances végétales et animales s'altèrent par l'action de l'air et de l'eau , et se convertissent en liquides ou en fluides aëriiformes. Les roches se décomposent et se changent en terres qui subissent ensuite elles-mêmes une plus grande pulvérisation , et deviennent propres à recevoir les racines des plantes.

Les différentes espèces d'attraction tendent à conserver les arrangemens de la matière , ou à en former de nouveaux. Si elles n'étaient pas balancées par des forces qui agissent en sens contraire, la nature serait bientôt réduite à un état de repos parfait, et le monde physique plongé dans un sommeil éternel. Les puissances mécaniques, les mouvemens de projection , la force centrifuge, sont en lutte continuelle avec la gravitation ; et leur action réunie règle , détermine les mouvemens des corps célestes. *L'énergie répulsive de la chaleur* oppose le même obstacle à la cohésion et à l'attraction chimique , et le cycle harmonieux des changemens terrestres s'accomplit par la combinaison de causes si diverses.

Les corps se transmettent la chaleur et sont dilatés par elle. Ce fait est facile à prouver. Un cylindre métallique chaud ne passe plus

dans l'anneau qui le recevait froid. De l'eau exposée dans un matras à l'action du feu, s'élève dans le col du vase. L'air que captive une cloche renversée sur une cuve pneumatique, augmente de volume par la même cause. Dès que sa température s'élève, il traverse le liquide et s'échappe.

Les thermomètres sont des instrumens destinés à mesurer la chaleur au moyen des dilatations qu'éprouvent les fluides contenus dans des tubes étroits. C'est généralement le mercure qui est employé à cet usage. 100000 parties au degré de température où l'eau se congèle, deviennent 101835 au terme de son ébullition. L'intervalle compris entre ces points extrêmes, est divisé en 100 degrés. L'état des corps varie suivant la quantité de chaleur qu'ils contiennent; à mesure qu'elle augmente, ils passent du solide au liquide, et de celui-ci au gazeux. Ainsi, une certaine dose de calorique liquéfie la glace, une plus grande la réduit en fluide élastique; mais ce principe disparaît dans les opérations, ou, comme on dit, il devient *latent* jusqu'au moment où la substance dont il s'agit, reprenant sa première manière d'être, présente des phénomènes inverses. Il résulte de-là qu'il se produit du froid pendant que

les vapeurs se forment , et de la chaleur pendant qu'elles se condensent.

Cette loi souffre quelques exceptions qui semblent dépendre de changemens dans la constitution chimique des corps , ou d'accidens de cristallisation. L'argile se contracte par une haute température ; mais cette anomalie est produite, selon toute apparence , par un petit dégagement d'eau. Le fer fondu , l'antimoine cristallisent en refroidissant et prennent de l'expansion. La glace est beaucoup plus légère que l'eau. Celle-ci se dilate un peu avant son point de congélation, et atteint son maximum de densité à 5° ou 5,5. Cette circonstance est très-importante dans l'économie générale de la nature. L'influence que les variations des saisons et les diverses positions du soleil exercent sur les phénomènes de la végétation , attestent combien la chaleur doit influer sur les fonctions des plantes. Les matières qui servent à leur nutrition doivent être fluides pour que les suçoirs les absorbent ; elles tarissent quand la surface de la terre est congelée : les organes des végétaux ne peuvent rien en extraire. Lorsque la température est élevée, l'activité des combinaisons chimiques devient plus grande, et l'ascension

des liquides dans les tubes capillaires plus rapide.

Il est facile de prouver ce dernier fait ; car si l'on prend deux verres pleins, l'un d'eau chaude, l'autre d'eau froide, et qu'on fasse plonger dans chacun d'eux une tige creuse, herbassée semblable, pliée le long des parois, afin de soutirer une portion du liquide, l'eau chaude s'écoulera plus rapidement que l'eau froide. La fermentation et la décomposition des substances végétales et animales, exigent un certain degré de chaleur ; celle-ci est conséquemment nécessaire pour la préparation de la nourriture des plantes. D'une autre part, comme l'évaporation est d'autant plus abondante que la température est plus élevée, le superflu de la sève se dissipe en moins de temps, lorsque l'ascension de ce fluide est plus prompte.

On n'est pas d'accord sur la nature de la chaleur. Les uns la considèrent comme un fluide subtil, dont les particules sont animées d'une force répulsive mutuelle, et d'une grande affinité pour les corps étrangers ; les autres l'envisagent comme un mouvement vibratoire imprimé aux molécules de la matière. Ce mouvement, plus ou moins intense suivant les circonstances qui le déterminent ou le modifient,

produit les variations de température. Quelque soit celle de ces deux opinions qui l'emporte, il est certain qu'il y a une matière répandue entre les corps célestes et nous, que cette matière se meut en ligne droite, et qu'elle est capable de produire de la chaleur. C'est ainsi que les rayons solaires en dégagent, lorsqu'ils frappent la surface de la terre. Les belles expériences de Herschel ont prouvé que parmi ceux dont se compose le faisceau lumineux, il y en a qui n'éclairent pas, mais qui donnent plus de *chaleur* que les *rayons visibles*; celles de Ritter et de Wollaston ont fait voir ensuite qu'il y en a d'autres qui sont *invisibles*, et se distinguent par leurs effets *chimiques*.

L'influence particulière que les uns et les autres peuvent avoir sur la végétation, n'a pas encore été étudiée; mais il n'est pas douteux qu'ils en exercent une, indépendamment de la chaleur qu'ils développent. Ainsi, les plantes tenues dans l'obscurité d'une serre chaude végètent avec force, et n'ont cependant jamais des couleurs aussi vives que celles qui croissent en plein air: leurs feuilles sont blanches ou pâles, leur jus aqueux et très-sucré.

Un bâton de cire d'Espagne, frotté avec un morceau d'étoffe de laine, acquiert la propriété

d'attirer les corps légers, tels que les barbes de plumes et les cendres : on dit alors qu'il est *électrisé*. Un cylindre métallique, supporté par une tige de verre, et mis en contact avec ce même bâton, acquiert momentanément la même propriété. L'électricité se communique donc comme la chaleur ? Quand deux corps reçoivent la même influence électrique, ou sont électrisés par le même corps, ils se repoussent mutuellement ; quand l'un d'eux, au contraire, est électrisé par la cire, et l'autre par le verre, ils s'attirent. L'électricité du verre est dite vitrée ou positive ; et celle de la cire, résineuse ou négative.

Quand deux corps sont soumis à un frottement mutuel, l'un se charge d'électricité positive, et l'autre d'électricité négative. Cet effet a constamment lieu ; et, dans les machines électriques ordinaires, les métaux supportés par des cylindres de verre passent toujours à cet état. Le contact développe également le fluide dont il s'agit : un morceau de zinc et une pièce d'argent placés, celui-là au-dessus, celui-ci au-dessous de la langue, impriment en se touchant une légère secousse. Un certain nombre de plaques de cuivre et de zinc, cent, par exemple, disposées en piles et séparées par

des morceaux de drap humectés avec de l'eau salée, dans l'ordre suivant : zinc, cuivre, drap mouillé ; zinc, cuivre, drap mouillé, et ainsi de suite, forment une batterie électrique qui produit de fortes commotions, et donne de vives étincelles. La puissance chimique en est très-remarquable. Les phénomènes lumineux développés par l'électricité commune, tels que le tonnerre et les éclairs, sont connus ; il serait hors de propos de s'en occuper ici.

Des variations électriques ont constamment lieu à la surface de la terre et au sein de l'atmosphère ; mais on n'a pas encore bien examiné l'influence qu'elles exercent sur les végétaux. Des expériences faites au moyen de la pile voltaïque (instrument formé de zinc, de cuivre et d'eau), ont démontré que les composés peuvent en général être réduits par le fluide qu'elle développe. Il est probable que les divers phénomènes électriques qui se succèdent dans la nature, influent sur la germination des graines et l'accroissement des plantes. Je me suis assuré que le blé germe beaucoup plus vite dans l'eau chargée d'électricité vitreuse, que dans celle qui contient le principe opposé. On a reconnu que les nues sont habituellement négatives ; et comme, dès qu'un

nuage est dans un état, la partie de la terre située au-dessous est dans un état opposé, il est probable que le globe est communément positif.

Les savans sont divisés sur la nature de l'électricité : les uns supposent que tous les phénomènes qu'elle engendre sont dûs à un fluide unique ; les corps qui en contiennent un excès sont dits positifs, et ceux qui n'en renferment pas une quantité suffisante, sont censés négatifs. D'autres, pour expliquer les mêmes faits, admettent deux principes, qu'ils nomment vitré et résineux ; enfin, d'autres les regardent comme des affections ou mouvemens de la matière, ou comme une manifestation de puissances attractives semblables à celles qui produisent les compositions ou décompositions chimiques, avec cette différence, néanmoins, qu'elles n'agissent que sur les masses.

Les forces, dont nous venons de donner une idée succincte, agissent continuellement sur la matière ; elles en altèrent, elles en changent les formes, et donnent naissance à des combinaisons appropriées aux besoins de la vie. Les corps sont simples ou composés. Ils sont réputés simples, quand ils ne peuvent être résolus en aucune autre forme de matière : ainsi,

quoiqu'on fonde au moyen de la chaleur, ou qu'on dissolve dans les menstrues corrosifs l'or et l'argent, néanmoins ces deux métaux n'éprouvent aucune altération dans leurs propriétés, et sont appelés corps simples. On dit qu'un corps est composé, quand on en retire deux ou un plus grand nombre de substances : tel est le marbre ; en le soumettant à une forte chaleur, on le convertit en chaux et en fluide élastique ; ce dernier se dégage pendant l'opération. Pour que la composition assignée aux corps puisse être considérée comme véritable, il faut qu'ils soient susceptibles d'être recomposés par les mêmes substances dans lesquelles ils se sont résolus : c'est ainsi que la chaux, exposée pendant long-temps à l'action du fluide élastique mis en liberté pendant la calcination, se convertit en une substance semblable à du marbre pulvérisé.

Dans l'état actuel de la science, le mot élément a la même signification que ceux de corps simples ou indécomposés. Il est probable que nous ne connaissons encore aucun des véritables élémens de la matière ; plusieurs substances supposées simples autrefois, ont été réduites dans ces derniers temps. La classification chimique des corps ne doit être con-

sidérée que comme une simple expression de faits qui résultent d'expériences statiques exécutées avec soin.

Les substances végétales sont en général d'une nature très-composée ; elles renferment un nombre considérable d'éléments , dont la plupart appartiennent à d'autres règnes , et se présentent sous diverses formes. Examinons d'abord les combinaisons simples qu'ils produisent , nous passerons ensuite aux plus composées.

Les corps qu'on n'a pu jusqu'à présent décomposer , sont deux gaz , soutiens de la combustion , sept substances inflammables , et trente-huit métalliques.

Toutes les fois que ces éléments entrent dans la composition d'une substance inorganique , ils s'unissent en proportions définies ; en sorte que si on les représente par des nombres , celles-ci s'expriment par ces nombres mêmes , ou par quelques-uns de leurs multiples les plus simples.

Je vais exposer succinctement les propriétés caractéristiques des principales substances simples , avec les nombres proportionnels correspondans , qui ont été déterminés d'une manière exacte.

1. L'oxygène forme environ la cinquième partie de notre atmosphère ; il conserve l'état de fluide élastique à toutes les températures connues ; sa pesanteur spécifique est à celle de l'air, comme 10967 est à 10000 ; il alimente la combustion beaucoup plus vivement que l'air ordinaire. Si on plonge dans un flacon rempli de ce gaz un petit fil de fer ou un ressort de montre chargé d'un morceau de bois en ignition, il brûle en dégageant une grande quantité de lumière. L'oxygène est respirable, très-peu soluble dans l'eau ; son nombre proportionnel est 15 (1). On le prépare en distillant un

(1) La plupart des chimistes ont adopté l'oxygène pour l'unité à laquelle ils rapportent le poids de tous les autres élémens : M. Davy a donné la préférence à l'hydrogène ; et le nombre 15, par lequel l'oxygène est représenté dans le texte, indique qu'un poids quelconque d'hydrogène, égal à l'unité, se combine avec un poids d'oxygène égal à 15 ou à un multiple ou sous-multiple de ce nombre ; que ce même poids d'hydrogène exige un poids de chlore égal à 67, multiplié ou divisé par 2, 3, 4, et en général par un nombre entier qui ne dépasse jamais 6 ; en sorte que les nombres proportionnels de toutes les substances se trouvent exactement, les uns à l'égard des autres, dans les rapports que donnerait l'analyse chimique appliquée à ces mêmes substances.

mélange de manganèse et d'acide sulfurique, ou en soumettant à l'action d'une forte chaleur du plomb rouge ou du précipité rouge de mercure.

2. Le chlore, ou gaz oxymuriatique, est, ainsi que l'oxygène, un fluide élastique permanent; il est impropre à la respiration, de couleur jaune-verte, et d'une odeur très-désagréable; il opère la combustion de tous les corps combustibles ordinaires, hors le charbon; sa densité est, à celle de l'air, comme 24677 est à 10000. L'eau en dissout deux fois son volume, et détruit ensuite les couleurs végétales. Plusieurs métaux, tels que le cuivre et l'arsenic, prennent feu spontanément quand on les introduit dans un flacon plein de ce gaz. On le prépare en chauffant un mélange d'esprit de sel ou acide muriatique, et de manganèse. Le nombre qui représente la proportion dans laquelle il se combine, est 67.

3. L'hydrogène, ou gaz inflammable, est la plus légère des substances connues. Sa densité est à celle de l'air comme 69 est à 10000. Mis en contact avec ce dernier corps, une bougie suffit pour l'enflammer. La proportion dans laquelle il se combine est représentée par l'unité ou 1. On obtient ce gaz en distillant ensemble de l'huile de vitriol, de la li-

maille de fer ou de zinc , et de l'eau. Il sert à enfler les ballons.

4. L'azote est une substance gazeuse qui ne se condense à aucune température connue. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'air dans le rapport de 9516 à 10000. Dans les circonstances ordinaires, il n'éprouve pas de combustion , mais il se combine avec l'oxygène au moyen de l'étincelle électrique. Il forme près des $\frac{4}{7}$ de l'atmosphère , et se prépare en brûlant du phosphore dans une portion déterminée d'air. Son nombre proportionnel est 26.

5. Le carbone , considéré comme matière pure du charbon , s'obtient en faisant passer de l'esprit de vin dans un tube chauffé au rouge. Il se volatilise par une haute température , sans qu'on puisse néanmoins en opérer la fusion. Sa pesanteur spécifique n'est pas facile à déterminer ; mais celle du diamant , qui présente la plus parfaite identité avec le carbone , est à celle de l'eau comme 3500 est à 1000. Le charbon a la propriété remarquable d'absorber plusieurs fois son volume de différens fluides élastiques , et de les dégager lorsqu'on le soumet à l'action de la chaleur. Son nombre proportionnel est 11, 4.

6. Le soufre est la substance connue sous ce

nom, à l'état de pureté. Sa densité est à celle de l'eau dans le rapport de 1990 à 1000. Il entre en fusion à 104° , 4, et s'enflamme de 260 à 315° . S'il est en contact avec l'air, il brûle avec une flamme bleue pâle, se combine avec l'oxygène, et produit un gaz acide particulier. Son nombre proportionnel est 30.

7. Le phosphore est une substance solide, d'un rouge pâle et d'une pesanteur spécifique représentée par 1770. Il fond à 52° , 2, et bout à 288° . Il est lumineux dans l'air à la température ordinaire, et brûle avec violence à 65° , 5 ; de sorte qu'il ne faut le manier qu'avec précaution. On le prépare en faisant digérer des os pulvérisés dans l'acide sulfurique, et en chauffant fortement ce mélange pétri avec de la poussière de charbon.

8. Le bore est une substance solide, d'un noir olive, et infusible à toutes les températures connues. Il n'est découvert que depuis quelques années, et s'extraît de l'acide boracique. Il se consume en jetant des étincelles brillantes quand on le chauffe dans l'oxygène. Mis en contact avec le chlore, il ne produit pas le même phénomène. La densité et le nombre proportionnel du bore, n'ont pas été déterminés d'une manière exacte.

9. Le platine est un métal plus blanc que l'argent. C'est le corps le plus pesant que l'on connaisse. Sa densité est de 21500. Il n'est attaqué par aucun menstrue, hors ceux qui contiennent du chlore. Il exige, pour se fondre, un degré de chaleur très-intense.

10. Les propriétés de l'or sont connues. Sa pesanteur spécifique est de 19277. Ainsi que le platine, il n'éprouve qu'une faible action de la part des acides. Une des propriétés caractéristiques de ces deux corps, est d'être très-difficilement attaqués par le soufre.

11. L'argent pèse spécifiquement 10400; il brûle plus facilement que l'or et le platine, dont la combustion exige la vive chaleur de l'électricité. Il se combine facilement avec le soufre, et a pour nombre proportionnel 205.

12. Le mercure est le seul métal connu qui soit fluide à la température ordinaire. Il bout à 348° , 8 au-dessus de zéro, et se congèle à 39° au-dessous. Sa densité est 13560, et son nombre proportionnel 380.

13. Le cuivre pèse spécifiquement 8890. Soumis à une forte chaleur, il brûle avec une flamme rouge tirant au verd. Son nombre proportionnel est 120.

14. Le cobalt a pour densité 7700. Son point de fusion est presque aussi élevé que celui du fer. Calciné ou à l'état d'oxide, il est employé à bleuir le verre.

15. Le nickel est blanc et pèse spécifiquement 8820. Ce métal, ainsi que le cobalt et le fer, jouit de la propriété magnétique. Son nombre proportionnel est 111.

16. Le fer pèse spécifiquement 7700. Ses autres propriétés sont connues. Il a pour nombre proportionnel 103.

17. L'étain a pour densité 7291. Il est très-fusible, et brûle quand il est calciné au contact de l'air. Son nombre proportionnel est 110.

18. Le zinc est un des métaux communs les plus combustibles. Sa pesanteur spécifique est à peu près 7210. Dans son état ordinaire, il est cassant; mais échauffé, il se martelle et passe au laminoir. Il donne même des feuilles très-minces. Après cette opération, il est malléable. Son nombre proportionnel est 66.

19. Le plomb pèse spécifiquement 11552. Il demande, pour entrer en fusion, une température beaucoup plus élevée que l'étain. Son nombre proportionnel est 398.

20. Le bismuth est un métal cassant, presque aussi fusible que l'étain, et dont la pesanteur

spécifique est de 9822. Quand il refroidit lentement, il cristallise en cubes. Son nombre proportionnel est 135.

21. L'antimoine se volatilise à une forte chaleur rouge. Sa densité est de 6800. Il brûle avec une faible lumière blanche quand on le calcine au contact de l'air. Son nombre proportionnel est 170.

22. L'arsenic est blanc-bleuâtre; il pèse spécifiquement 8310. On le prépare en chauffant dans une fiole l'arsenic blanc des boutiques, pulvérisé et empâté avec de l'huile. Le métal se sublime et se condense sur le col du vase. Le nombre proportionnel qui le représente est 90.

23. Le magnésium se prépare de la manière suivante : on prend du minéral connu sous le nom de manganèse, on le satrifie avec de la poussière de charbon, et on chauffe à un feu de forge. Ce métal est à la fois fort difficile à fondre et très-combustible. Sa densité est de 6850, et son nombre proportionnel de 177.

24. Le potassium est le plus léger des métaux connus, sa densité n'étant que de 850. Il entre en fusion à 65°, 5, et se volatilise à une température un peu inférieure au rouge. Il est très-combustible, prend feu dès qu'on le jette sur l'eau, brûle avec beaucoup d'éclat, et donne

naissance à des produits qui se dissolvent dans le liquide. Son nombre proportionnel est 75. On le prépare en décomposant l'alcali végétal caustique (l'alcali pur des droguistes), au moyen d'une forte batterie électrique, ou de limaille de fer renfermée dans un canon de fusil et fortement échauffée.

25. Le sodium s'obtient en traitant l'alcali minéral de la même manière que le végétal. Il pèse spécifiquement 940, et est très-combustible. Jeté dans l'eau, il nage à la surface et fait entendre un violent sifflement, sans néanmoins s'enflammer. Son nombre proportionnel est 88.

26. Le barium n'a pu jusqu'à présent être obtenu qu'au moyen de la pile, et en très-petite quantité. Aussi ses propriétés ne sont-elles pas bien connues. Son nombre proportionnel est 130.

Le strontium est le 27°, le calcium le 28°, le magnésium le 29°, le silicium le 30°, l'aluminium le 31°, le zirconium le 32°, le glucinium le 33°, et l'itrium le 34° des corps qu'on n'a pu jusqu'à présent décomposer. Ils n'ont été obtenus ni parfaitement purs ni en assez grande quantité, pour qu'il ait été possible d'en bien étudier les propriétés. On les prépare en trai-

tant soit par l'action de la pile , soit par celle du potassium , les terres dont ils tirent leur nom. Les nombres proportionnels sont , pour le strontium 90 , pour le calcium 40 , pour le magnésium 38 , pour le silicium 31 , pour l'aluminium 33 , pour le zirconium 70 , pour le glucinium 39 , et 111 pour l'itrium.

Des treize corps simples qui restent , douze sont métalliques et ne peuvent s'obtenir la plupart qu'avec une extrême difficulté. Les substances qui les fournissent sont en général très-rares dans la nature. Ces corps sont désignés par les noms de *palladium* , *rhodium* , *osmium* , *iridium* , *columbium* , *chrome* , *molybdène* , *cerium* , *tellure* , *tungstène* , *titane* et *urane*. On n'a pu obtenir le 47^e dans un état assez pur pour en étudier les propriétés : c'est le radical présumé de l'acide fluorique ; il porte la dénomination de fluor ; c'est probablement une substance analogue au phosphore et au soufre. Les nombres proportionnels de ces treize métaux n'ont pas été déterminés avec assez de justesse pour qu'on en puisse faire usage (1).

Les substances non décomposées s'unissent entre elles. Les combinaisons les plus remar-

(1) Voyez la note A à la fin du volume.

quables qu'elles produisent, sont celles qui renferment de l'oxygène et du chlore; elles s'opèrent ordinairement avec beaucoup d'énergie, et sont accompagnées de chaleur.

La combustion n'est en général que la solution d'un corps dans l'oxygène, comme par exemple lorsque le soufre, le charbon brûlent; ou la fixation de l'oxygène par un combustible solide, c'est le cas des métaux qui se consomment et du phosphore qui s'enflamme; ou enfin la production d'un fluide qui provient de la combinaison de deux corps, c'est celui où l'oxygène et l'hydrogène s'unissent pour former de l'eau.

L'oxygène et le chlore, en se combinant en quantités considérables avec les métaux ou corps inflammables, donnent souvent naissance à des acides: ainsi, les acides sulfureux, phosphorique et borique sont formés par une forte dose du premier de ces gaz, unie au soufre, au phosphore et au bore; l'acide muriatique est produit par celle du chlore et de l'hydrogène.

Quand les fluides élastiques dont nous venons de parler se combinent en proportions moins considérables avec les mêmes corps, ils engendrent des substances non acides et

plus ou moins solubles dans l'eau : les oxides métalliques, les alcalis fixes et les terres, substances qui offrent entre elles de l'analogie, sont produites par la combinaison des métaux avec l'oxygène.

La composition des corps dont la nature est connue, peut se déduire des nombres qui représentent leurs élémens; il ne s'agit que de connaître les proportions dans lesquelles ils se combinent : ainsi, la potasse ou l'alcali végétal caustique pur résulte d'une proportion de potassium et d'autant d'oxygène; sa constitution est donc 75 du premier et 15 du second.

L'acide carbonique est formé de deux proportions d'oxygène, ce qui donne 50, et d'une de carbone, ou 11. 4.

La chaux en renferme une de calcium et une d'oxygène, ou 40 de l'un et 15 de l'autre; et le carbonate de chaux ou la craie pure en contient une d'acide carbonique ou 41. 4, et une de chaux ou 55.

L'eau est formée de deux proportions d'hydrogène et d'une d'oxygène, 15; quand elle est combinée avec les autres corps à proportions définies, le nombre qui en exprime la quantité est 17, ou quelques-uns de ses multiples, tels que 34 ou 51, ou 68, etc.

La soude ou alcali minéral contient deux proportions d'oxygène et une de sodium.

L'ammoniaque ou alcali volatil est composé de six proportions d'hydrogène et d'une d'azote.

Parmi les terres, la silice contient probablement deux proportions d'oxygène pour une de silicium; la magnésie, la strontiane, la baryte, l'alumine, la zircone, la glucine et l'yttria, sont formées d'une proportion de métal et d'une d'oxygène.

Les oxides métalliques sont en général composés d'une proportion de métal, et depuis une jusqu'à quatre d'oxygène. La même base en fournit quelquefois plusieurs bien distincts; le plomb en donne trois, le jaune ou massicot, qui contient deux proportions d'oxygène, le rouge ou minium, qui en renferme trois, et le ponce, qui en absorbe quatre. On connaît aussi deux oxides de cuivre, le noir et l'orange; le premier est formé de deux proportions d'oxygène, et le deuxième n'en contient qu'une.

Pour continuer de telles expériences sur la composition des corps, autant que l'exige la chimie agricole, il suffit de quelques substances indécomposées. Parmi celles qui sont multiples, les plus essentielles sont les acides ordinaires,

les alcalis et les terres. Les élémens trouvés dans les végétaux sont en petit nombre, ainsi que nous l'avons déjà dit. 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, entrent aussi, de différentes manières, dans la composition des plantes, ou se rencontrent dans les agens à l'action desquels elles sont soumises. Les corps, dont nous venons de faire l'énumération, sont les élémens dont l'étude importe le plus au chimiste agriculteur.

La doctrine des combinaisons définies, ainsi que nous le ferons voir dans les leçons suivantes, nous aidera à nous former des idées justes sur la composition des plantes et l'économie du règne végétal; mais dans les opérations où les puissances vitales agissent, et où il existe une si grande diversité d'organes et de fonctions, on ne peut obtenir une exactitude de poids et de mesures aussi grande et aussi précise que celle des résultats statiques qui sont fondés sur l'uniformité des lois auxquelles la matière morte est assujettie.

Les classes des corps inorganiques définis, même en comprenant les arrangemens cris-

tallins du règne minéral, sont en bien petit nombre, si on les compare avec les formes et les substances qui appartiennent au règne animal. La vie donne un caractère particulier à tout ce qu'elle anime ; elle modifie l'attraction et la répulsion, la combinaison et la décomposition. Quelques principes, par la diversité de leurs arrangemens, sont destinés à donner naissance aux corps les plus dissimilables ; et les substances similaires proviennent de composés qui, examinés superficiellement, paraissent n'avoir rien de commun.

TROISIÈME LEÇON.

De l'organisation des plantes. — Des racines , du tronc et des branches. — De leur structure. — De l'épiderme , des parties corticales et parenchymateuses des feuilles , des fleurs et des semences. — De la constitution chimique des organes des plantes , et des substances qu'elles renferment. — Des substances mucilagineuse , saccharine , résineuse , huileuse , et et autres composés végétaux. — De leurs arrangemens dans les organes des plantes , de leurs composition , changemens et usages.

QUELQUES variées que soient les substances qui composent le règne végétal , il y a une assez forte analogie entre les formes et les fonctions des diverses espèces de plantes , pour qu'elle puisse servir de base aux principes qui traitent de leur organisation commune.

Les végétaux jouissent de la vie , mais ils ne donnent aucun signe de perception ; ils sont privés de la faculté loco-motive que possèdent les animaux ; ils n'ont d'organes que pour se nourrir et se reproduire ; tout se borne chez eux à la conservation et au développement de l'individu , ou à la multiplication des espèces.

Il y a deux choses à considérer dans les végétaux, la forme extérieure et la constitution interne.

Toute plante offre dans sa structure externe au moins quatre systèmes d'organes ou quelques parties analogues : 1^o les racines; 2^o le tronc et les branches ou la tige; 3^o les feuilles; 4^o les fleurs ou les semences.

Les racines sont la partie du végétal qui frappe le moins la vue; mais elles sont essentielles; elles fixent la plante dans le sol. C'est l'organe de la nutrition, et l'appareil qui sert à pomper les sucres répandus dans le sein de la terre. Sa texture anatomique est à peu près la même que celle du tronc et des branches; on peut dire qu'elle n'est qu'une continuation du premier, qui se termine en ramifications et en filamens déliés, au lieu de se terminer en feuilles. Si on enfouit les branches de certains arbres, et qu'on expose les racines à l'action de l'atmosphère, celles-ci donnent des bourgeons et des feuilles, et celles-là des fibres radicales et creuses. Cette expérience, faite par Woodward sur le saule, a été répétée depuis par un grand nombre de physiologistes.

Quand on coupe transversalement une branche ou racine d'arbre, on aperçoit en

général trois espèces de corps distincts : l'écorce, le bois et la moëlle, dont chacun se subdivise à son tour (1).

L'écorce parfaitement formée est recouverte d'une membrane très-mince, qu'il est facile de détacher, et à laquelle on donne le nom d'*épiderme*; elle se compose d'un nombre plus ou moins grand de feuillets, apposés les uns sur les autres, et peu adhérens entre eux lorsque les sujets vieillissent; elle n'est pas vasculaire, et sert simplement à défendre les parties intérieures; elle est peu utile aux arbres de haute futaie, aux grands arbrisseaux qui ont une texture compacte, mais elle produit les meilleurs effets dans les roseaux, les cannes, les graminées et les plantes à tiges creuses. Aussi, dans ce dernier cas, est-elle extrêmement forte; vue au mycroscope, elle présente l'aspect d'une espèce de rézeau vitreux, composé en grande partie de terre siliceuse.

Il en est de même pour le blé, l'avoine, différentes espèces de prêle, et surtout pour le rotang, dont l'épiderme contient une si grande quantité de quartz, qu'il donne des

(1) L'auteur laisse échapper ici une petite négligence : la plupart des racines n'ont pas de canal médullaire.

étincelles lorsqu'on le choque avec le briquet, ou même lorsqu'on en frotte deux morceaux l'un contre l'autre. Ce fait, que je remarquai pour la première fois en 1798, m'engagea à faire quelques recherches, et je me convainquis que la terre siliceuse existe dans les épidermes de toutes les plantes à tiges creuses.

Cette écorce dure leur donne plus de consistance ; elle les préserve des insectes , et semble entrer dans l'économie de ces faibles végétaux , comme la coquille entre dans celle des crustacées.

Immédiatement au-dessous de l'épiderme , se trouve le *parenchyme* , substance douce , composée de cellules remplies d'un fluide dont la teinte est presque toujours verdâtre. Examinées au mycroscope , elles paraissent hexagones. Toutes les membranes cellulaires des végétaux affectent la même forme ; elle semble être le résultat de l'action mutuelle des parties solides : c'est quelque chose d'analogue à ce qui se passe dans les ruches à miel. L'art avec lequel les abeilles construisent leurs alvéoles , a été admiré long-temps ; mais cette symétrie savante ne paraît être , suivant l'observation de Wollaston , que la conséquence des lois mécaniques auxquelles sont assujettis

des cylindres de matière ductile, qui se pressent les uns les autres. Quand ces insectes sont isolés, les cellules qu'ils bâtissent sont uniformément circulaires.

La partie la plus intérieure de l'écorce est formée par les *couches corticales*, dont le nombre varie suivant l'âge du sujet : quand on coupe celle d'un arbre de quelques années, on voit distinctement les dépôts annuels, quoiqu'on ne puisse pas toujours assigner la limite où ils finissent.

Les couches corticales sont composées de parties fibreuses, transversales et longitudinales, qui paraissent enchevêtrées les unes dans les autres ; celles-ci sont généralement membraneuses et poreuses, celles-là ne paraissent être qu'un assemblage de tubes.

Les fonctions des parties parenchymateuses et corticales de l'écorce sont de la plus haute importance. Les tubes qui composent les parties fibreuses semblent destinés à recevoir la sève ; les cellules, selon toute apparence, servent à l'élaborer et à l'exposer à l'action de l'atmosphère. De nouvelle matière se forme chaque printemps, et se dépose sur la surface intérieure de la dernière couche.

Les expériences de Knight et de plusieurs

autres physiologistes ont prouvé que la sève descendante à travers l'écorce, après avoir été modifiée dans les feuilles, est la cause principale de l'accroissement des arbres. D'où il résulte que si l'écorce a souffert, elle se régénère par la partie supérieure de l'endroit blessé ; et que si le bois lui-même a été atteint, il s'en forme de nouveau immédiatement sous l'écorce. Néanmoins, les dernières observations de M. Palisot de Beauvois, tendent à établir que la sève est transportée dans celle-ci, de manière à exercer ses fonctions nutritives, indépendamment de tout système général de circulation. Ce savant a isolé sur plusieurs arbres différentes portions d'écorce, et a reconnu que, dans la plupart des cas, elles prenaient de l'accroissement comme si elles eussent été dans leur état naturel. Cette expérience a été faite avec succès sur le tilleul, l'érable et le lilas. Les lanières dont il est question furent séparées dans le mois d'août 1810, et, le printemps suivant, celles des deux derniers arbrisseaux étaient déjà recouvertes de la petite couche annuelle à la partie blessée (1).

(1) La figure 3 représente le résultat de l'expérience faite sur l'érable. Journal de phys., sept. 1811, p. 210.

Le bois est composé d'une partie externe ou vivante, appelée *aubier* ou *bois de sève*, et d'une partie interne ou morte, désignée par le nom de *cœur* ou bois parfait : la première est blanche et pleine de suc ; dans les jeunes arbres et les pousses de l'année, elle s'étend jusqu'à la moëlle. L'aubier est le grand système vasculaire des végétaux à travers lequel la sève circule ; les vaisseaux qui en font partie enveloppent la plante depuis les feuilles jusqu'au dernier filament des racines.

L'aubier contient une substance membraneuse formée de cellules constamment remplies de sève, et dont le système vasculaire renferme diverses espèces de tubes. M. Mirbel en compte quatre : les tubes simples, les tubes poreux, les trachées et les fausses trachées (1).

Les premiers semblent contenir des fluides résineux ou huileux, particuliers aux différentes plantes ;

Les seconds contiennent aussi ces fluides, et paraissent destinés à les charrier dans la sève pour produire de nouvelles combinaisons.

(1) Les fig. 4, 5, 6 et 7 représentent l'idée de M. Mirbel sur les tubes simples, les tubes poreux, les trachées et les fausses trachées.

Les trachées sont également pleines d'une matière fluide qui est constamment limpide, aqueuse et transparente. Ces organes, ainsi que les fausses trachées, dépouillent probablement les sucs de leur partie aqueuse; ils les disposent à solidifier et à produire du nouveau bois.

On discerne dans la texture des fibres ligneuses deux séries bien distinctes, l'une de lames blanches et éclatantes, qui vont du centre à la circonférence, et constituent ce qu'on appelle le *grain d'argent* du bois, ou prolongement médullaire; l'autre, de couches concentriques qui donnent naissance au *faux grain*. Le nombre de celles-ci indique l'âge du sujet (1).

Le grain d'argent est élastique et contractile. M. Knight suppose que les changemens de volume que cette substance éprouve par les variations de température, sont une des principales causes de l'ascension de la sève. Ses fibres paraissent constamment se dilater le ma-

(1) La fig. 8 représente la section d'une branche d'orme qui rend sensible la structure tubulaire et les deux espèces de grain. La fig. 9 représente la section d'une branche de chêne. La fig. 10 celle d'une branche de frêne.

tin, et se contracter le soir. Or, nous avons fait voir, dans la dernière leçon, que l'élévation des liquides dépend surtout de l'action de la chaleur.

Le grain d'argent est très-distinct dans les arbres des forêts; les arbrisseaux annuels présentent un système de fibres qui en imite l'aspect. La nature est toujours en harmonie avec elle-même, et des effets semblables sont en général dûs à des organes semblables.

La moëlle occupe le centre de la tige; sa texture est membraneuse : elle est composée de cellules circulaires à ses extrémités, et hexagonales à son centre; elle est très-peu développée dans les végétaux naissans; elle se dilate graduellement et offre un diamètre considérable dans les jeunes sujets et les pousses de l'année; mais, à mesure que les arbres avancent en âge, le cœur et les nouvelles couches d'aubier la pressent et la compriment : elle diminue peu à peu, et disparaît enfin. On n'en rencontre aucune trace dans ceux qui sont tombés de vieillesse (1).

On a émis diverses opinions sur l'usage de

(1) Cette opinion a été long-temps admise, mais les recherches de MM. Knight et Dupetit-Thomas ont fait voir qu'elle est inexacte, et que le canal médullaire ne s'oblitére jamais dans les arbres.

la moëlle. Halles suppose qu'elle est la cause de l'expansion et du développement des autres parties des plantes; que, comme elle est la plus intérieure, elle réagit avec plus de force sur tous les organes, et que c'est à cette réaction qu'il faut attribuer l'extension qu'ils prennent (1).

Linnée, dont l'imagination était continuellement occupée à chercher des analogies entre le règne animal et le règne végétal, pensait que « la moëlle accomplit dans les plantes les mêmes fonctions que le cerveau et les nerfs remplissent dans les êtres animés. » Il la considérait comme un organe d'irritabilité, comme le siège de la vie.

Les découvertes récentes ont prouvé que ces deux opinions sont également mal fondées. M. Knight a retiré la moëlle de plusieurs jeunes arbres, sans qu'ils aient cessé de vivre ni même de croître.

Il est donc démontré qu'elle n'est qu'un organe d'importance secondaire. Lorsque les pousses sont avancées, et que la végétation est vigoureuse, la moëlle est pleine d'humidité. Peut-être est-elle simplement destinée à

(1) D'après cette théorie, comment expliquer la végétation des arbres creux ?

faire les fonctions d'un réservoir qui se remplit de sucs nutritifs, pour les dispenser aux arbres dans un temps où la terre ne leur en fournit qu'avec parcimonie. A mesure que le bois de cœur augmente, elle s'éloigne de l'aubier, ses fonctions cessent, elle-même diminue, meurt et disparaît.

Les *vrilles*, les *épinés*, et autres parties analogues des plantes, présentent une organisation semblable à celle des branches. Les couches corticales et l'aubier n'offrent pour ainsi dire aucune différence. Les dernières recherches de M. Knight établissent que la direction des premiers de ces organes, et la forme de spirale qu'ils prennent, sont dues à l'action inégale que la lumière exerce sur eux. M. Decandole assigne la même cause au phénomène des plantes qui suivent les mouvemens du soleil. Cet ingénieux physiologiste suppose que les rayons raccourcissent les fibres des végétaux, et font fléchir ceux-ci vers le lieu d'où ils proviennent.

Les feuilles, cette grande source des beautés permanentes de la végétation, quoique diversifiées à l'infini dans leurs formes, présentent constamment la même organisation intérieure, et accomplissent les mêmes fonctions.

La substance membraneuse verte doit être

considérée comme une extension du parenchyme ; et son enveloppe si fine et si déliée, comme un épiderme. Ainsi, l'organisation des racines et des branches peut être étudiée dans les feuilles ; celles-ci présentent cependant une structure plus parfaite et plus délicate.

Les feuilles servent à exposer la sève à l'action de l'air, de la chaleur et de la lumière ; elles ont une surface considérable ; elles sont poreuses , transparentes , composées de tubes et de cellules extrêmement déliées.

La sève abandonne dans les feuilles une grande quantité de son eau ; elle se combine avec de nouveaux principes , se dispose à une forme organisée , et passe probablement ensuite des tubes extrêmes de l'aubier dans les ramifications des tubes corticaux, et de-là dans l'écorce.

La partie supérieure des feuilles , exposée au soleil , est recouverte d'un épiderme épais, mais transparent , qui se compose d'une matière pourvue d'un commencement d'organisation : c'est communément une terre ou quelque substance chimique homogène. Dans les herbes, elle est en partie siliceuse ; dans le laurier , résineuse ; et dans l'érable , l'aubépine , constamment analogue à la cire.

Ces dispositions empêchent l'évaporation d'avoir lieu par d'autres canaux que ceux qui sont destinés à cette fonction.

L'épiderme qui recouvre la surface inférieure est une membrane mince et transparente, pleine de cavités; c'est probablement par cette surface que l'humidité et les principes atmosphériques nécessaires à la végétation sont absorbés.

Si on tord une feuille, et qu'on la force de présenter au soleil sa surface inférieure, on la voit bientôt éprouver dans ses fibres un mouvement en sens contraire, qui tend à la ramener dans sa position naturelle. Quand elles sont exposées à son action, toutes se relèvent sur leurs tiges et semblent se mouvoir vers cet astre.

Cet effet paraît dû en grande partie à l'influence mécanique et chimique de la chaleur et de la lumière. Bonnet ayant placé sous la surface inférieure de feuilles artificielles une éponge mouillée, et un fer chaud au-dessus de la supérieure, trouva qu'elles se comportaient comme si elles eussent été naturelles. Cette expérience ne peut cependant être envisagée que comme une grossière imitation des procédés de la nature.

Le phénomène auquel Linnée a donné le nom de sommeil des feuilles, ne provient que de l'absence de la lumière, de la chaleur et d'un excès d'humidité.

L'état dans lequel tombent les plantes après le coucher du soleil n'avait pas encore été remarqué, lorsqu'un heureux hasard l'offrit au botaniste d'Upsal. Celui-ci avait observé pendant le jour quatre fleurs sur une espèce de lotus. N'en apercevant plus que deux vers le soir, il s'approche et reconnaît qu'elles sont cachées par des touffes de feuilles fermées. Une circonstance aussi extraordinaire ne fut pas perdue pour un tel observateur. Il prit une lanterne, et fut témoin d'une série de faits jusque-là inconnus. Toutes les feuilles simples lui présentèrent une disposition différente de celle qu'elles ont habituellement pendant le jour. Le plus grand nombre étaient roulées sur elles-mêmes et enveloppées les unes dans les autres.

On peut, dans quelques cas, produire artificiellement le même phénomène. Cette expérience a été faite par Decandolle sur la sensitive. Placée au milieu du jour dans une pièce obscure, ses feuilles se fermèrent aussitôt; on alluma des flambeaux, elles s'ouvrirent sur-

le-champ : tant elles sont sensibles aux effets de la lumière et du calorique rayonnant (1).

Dans le plus grand nombre des plantes, les feuilles tombent annuellement et sont annuellement reproduites. Leur chute a lieu soit à la fin de l'été, comme dans les climats chauds où la sécheresse du sol et la force de l'évaporation tarissent la sève, soit en automne, comme dans les climats tempérés, au commencement des froids. Elles cessent d'accomplir leurs fonctions et se détachent aussitôt que la circulation des fluides est interrompue. Leur teinte change probablement par l'effet de quelque altération chimique; et comme en général il y a formation d'acides, elle jaunit, passe au brun, ou affecte toute autre nuance. Pour le chêne c'est un brun clair, pour le bouleau c'est l'orangé, pour l'orme le jaune, pour la vigne le rouge, pour le sycomore le brun

(1) Il est douteux que la chaleur joue dans ce phénomène un aussi grand rôle qu'on s'accorde à le croire. La sensitive ferme ses feuilles, en été, vers les cinq ou six heures du soir, et les ouvre dès que le crépuscule commence à paraître. La première de ces époques est encore une des plus chaudes de la journée, et la seconde est celle où le froid se fait le plus vivement sentir. La température n'exerce donc ici qu'une influence secondaire.

sombre, pour le cornouiller le pourpre, et le bleu pour le chevrefeuille.

Les arbres verts conservent leurs feuilles pendant la mauvaise saison. La cause de ce phénomène n'est pas exactement connue. Les expériences de Halles tendent à établir que la force de la sève est beaucoup moindre dans les sujets de cette espèce que dans les autres. Il est probable qu'elle ne cesse pas tout-à-fait de circuler pendant l'hiver. Elle est moins aqueuse qu'elle n'est communément dans les plantes, peut-être même est-elle moins susceptible d'être congelée. Elle est d'ailleurs défendue par une plus forte enveloppe contre l'action des élémens.

La production des autres parties de la plante a lieu dans le temps où les feuilles remplissent le plus vigoureusement leurs fonctions. Si on les arrache au printemps, l'arbre périt ; si elles ont souffert par des accidens météorologiques, il devient difforme et languissant.

Si les feuilles sont nécessaires à l'existence individuelle des arbres, les fleurs ne le sont pas moins à la propagation de l'espèce. Aucune partie des plantes n'égale celles-ci en finesse et en beauté. Elles sont le chef-d'œuvre

de la nature dans le règne végétal. L'éclat des couleurs, la variété des formes, la délicatesse de la structure, tout en elles nous flatte et nous ravit.

Plusieurs des parties dont elles se composent méritent une attention spéciale. Tel est d'abord le *calice*, ou la partie membraneuse verte qui sert de support aux feuilles florales colorées (1). Elle est vasculaire et tout-à-fait analogue à la feuille ordinaire, par la texture et l'organisation. Elle défend, supporte et nourrit les parties plus parfaites. Vient ensuite la *corolle*, qui est formée soit d'une seule, soit de plusieurs pièces. Dans le premier cas, elle est dite monopétale, et dans le deuxième, polypétale. Elle est généralement très-foncée en couleur et remplie d'une variété infinie de petits tubes de l'espèce poreuse. Elle enveloppe et défend les parties intérieures essentielles, et leur dispense la sève (2). Ces parties sont les *étamines* et les *pistils*.

(1) Le calice ne supporte pas toujours les fleurs florales colorées; il ne fait quelquefois que les entourer, Je citerai pour exemple les renoncules.

(2) Si c'est la corolle qui dispense la sève aux éta-

La partie essentielle des étamines est les sommités ou *anthères* qui sont communément circulaires (1) et d'une texture vasculaire. Elles sont couvertes (2) d'une poussière extrêmement fine, appelée *pollen*.

Le pistil est cylindrique et surmonté par le style, dont le sommet est généralement de même forme et protubérant (3).

Quand on l'examine au microscope, on voit qu'il contient une multitude de petits corps sphériques qui semblent être les germes des semences que la saison va développer.

Ce sont les étamines et les pistils qui servent de base à la classification de Linnée. Le nombre de ces organes dans la même fleur, l'ordre et la division suivant lesquels ils se

mines et aux pistils, comment la transmission s'en opère-t-elle dans les plantes qui sont dépourvues de l'organe dont il est question? telles sont par exemple les graminées.

(1) La forme des anthères varie suivant les fleurs : circulaires dans les unes, elles sont oblongues dans d'autres, comme dans la tulipe, le lis, etc.

(2) Il serait plus exact de dire qu'elles renferment une poussière, etc.

(3) La fig. 12 représente le lis commun ; *a* désigne les corolles, *bbbb* les anthères, et *c* le pistil.

présentent dans celles qui ne sont pas de même espèce, ont suggéré au savant suédois, un système admirablement propre à soulager la mémoire et à faciliter l'étude de la botanique. Les plantes les plus rapprochées par leurs caractères généraux, ne sont pas toujours groupées ensemble ; mais cette méthode est néanmoins imaginée avec tant de bonheur, qu'elle fait connaître toutes les analogies des parties les plus essentielles.

Le pistil contient les rudimens de la semence ; mais celle-ci n'acquiert la faculté de se reproduire qu'au moyen du pollen, ou poussière des anthères.

Cette action mystérieuse des organes les uns sur les autres est nécessaire à la propagation des diverses espèces de végétaux. C'est un nouveau trait de ressemblance qu'offrent les différens ordres d'êtres, et qui établit de plus en plus la belle analogie que la nature montre dans toutes ses productions.

Les anciens avaient déjà observé que certains palmiers donnent des espèces de fleurs différentes, et que celles qui contiennent des pistils ne sont jamais remplacées par des fruits, à moins que dans le voisinage il n'y en ait d'autres qui renferment des étamines. Malpighi, vivement

frappé d'un fait aussi étrange, s'assura, non-seulement qu'il avait lieu, mais encore que d'autres végétaux présentent des phénomènes analogues. Grew généralisa le premier ces résultats, et répandit dans ses ouvrages des raisonnemens pleins de justesse à cet égard. Linnée, en donnant une forme scientifique et précise à ce qui n'avait été énoncé que d'une manière générale, eut la gloire de fonder le système sexuel sur des observations détaillées et des expériences exactes.

Les *semences*, dernière production d'une végétation forte, se présentent sous les aspects les plus variés. La nature prend pour les conserver un soin proportionné à leur importance. Tantôt elle les enveloppe d'une pulpe douce et profonde, comme dans les fruits succulens ; tantôt elle les revêt de membranes épaisses, comme dans les légumineux, d'écailles dures ou d'un fort épiderme, comme dans les fruits de palmiers et dans les gramens.

Il faut distinguer dans chaque graine, 1^o l'organe de la nutrition ; 2^o la plante naissante, ou la plumule ; 3^o la racine naissante, ou la radicule.

Dans les fèves de jardin communes, les organes de la nutrition sont divisés en deux lobes

appelés *cotylédons*. La plumule est le petit point blanc placé au-dessus de l'un et de l'autre ; et la radicule , le cône recourbé disposé au-dessous (1).

Dans le blé et la plupart des graminées, cet organe est simple, et les plantes prennent le nom de *monocotylédones*. Dans plusieurs autres, il est composé de plus de deux parties ; alors elles sont dites *polycotylédones* ; mais en général il n'en renferme que deux, dans ce cas elles sont appelées *dicotylédones*.

Dans son état ordinaire, la matière de la semence est inerte ; elle ne présente ni forme ni signe de vie ; mais si l'humidité et la chaleur viennent à agir sur elle, aussitôt elle se décompose, les cotylédons s'enflent, les membranes éclatent, la radicule s'assimile de nouvelles substances, et pénètre dans le sol en même temps que la plumule s'élève dans l'air. Peu à peu les organes de la nutrition des plantes dicotylédones deviennent vasculaires ; ils se convertissent en rudimens de feuilles, et la plante parfaite se montre au-dessus du sol. La nature a répandu partout des principes de ger-

(1) La fig. 13 représente la fève ; *aa* désignent les cotylédons ; *b* la plumule, et *c* la radicule.

mination. L'eau, l'air pur et la chaleur ont une activité universelle, et les moyens qu'elle emploie pour la conservation et la multiplication de la vie, sont à la fois simples et grands.

Il n'entre pas dans le plan de ces leçons de traiter plus au long de la physiologie végétale. Je n'ai donné une idée générale de cette science, que pour mettre l'agriculteur à même de comprendre les fonctions des plantes. Ceux qui voudront en faire une étude approfondie, pourront consulter les ouvrages de Linnée, Desfontaines, Decandolle, Saussure, Bonnet et Smith.

L'histoire des particularités de la structure de diverses classes de végétaux, appartient plus à la botanique qu'à l'agriculture. Ainsi que je l'ai dit en commençant, les organes des plantes présentent les analogies les plus distinctes, et sont assujettis aux mêmes lois. Dans les gramens et les palmiers, les couches corticales sont proportionnellement plus grandes que les autres parties ; mais elles paraissent avoir le même usage que dans les arbres des forêts (1).

(1) Les palmiers et les gramens ne croissent pas par couches concentriques ; ils n'ont pas même d'écorce proprement dite, et se développent par une méthode

Dans les racines bulbeuses, la substance parenchymateuse forme la plus grande partie du végétal ; mais, dans tous les cas, elle paraît contenir la sève ou les matières solides qui en proviennent.

Les feuilles minces et presque sèches du pin et du cèdre, accomplissent les mêmes fonctions que celles du figuier et du noyer, qui sont si larges et si bien nourries.

Il est probable que dans les cryptogames, qui ne présentent aucune fleur distincte, les semences se produisent de la même manière que dans les plantes les plus parfaites. Les mousses et les lichens qui appartiennent à cette famille, n'ont ni feuilles apparentes ni racines (2) ; mais elles sont pourvues de filamens qui en tiennent lieu. Les fungus eux-mêmes et les champignons ont un système de vaisseaux destinés à absorber la sève et à lui donner de l'air.

Nous avons établi, dans la leçon précédente, que toutes les parties des plantes peuvent se

toute différente de celle que suivent les dicotylédones. Voyez, dans les Mémoires de l'Institut, tom. 1^{er}, pag. 478, le beau travail de M. des Fontaines à ce sujet.

(2) Ceci peut être vrai pour les lichens, mais les mousses sont pourvues de feuilles et de racines analogues à celles des autres plantes.

résoudre en un petit nombre de principes. Les usages dont elles sont susceptibles, comme alimens ou comme objets propres aux arts, dépendent des combinaisons des mêmes principes, soit qu'ils proviennent de ces parties mêmes ou du jus qu'elles contiennent. L'examen de la nature de ces substances forme une branche essentielle de la chimie agricole.

Les fruits d'un grand nombre de plantes donnent de l'huile lorsqu'on les comprime; les fluides résineux s'exsudent naturellement du bois; la sève contient des matières saccharines; les feuilles et les pétales des fleurs produisent des ingrédiens de teinture. Il faut, pour isoler ces diverses substances végétales, des procédés particuliers, tels que la macération, l'infusion ou la digestion dans l'eau, ou les esprits; mais ces méthodes seront mieux comprises lorsque nous aurons exposé la nature chimique des corps dont il est question.

Les substances composées qui se rencontrent dans les végétaux sont, 1^o la gomme ou mucilage, et ses différentes modifications; 2^o l'amidon; 3^o le sucre; 4^o l'albumine; 5^o le gluten; 6^o la gomme élastique; 7^o l'extrait; 8^o le tanin; 9^o l'indigo; 10^o le principe narcotique; 11^o le principe amer; 12^o la cire; 13^o la résine;

14° le camphre ; 15° les huiles fixes ; 16° les huiles volatiles ; 17° le ligneux ; 18° les acides ; 19° les alcalis , les terres, les oxides métalliques et les composés salins.

Je vais décrire , d'une manière générale , les propriétés et la composition de ces corps , ainsi que la manière dont on les obtient.

1. La gomme est une substance qui s'exsude de certains arbres , sous la forme d'un fluide épais , mais qui se concrète aussitôt qu'il est exposé à l'action de l'air , et devient solide ; alors elle est blanche ou d'un blanc jaunâtre , plus ou moins transparente et tant soit peu cassante. Sa pesanteur spécifique varie de 1300 à 1490.

Il existe une grande variété de gommes ; les plus connues sont , la gomme arabique , la gomme du Sénégal , la gomme adragante , et celle de prunier ou de cerisier. Elle est soluble dans l'eau , insoluble dans l'esprit de vin. Si on ajoute de l'alcool à une dissolution de gomme dans le premier de ces liquides , celui-ci se trouble aussitôt , et la gomme se précipite sous forme de flocons blancs. On ne l'enflamme qu'avec une extrême difficulté. Dans sa combustion , elle donne beaucoup d'eau , une fumée épaisse , une flamme bleue très-faible , et un dépôt considérable de charbon.

Les propriétés caractéristiques de la gomme sont sa grande solubilité dans l'eau, et son insolubilité dans l'alcool. On a proposé divers réactifs pour en manifester la présence, mais il est douteux qu'ils soient assez sensibles pour inspirer une confiance entière. La plupart d'entre eux, et les sels métalliques surtout, en produisant des changemens dans les solutions de gomme, semblent bien plutôt agir sur quelque composé salin contenu dans la substance, que sur la substance elle-même. Thomson recommande l'emploi d'une solution aqueuse de silice dans la potasse; il prétend que la gomme et la silice se précipitent mutuellement; mais les résultats obtenus par cette méthode méritent peu de confiance, à moins qu'ils ne soient compliqués par l'action d'aucun acide.

Le *mucilage* doit être envisagé comme une variété de gomme; il possède les principales propriétés de cette substance, mais il a moins d'affinité pour l'eau. Lorsque l'un et l'autre sont dissous dans ce liquide, on peut, d'après Hermstadt, les séparer complètement au moyen de l'acide sulfurique. On extrait le mucilage de la graine de lin, des feuilles de mauves, des bulbes de hyacinthes, des lichens, et de plusieurs autres substances végétales.

D'après Gay-Lussac et Thénard, il paraît que 100 de gomme arabique sont composés de

Carbone. 42, 23

Oxygène 50, 84

Hydrogène 6, 93

Et d'une petite quantité de matières salines et terreuses,

ou de

Carbone. 42, 23

Oxygène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire l'eau 57, 77

Cette analyse s'accorde, à peu de chose près, avec les proportions définies de 11 de carbone, 10 d'oxygène et 20 d'hydrogène.

Toutes ces variétés de gomme et de mucilage peuvent être employées comme alimens; exposées à une température de 260 à 315°, elles perdent, en totalité ou en partie, la faculté de se dissoudre dans l'eau; mais, tant qu'elles n'ont pas subi de décomposition, elles conservent leurs propriétés nutritives. Quelques arts en font usage, telle est surtout l'imprimerie sur toile : elle n'a long-temps consommé que de la gomme arabique; mais tous les ateliers

se servent aujourd'hui du mucilage de lichens, conseillé par le comte Dundonald.

2. L'amidon s'extrait de divers végétaux, mais surtout du blé et des pommes de terre. Dans le premier cas, on fait macérer le grain dans l'eau froide jusqu'à ce qu'il se ramollisse, et donne un suc laiteux. On le met alors dans des sacs de toile, et on les comprime dans une cuve pleine d'eau, tant qu'il en sort une liqueur blanchâtre ; elle se clarifie peu à peu, et dépose une poudre blanche qui n'est autre chose que l'amidon.

Cette substance est soluble dans l'eau bouillante, mais elle résiste à l'action de ce liquide tant qu'il est froid, et à celle de l'esprit de vin, quelle que soit la température. Thomson lui assigne pour propriété caractéristique, de se dissoudre dans une infusion chaude de noix de galles, et de se précipiter aussitôt qu'elle refroidit.

L'amidon est plus combustible que la gomme; projeté sur un fer rouge, il brûle avec une espèce d'explosion, et laisse à peine de résidu. D'après Gay-Lussac et Thénard, 100 d'amidon sont formés de

Carbone, avec une petite quantité de matières salines et terreuses 43, 55

Oxygène. 49, 68

Hydrogène 6, 77

ou Carbone. 43, 55

Oxygène et hydrogène dans les
proportions nécessaires pour
faire l'eau 56, 45

En supposant que cette évaluation soit exacte, on peut se représenter l'amidon comme formé de 15 proportions de carbone, de 13 d'oxygène, et de 26 d'hydrogène.

Le salep, la cassave, le sagou, etc., doivent en grande partie leurs propriétés nutritives à l'amidon. Cette substance forme la base d'un grand nombre de végétaux; elle se rencontre dans les plantes suivantes :

<i>Arctium lappa.</i>	La bardane.
<i>Atropa belladonna.</i>	La belladone.
<i>Polygonum bistorta.</i>	La bistorte.
<i>Bryonia alba.</i>	La brione ou couleuvrée.
<i>Colchicum autumnale.</i>	La colchique.
<i>Spiræa filipendula.</i>	La filipenduse.
<i>Ranunculus bulbosus.</i>	La renoncule bulbeuse.
<i>Scrophularia nodosa.</i>	La scrophulaire des bois.
<i>Sambucus ebulus.</i>	La nièble.
<i>Sambucus nigra.</i>	Le sureau.
<i>Orchis morio.</i>	L'orchis morio.

<i>Imperatoria ostruthium</i>	L'impératoire.
<i>Hyoscyamus niger.</i>	La jusquiame.
<i>Rumex obtusifolius.</i>	La patience à feuilles obtus.
<i>Rumex acutus.</i>	La patience à feuilles aigues.
<i>Rumex aquaticus.</i>	La patience aquatique.
<i>Arum maculatum.</i>	L'arum ou pied de veau.
<i>Horchis mascula.</i>	L'orchis mâle.
<i>Iris pseudacorus.</i>	L'iris des marais.
<i>Iris fœtidissima.</i>	L'iris puant.
<i>Buncum bulbocasta-</i> <i>num.</i>	La terre-noix.

Le sucre se prépare avec le jus du *saccharum officinarum*, ou canne à sucre. On sature avec la chaux l'acide qu'il contient, et on l'évapore; lorsqu'il est dépouillé de sa partie aqueuse, on le laisse refroidir; il cristallise peu à peu, et se dépose. On le blanchit en établissant au travers une filtration d'eau qu'on augmente par degrés. Dans les manufactures, cette opération, ainsi que le raffinage, exigent un temps considérable, parce que l'eau en met nécessairement beaucoup à pénétrer la forte couche d'argile placée au-dessus du sucre. Comme sa matière colorante est soluble dans

une solution saturée de cette substance ou sirop, il y a apparence que le raffinage serait plus prompt et plus économique si on employait ce dernier corps pour purifier les cassonades (1). Les propriétés physiques du sucre sont connues; sa pesanteur spécifique, d'après Fahrenheit, est d'environ 1,6; il est soluble, dans son propre poids d'eau, à 10°; il se dissout aussi dans l'alcool, mais en plus petites proportions.

Lavoisier a conclu de ses expériences que le sucre est formé de

Carbone	28
Hydrogène	8
Oxygène	64

(1) Un Français, annonça il y a quelques années, aux planteurs des Indes-Orientales, qu'il possédait une méthode prompte et peu dispendieuse de purifier et de raffiner les sucres. Il offrit de la communiquer, mais à des conditions qui ne permirent pas d'accepter sa proposition. M'entretenant un jour de cet objet avec sir Joseph Banks, je lui fis part d'une idée qui s'était présentée dans le même temps, ou peut-être auparavant, à Edward Howards. Je pensais qu'il serait avantageux, pour purifier les sucres bruts, de se servir du sirop, parce qu'il a la propriété de dissoudre la matière colorante.

Thomson donne des nombres différens.
D'après ce chimiste, 100 de sucre sont formés de

Carbone. 27, 5

Hydrogène 7, 8

Oxygène 64, 7

Suivant les expériences récentes de Gay-Lussac et Thénard, 100 parties de sucre contiennent

Carbone. 42, 47

Eau ou ses élémens. 57, 53

L'analyse de Lavoisier et de Thomson s'accorde, à très-peu près, avec les proportions de

Carbone. 5

Oxygène. 4

Hydrogène 8

Celle de Gay-Lussac et Thénard donne les mêmes élémens que pour la gomme :

Carbone. 11

Oxygène. 10

Hydrogène 20

D'après les expériences de Proust, Achard, Goettling et Parmentier, il paraît qu'il existe

diverses espèces de sucre tout formé dans le règne végétal. Celui qui se rapproche le plus du sucre de canne est extrait de l'érable d'Amérique (*acer saccharinum*). Les paysans du nord de cette contrée le préparent d'une manière fort simple : aux premiers jours du printemps, ils pratiquent, dans le tronc d'un arbre, un trou d'environ deux pouces de profondeur, auquel ils adaptent un robinet en bois, par lequel la sève découle pendant cinq ou six semaines. Un érable de moyenne grandeur, celui qui a par exemple deux ou trois pieds de diamètre, en fournit environ deux cents pintes, dont quarante donnent une livre de sucre. Le liquide, neutralisé d'abord au moyen de la chaux, dépose des cristaux dès qu'il est suffisamment évaporé.

Le sucre de raisin a été récemment substitué en France à celui des colonies. On le prépare en évaporant le mou traité par la potasse ; il est moins doux que le sucre ordinaire, et conserve toujours un goût particulier. Mis dans la bouche, il produit en se dissolvant une sensation de froid : il est probable qu'il contient une plus grande proportion d'eau ou de ses élémens, que celui dont on fait communément usage.

La betterave (*betta vulgaris et cicla*) donne, par l'ébullition et l'évaporation de son extrait, une espèce particulière de sucre, dont les propriétés générales sont analogues à celles du sucre de raisin, à cela près qu'il est légèrement amer.

La *manne* est une substance qui s'exsude de divers arbres, mais particulièrement du *fraxinus ornus*, espèce de frêne fort commun en Sicile et dans la Calabre; elle peut être considérée comme une variété de sucre tout-à-fait analogue à celui de raisin. Vauquelin et Fourcroy ont retiré du jus de l'oignon commun (*allium cepa*), une substance qui se rapproche beaucoup de celle qui fait le sujet de ce paragraphe.

Outre les sucres solides et cristallisés, il paraît qu'il en existe encore une espèce qui ne peut être séparée de l'eau, et qui n'existe que sous forme fluide; il fait la base des mélasses, et se trouve dans un grand nombre de fruits. Il est plus soluble dans l'alcool que le sucre solide.

De toutes les méthodes employées pour s'assurer de la présence du sucre, la plus simple est celle de Margraaf. Il fait bouillir dans une

petite quantité d'alcool la substance végétale ; si elle contient du sucre solide , il se dissoud et se sépare par le refroidissement.

La sève de toutes les substances végétales qui suivent en contient :

Bouleau blanc.	<i>Betula alba.</i>
Bambou.	<i>Arundo bambos.</i>
Maïs.	<i>Zea maïs.</i>
Erable sycomore.	<i>Acer pseudoplatanus.</i>
Berce.	<i>Heracleum sphondilium.</i>
Cocotier.	<i>Cocos nucifera.</i>
Noyer blanc.	<i>Juglans alba.</i>
Agavé d'Amérique.	<i>Agave Mericana.</i>
Varec palmé.	<i>Fucus palmatus.</i>
Panais.	<i>Pastinica savita.</i>
Caroubier.	<i>Ceratonia silica.</i>
Arbousier.	<i>Arbatus unedo.</i>
Turneps.	<i>Bressica rapa.</i>
Carotte.	<i>Daucus carota.</i>
Persil.	<i>Apium petroselinum.</i>
Rhododendron de Pont.	<i>Rhododendron Ponticum.</i>

On a aussi extrait du sucre du nectaire de la plupart des autres fleurs.

Les propriétés nutritives du sucre sont bien connues. Les Indes-Orientales versent une telle quantité de cette substance en Angleterre, qu'on avait imaginé d'en nourrir les bestiaux. On a reconnu qu'elle les engraisse; mais les droits d'entrée n'ont pas permis de faire à ce sujet des expériences étendues.

4. L'albumine est une substance récemment découverte dans le règne végétal; elle abonde dans le jus du papayer (*carica papaya*); elle se coagule et se précipite dès qu'on la fait bouillir. Elle se trouve aussi dans les champignons, et différentes espèces de fungus.

Dans son état de pureté, c'est un fluide épais, glaireux et insipide; c'est, en un mot, le blanc d'œuf. Elle est soluble dans l'eau froide; quand la dissolution n'en est pas trop étendue, elle se coagule par la chaleur et se précipite sous forme de flocons blancs. Les acides, l'alcool, la noix de galle produisent le même phénomène. Cette substance exhale en brûlant une odeur d'alcali volatil, donne de l'acide carbonique et de l'eau. Il résulte de là que le carbone, l'oxygène et l'azote en sont les éléments.

D'après les expériences de Gay-Lussac et

Thénard, 100 d'albumine provenant du blanc d'œuf, sont formés de

Carbone.	52, 883
Oxygène.	23, 872
Hydrogène	7, 540
Azote.	15, 705

D'après cette analyse, on peut supposer que l'albumine est composée de deux proportions d'azote, de cinq d'oxygène, de neuf de carbone, et de vingt-deux d'hydrogène.

La principale partie de l'amande et des noyaux de plusieurs autres noix paraissent être, d'après les expériences de Proust, une substance analogue à l'albumine coagulée.

Le jus du fruit de gombout (*hibiscus esculentus*) contient, d'après le docteur Clarke, une telle quantité d'albumine liquide, qu'à la Dominique on l'emploie au lieu de blancs d'œufs, pour clarifier le vesou.

Elle se distingue des autres substances, par la propriété qu'elle possède de se coaguler par l'action de la chaleur ou des acides, quand elle est en dissolution dans l'eau. Suivant Bostock, un grain d'albumine, dissout dans 1000 de ce liquide, suffit pour en troubler la transparence dès qu'on la chauffe.

L'albumine est une substance commune aux règnes animal et végétal ; mais elle est plus abondante dans le premier.

5. Le gluten s'extrait de la farine de blé. Pétrie et malaxée sous un filet d'eau, elle abandonne l'amidon qu'elle contient, et se réduit en une masse élastique, ductile et tenace, à laquelle on donne le nom de gluten. Elle est insipide, et brunit lorsqu'on l'expose à l'action de l'air. Légèrement soluble dans l'eau froide, elle ne l'est point dans l'alcool. Quand on en chauffe une dissolution aqueuse, le gluten se sépare du liquide sous forme de flocons jaunes. Cette propriété le rapproche de l'albumine ; mais sa solubilité est infiniment moins considérable, et suffit pour empêcher qu'on ne les confonde. Une dissolution de la première de ces substances ne se coagule pas quand elle en contient moins de 1000 parties, tandis que le gluten en exige plus de 1000 d'eau froide pour se dissoudre.

La combustion dégage de l'une et de l'autre les mêmes produits : elles diffèrent vraisemblablement très-peu dans leur composition. Le gluten existe dans un grand nombre de plantes. Proust l'a découvert dans les glands, les châ-

taignes, les marrons, les pommes et les coins; dans l'orge, le seigle, les pois et les fèves; dans les feuilles de rue, de choux, de cresson, de ciguë, de bourrache et de safran; dans les baies de sureau et de raisin. Il paraît être une des substances végétales les plus nutritives; c'est à lui qu'est due la supériorité que le blé possède sur les autres céréales.

6. Gomme élastique ou caout-chouc. Elle provient d'un arbre cultivé au Mexique sous le nom de *hœvea* : une incision faite dans l'écorce détermine la sécrétion d'un suc laiteux qui dépose peu à peu une matière solide, connue sous le nom de *caout-chouc*.

La gomme élastique est flexible et douce comme du cuir; elle le devient encore davantage lorsqu'on la chauffe. Dans son état de pureté elle est blanche, et pèse spécifiquement 9335; elle est combustible et brûle avec une flamme blanche, en dégageant une fumée épaisse et une odeur insupportable. Insoluble dans l'eau et l'alcool, elle se dissout dans les huiles volatiles, le pétrole et l'éther; elle n'éprouve aucune altération dans ce dernier liquide, et peut s'en extraire au moyen de l'évaporation. Elle se trouve dans un grand nombre de plantes, dont les principales sont la *jatropha*

elastica, ficus indica, artocarpus integrifolia et urceola elastica.

La glu, substance qu'on tire du houx, offre dans ses propriétés la plus grande analogie avec le caout-chouc. Espèce de gomme élastique, elle s'extrait du gui, du mastique, de l'opium et des baies du *smilax caduca*, dans lesquelles le docteur Berton l'a récemment découverte.

Le caout-chouc donne à la distillation de l'alcali volatil, de l'eau, de l'hydrogène et du carbone en différentes combinaisons. On peut conclure de là qu'il est principalement composé d'azote, d'hydrogène, d'oxygène et de carbone, en proportions qui n'ont pas encore été déterminées. La gomme élastique est indigeste, et ne peut être employée comme aliment ; ses usages, dans les arts, sont connus.

L'*extract*, ou *principe extractif*, existe dans presque toutes les plantes ; on l'obtient à un degré de pureté passable, en évaporant une infusion de safran dans l'eau. La substance qui nous vient de l'Inde, sous le nom de *terra japonica*, peut être soumise avec avantage aux mêmes opérations : composée en grande partie de matières astringente et extractive, l'eau dissout la première et permet d'isoler la seconde. Ce principe est toujours plus ou moins co-

loré, soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther; il se combine avec l'albumine à la température de l'ébullition; mais il est précipité par les sels de cette base, par plusieurs solutions métalliques, et surtout par celle du muriate d'étain.

Les produits qu'il donne à la distillation tendent à établir qu'il est principalement composé d'hydrogène, d'oxygène, de carbone et d'un peu d'azote.

Il y a, pour ainsi dire, autant de variétés d'extrait que d'espèces de plantes. Les propriétés diverses qu'il manifeste semblent, dans un grand nombre de cas, tenir à des substances étrangères, soit végétales, soit alcalines, salines, acides ou terreuses, avec lesquels il est combiné ou mélangé. Tout porte à croire que plusieurs ingrédients de teinture, tels que le rouge de la garance, le jaune de la gaude, sont de même nature que l'extrait.

Il a beaucoup d'affinité pour le lin et le coton; il se combine avec ces produits végétaux au moyen de l'ébullition: l'union est plus intime lorsqu'on fait usage des *mordans*, ou corps métalliques terreux qui s'attachent aux tissus, et servent à fixer plus solidement les matières colorantes.

L'extrait pur ne peut être employé comme aliment : mais il est probable qu'uni à l'amidon, au mucilage ou au sucre, il jouit de propriétés nutritives.

8. Le *tannin*, ou *principe tannant*, se prépare en traitant, par une petite quantité d'eau froide, la graine de raisin pilée ou la noix de galles concassée, et en évaporant la dissolution jusqu'à siccité. Il est jaune, très-astringent, et difficile à incinérer ; extrêmement soluble dans l'eau et dans l'alcool, il ne se dissout pas dans l'éther. Quand on mêle deux dissolutions, l'une de colle ou de gélatine, et l'autre de tannin, ces deux substances se combinent et donnent naissance à un précipité insoluble.

Les principaux produits du tannin distillé en vases clos, sont du charbon, de l'acide carbonique, des gaz inflammables, et une petite quantité d'alcali volatil. Il est vraisemblable, d'après un tel résultat, que ses éléments sont les mêmes que ceux de l'extrait, et qu'il n'y a de différence que dans les proportions.

L'action exercée par le tannin sur la gelée et la colle, constitue une propriété qui le distingue suffisamment de l'extrait avec lequel on pourrait le confondre.

Il est presque impossible de purger le tannin de toute substance étrangère ; l'extrait en paraît surtout inséparable. C'est sans doute à cette circonstance qu'il faut attribuer les variétés de ce principe. Le moins impur se prépare avec des graines de raisin. Il précipite en blanc lorsqu'il agit sur une dissolution de colle forte. Celui de noix de galles jouit des mêmes propriétés ; celui du sumac donne un précipité jaune ; celui du kina un rose foncé, et celui du cathéchu un brun fauve intense. La matière colorante du bois de Brésil, que M. Chevreul considère comme un principe particulier auquel il donne le nom d'*hematine*, diffère de toutes ces espèces de tannin. Elle a une saveur beaucoup plus douce, et forme avec la gélatine un précipité extrêmement soluble dans l'eau. On pourrait peut-être la considérer comme une substance intermédiaire entre le tannin et l'extrait.

Le tannin n'est pas nutritif, mais il est précieux pour le tannage. Les peaux sont presque entièrement composées de gelée ou gélatine, et se dissolvent par l'action continue de l'eau bouillante : plongées dans une dissolution de tannin, elles se combinent peu à peu avec ce principe ; la texture fibreuse et la cohérence

dont elles jouissent sont dès-lors inattaquables. Elles-mêmes deviennent tout-à-fait insolubles dans l'eau ; elles ne sont plus sujettes à la putréfaction, et se convertissent en un composé chimique analogue à celui que donne la combinaison du tannin et de la gélatine.

L'écorce de chêne a été jusqu'ici la seule dont on se soit servi pour les opérations du tannage : on commence à faire usage en Angleterre de celle de plusieurs arbres, et notamment de celle du châtaignier d'Espagne. Le tableau suivant donnera une idée générale de la valeur relative des diverses espèces d'écorces. Il ne renferme que les résultats de mes expériences.

TABLEAU

Des nombres exprimant la quantité de tannin fournie par 480 livres de différentes écorces, et indiquant, à peu de chose près, la moyenne de leur valeur relative.

	livres.
Ecorce entière de chêne de moyenne grandeur, et coupé au printemps.	29
— De châtaigner d'Espagne	21
— De saule de Leicester de dernière grandeur.	33
— D'orme.	13
— De saule ordinaire, grand.	11
— De frêne	16
— De hêtre.	10
— De Marronnier d'Inde.	9
— De Sycomore	11
— De Peuplier d'Italie.	15
— De Bouleau.	8
— De Noisetier	14
— De Prunellier.	16
— De chênes en taillis	32
— De chênes coupés en automne.	21
— De mélèze coupé en automne.	8
Couches corticales intérieures blanches de chêne noir	72

Les quantités de principe tannant contenu dans les écorces, varient suivant les saisons. Quand le printemps a été très-froid, elles sont peu considérables. Elles atteignent les deux extrêmes en hiver et au renouvellement de la végétation. Dans tous les cas, les couches intérieures sont les plus riches. Il faut, terme moyen, quatre livres de bonne écorce de chêne pour en tanner une de peau.

Les matières extractives ou colorantes, renfermées dans les ingrédients employés au tannage, influent sur la qualité des peaux. Le cuir préparé avec la noix de galle est pâle et peu foncé, celui qu'on fait au moyen du tan de chêne, qui contient une matière extractive brune, a plus de couleur; enfin, celui qui est apprêté avec le cathécu présente une teinte rougeâtre. Il est probable que, dans ces opérations, les substances dont les peaux se composent entrent d'abord en combinaison avec le principe tannant, et qu'elles s'unissent ensuite avec la matière extractive.

Les peaux, converties en cuir, augmentent en général du tiers de leur poids (1). Elles

(1) Cette évaluation ne doit s'entendre que des peaux et des cuirs secs.

demandent à être travaillées lentement. Si on les plongeait tout-à-coup dans une forte infusion de tannin, les parties extérieures s'uniraient immédiatement avec ce corps, et soustrairaient les intérieures à son action.

On n'aurait, en suivant un procédé si défectueux, qu'un cuir de mauvaise qualité, et incapable de résister à l'épreuve de l'eau.

Les précipités obtenus, en traitant les infusions de tannin par la gélatine, contiennent, terme moyen lorsqu'ils sont secs, quarante pour cent de matière végétale. Une méthode simple de connaître la valeur relative des diverses substances dont les tanneurs font usage, est de prendre le rapport de ceux que fournissent des poids déterminés de ces substances macérées dans l'eau et soumises au même réactif.

Je suppose qu'on opère sur une once, ou 480 grains d'écorce; on la réduit en poudre grossière, et on la met digérer dans une demi-pinte d'eau bouillante. On l'agite d'abord fréquemment, et on la laisse reposer vingt-quatre heures. On passe la liqueur sur une toile fine; on dissout en même temps de la colle, de la gelée, ou de la gélatine dans l'eau chaude, suivant la proportion d'un drachme de la première et de la troisième de ces substances, et de six

euillerées de la deuxième par pinte de liquide. On mêle des quantités égales de ces deux liqueurs, et on les passe aux filtres. On expose ceux-ci à l'air jusqu'à parfaite dessiccation des principes solides dont ils restent chargés. S'ils sont tous de même nature et de mêmes dimensions, la différence des poids indiquera avec une précision suffisante les quantités de tannin contenues dans les matières végétales, et la valeur relative qu'elles ont pour les manufactures.

Outre les écorces mentionnées plus haut, il en existe plusieurs autres qui contiennent le principe tannant. Quelques-unes aussi n'en offrent aucune trace. On le trouve dans les bois et les feuilles de plusieurs arbres et arbrisseaux. C'est un des principes végétaux les plus répandus.

En traitant à chaud le charbon par l'acide nitrique étendu, et en évaporant le mélange jusqu'à siccité, M. Hatchett a obtenu récemment une substance tout-à-fait analogue au principe tannant ; 100 grains de charbon lui en ont donné 120 de tannin artificiel, jouissant de la propriété de rendre les peaux insolubles dans l'eau.

L'une et l'autre espèce forme , avec les al-

calis et les bases alcalines, des combinaisons qu'elles ne peuvent détruire. En conséquence, les tentatives faites pour rendre l'écorce de chêne plus efficace, au moyen de l'eau de chaux, sont fondées sur de faux principes. Ces deux corps donnent naissance à un composé insoluble.

Les acides produisent des combinaisons plus ou moins solubles en s'unissant au tannin. Il est probable que dans quelques végétaux ce principe se trouve engagé avec des substances alcalines ou terreuses, et qu'en certains cas il serait avantageux de les employer étendus.

9. *L'indigo* se prépare en faisant digérer le pastel (*isatis tinctoria*) dans l'alcool. La solution évaporée dépose des grains cristallins blancs, qui bleussent lorsqu'on les expose à l'air. Ces grains sont la substance dont il s'agit.

La plus grande partie de l'indigo du commerce nous vient de l'Amérique. On l'extrait de diverses plantes : de l'*indigofera argentea*, ou indigo sauvage, l'*indigofera disperma*, ou indigo guatimala, et de l'*indigofera tinctoria*, ou indigo français. On récolte les feuilles de ces arbres, et on les fait fermenter dans l'eau. L'indigo se précipite sous forme d'une poudre

fine d'un bleu très-intense. Insoluble dans le liquide dont nous parlons, il se dissout légèrement dans l'alcool. Mais son véritable dissolvant est l'acide sulfurique; huit parties de l'un et une partie de l'autre étendu d'eau, donnent une teinte bleue très-belle.

Soumis à la distillation, l'indigo dégage du gaz acide carbonique, de l'eau, de l'ammoniaque, quelques matières huileuses et acides. Il dépose une grande quantité de charbon. Ainsi cette substance paraît composée de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote.

La couleur bleue et l'insolubilité de l'indigo sont dues à la combinaison qu'il forme avec l'oxygène. Aussi les teinturiers sont-ils dans l'usage, pour l'employer plus commodément, de le mettre en digestion avec l'orpiment et l'eau de chaux. Il devient peu à peu soluble dans celle-ci et prend une teinte verte. Les tissus immergés dans le bain se combinent avec la matière colorante; étalés ensuite à l'air, ils absorbent l'oxygène et bleuissent.

L'indigo est un des ingrédients dont l'usage est le plus étendu dans la teinture.

10. Le *principe narcotique* se trouve en abondance dans l'opium. Cette substance, ou jus concreté du pavot blanc (*papaver album*),

est mise en digestion dans l'eau , et la solution qui en résulte , évaporée jusqu'à consistance de sirop. On ajoute de l'eau froide , il se fait un précipité qui , soumis à l'ébullition dans l'alcool , dépose des cristaux pendant que la liqueur refroidit. On les traite de nouveau par ce liquide , une seconde précipitation a lieu par le refroidissement , et ainsi de suite jusqu'à ce qu'ils soient devenus parfaitement blancs. Ces cristaux sont le *principe narcotique*.

Il est insipide , inodore , soluble dans environ quatre cents parties d'eau bouillante ; il n'éprouve rien de la part de ce liquide employé à une basse température. L'alcool bouillant ou froid exerce sur ce corps son action dissolvante ; mais , dans le premier cas , 24 parties suffisent , tandis qu'il en faut 100 dans le second. Les menstrues acides dissolvent fortement ce principe auquel , suivant les expériences de De Rosne , il faut rapporter tous les effets de l'opium sur l'économie animale. Le jus de pavot n'est pas le seul qui le contienne , plusieurs autres substances en sont pourvues , mais elles n'ont pas été examinées avec beaucoup d'attention. Les *lactuca sativa* , ou laitues des jardins , et la plupart des variétés de cette famille , renferment un suc laiteux , qui pré-

sente quand il est épaissi les caractères de l'opium, et contient le même principe narcotique (1).

11. Le *principe amer* est fort répandu dans le règne végétal ; il existe en quantité dans le houblon (*humulus lupulus*), dans le genet commun (*spartium scoparium*), dans la camomille (*anthemis nobilis*), et dans le *quassia amara et excelsa*. On l'extrait de ces substances au moyen de l'eau, de l'alcool, et de l'évaporation. Il est ordinairement d'une couleur jaune pâle et d'une amertume excessive. Il est très-soluble, soit dans l'eau, soit dans l'alcool, et n'a point ou presque point d'action sur les dissolutions alcalines, acides, salines ou métalliques.

En faisant macérer dans l'acide nitrique étendu, de la soie, de l'indigo ou du bois de saule blanc, on obtient une substance analogue au principe amer ; elle en diffère cependant

(1) Les effets de l'opium sur l'économie animale ne sont pas dûs au *sel d'opium*, ainsi que M. Des Rosnes l'avait cru, mais à la combinaison de deux principes récemment découverts, la morphine et l'acide méconique. Elle seule rend vénéneux l'extrait de cette substance ; lorsqu'il n'en contient plus, il peut être donné à forte dose, sans qu'aucun des signes qui caractérisent l'empoisonnement se manifeste.

par la propriété qu'elle possède de se combiner avec les alcalis. Unie à ces bases elle constitue des corps cristallisés qui détonnent par la chaleur ou la percussion. Elle communique aux tissus une belle couleur jaune.

Elle est d'un grand usage dans l'art du brasseur ; elle arrête la fermentation, et conserve les liquides qui l'ont subie. Elle est aussi employée en médecine.

Le principe amer, ainsi que le principe narcotique, paraît en grande partie composé de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'une petite quantité d'azote.

12. La cire se trouve dans un grand nombre de végétaux, et s'extraît en quantité considérable des baies du *mirica cerifera*. Les feuilles de divers arbres en fournissent aussi. Elle est blanche dans son état de pureté. Sa densité est 9,662, elle fond à 68°, 5. L'alcool froid est sans action sur elle, bouillant il la dissout ; elle est insoluble dans l'eau ; comme combustible, ses propriétés sont connues.

La cire végétale paraît être de même nature que celle des abeilles.

D'après les expériences de Gay-Lussac et Thénard, 100 de cire sont composées de

Carbone. 81, 784

Oxygène	5, 544
Hydrogène	12, 672
ou autrement de	
Carbone.	81, 784
Oxygène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire l'eau	6, 300
Hydrogène	11, 916

Ce qui revient, à peu de chose près, à 37 proportions d'hydrogène, 21 de carbone, et 1 d'oxygène.

13. La *résine* est fort commune dans le règne végétal. Une des plus en usage est celle que fournissent différentes espèces de sapin. Au printemps on enlève sur ces arbres une lanière d'écorce; il s'exsude aussitôt une matière appelée *térébenthine*. Soumise à une douce chaleur, elle laisse échapper une huile volatile, et donne un résidu plus fixe qui est la *résine*.

Elle porte communément le nom de *colophane*. Ses propriétés sont connues. Sa densité est de 1072. Fusible à une basse température, elle dégage dans sa combustion une lumière jaunâtre et beaucoup de fumée. Elle est insoluble dans l'eau, soit chaude, soit froide, mais elle est très-soluble dans l'alcool. Si on

ajoute un peu du premier liquide à la dissolution qu'elle forme avec le second, celle-ci se trouble, et la résine se précipite.

Plusieurs espèces d'arbres fournissent cette substance: le *pistacia lentiscus* produit le *mas-tic*, l'*amyris elemifera*, l'*elemi*, le *rhus copoellinum*, le *copal*, et le genévrier commun, le *sandaraque*. Le copal est de toutes les résines la plus remarquable; elle ne se dissout dans l'alcool qu'autant que celui-ci est en vapeur, ou qu'il tient du camphre en solution.

D'après Gay-Lussac et Thénard, 100 de résine commune sont formées de

Carbone.	75, 944
Oxygène.	15, 357
Hydrogène	10, 719

ou de

Carbone	75, 944
-------------------	---------

Oxygène et hydrogène dans les proportions nécessaires pour faire l'eau 15, 156

Hydrogène en excès	8, 900
------------------------------	--------

D'après les mêmes chimistes, 100 de copal sont composées de

Carbone.	76, 811
------------------	---------

Oxygène	10, 606
Hydrogène	12, 583
ou	
Carbone	76, 811
Eau ou ses élémens	12, 052
Hydrogène	11, 137

D'après ces résultats, si la résine est un composé défini, elle doit être formée de huit proportions de carbone, de douze d'hydrogène, et d'une d'oxygène.

Les résines sont employées à une foule d'usages. Décomposées en partie, elles donnent naissance au gaudron et à la poix. En soumettant le sapin à une combustion lente, on obtient la première de ces substances; celle-ci, légèrement évaporée, perd ses principes les plus volatiles et donne la seconde. Dissoutes dans l'alcool ou les huiles, elles produisent les vernis. Le copal est une de celles qui fournissent le plus beau. On le prépare en faisant bouillir cette substance, réduite en poudre, dans l'huile de romarin, et en ajoutant de l'alcool à la solution.

14. On se procure le camphre en distillant le bois du *laurus camphora*, arbrisseau du Japon. C'est un corps très-volatil, susceptible

d'être purifié par la distillation ; il est blanc, cassant, semi-transparent, d'une odeur particulière, et d'une saveur extrêmement âcre. Il n'est presque pas soluble dans l'eau. Une partie de cette substance en exige plus de 100,000 pour se dissoudre, mais elle cède facilement à l'affinité de l'alcool. Si on ajoute de temps à autre de petites quantités de liquide dans les dissolutions de ces deux corps, le premier se sépare peu à peu du second et se dépose sous forme cristallisée. Le camphre est également soluble dans l'acide nitrique, et précipité par l'eau comme dans le cas précédent.

Il est très-inflammable, brûle avec une belle flamme, et donne pour résidu une assez grande quantité de matière charbonneuse, de l'eau, de l'acide carbonique, et un acide particulier appelé acide *camphorique*. Jusqu'à présent il n'en a pas été fait d'analyse exacte, mais cette substance paraît, dans sa composition, se rapprocher des résines. Elle est formée de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.

Le camphre n'existe pas seulement dans le *laurus camphora*. Les diverses espèces de lauriers qui croissent à Sumatra, à Borneo et dans les îles des Indes orientales, en produisent. On en trouve aussi dans le thym (*thymus serpyllum*),

dans la marjolaine (*origanum majorana*), dans le gingembrier (*amomum zingiber*), dans la sauge (*salvia officinalis*). Plusieurs huiles volatiles en donnent également lorsqu'elles sont exposées au simple contact de l'air.

M. Kind a obtenu une substance tout-à-fait analogue au camphre, en saturant l'huile de térébenthine avec le gaz acide muriatique (celui qui se dégage lorsqu'on traite le sel marin par l'acide sulfurique). Quand l'expérience est bien conduite, le produit s'élève à près de la moitié de l'huile de térébenthine employée. Il a toutes les propriétés physiques du camphre ordinaire, mais il en diffère dans ses propriétés chimiques et dans sa composition. Il ne peut se dissoudre dans l'acide nitrique sans se décomposer. D'après les expériences de Gehlen, cette substance paraît formée des élémens de l'huile de térébenthine, de carbone, d'hydrogène et d'oxygène combinés avec les bases du gaz muriatique, le chlore et l'hydrogène.

Si on conclut par analogie du camphre artificiel au naturel, il ne semblera pas invraisemblable que celui-ci soit un composé végétal secondaire, formé d'acide camphorique et d'huile volatile.

Le camphre est employé dans la médecine, et n'a d'ailleurs aucun autre usage.

15. Les *huiles fixes* s'obtiennent par l'expression des graines et des fruits. Les plus communes s'extraient de l'olive, de l'amande, des graines de lin et de navets; elles ont moins de densité que l'eau : celles d'olive et de navette pèsent spécifiquement 913, celles de lin et d'amandes 952, celles de palmier 968, celles de noix et de faines 923. Plusieurs se coagulent à une température plus basse que celle de la congélation. Toutes exigent, pour se volatiliser, une chaleur plus forte que celle de l'eau bouillante. Les produits de la combustion sont de l'eau et du gaz acide carbonique.

D'après les expériences de Gay-Lussac et Thénard, 100 d'huile d'olive sont formées de

Carbone.	77, 213
Oxygène.	9, 427
Hydrogène	13, 560

Cette estimation revient, à peu de chose près, à 11 proportions de carbone, 20 d'hydrogène et 1 d'oxygène.

Liste des huiles fixes et des arbres qui les produisent.

HUILES	ARBRES.
D'olives.	Olivier (<i>olea europea</i>).
De lin.	Lin commun (<i>linum usitatissimum et perenne</i>).
De noix.	Noisetier (<i>coryllas avellana</i>), et Noyer (<i>juglans regia</i>).
De chenevis.	Chanvre (<i>cannabis sativa</i>).
D'amandes douce.	Amandier (<i>amygdalus communis</i>).
De faïnes.	Hêtre commun (<i>fagus sylvatica</i>).
De navettes.	Navets (<i>brassica napus et campestris</i>).
De pavots.	Pavots (<i>papaver somniferum</i>).
De sésame.	Sésame (<i>sæsamum orientale</i>).
De concombres.	Citrouille (<i>cucurbita pepo et malapepo</i>).
De moutarde.	Moutarde (<i>sinapis nigra et arvensis</i>).
De tournesol.	Tournesol (<i>helianthus annuus et perennis</i>).
De castor.	Palma christi (<i>ricinus communis</i>).
De graines de tabac.	Tabac (<i>nicotiana tabaccum et rustica</i>).
D'amandes de prunes.	Prunier (<i>prunus domestica</i>).

De graines de	
raisin.	Vigne (<i>vitis vinifera</i>).
De beurre de ca-	
cao.	Cacaotier (<i>theobroma cacao</i>).
De Laurier.	Laurier (<i>laurus nobilis</i>).

Les huiles fixes sont des substances fort nutritives, dont on fait des applications à tous les objets de la vie. Combinées avec la soude, elles donnent naissance à la meilleure espèce de savon dur. On en consomme beaucoup dans les arts mécaniques, dans la préparation des couleurs et des vernis.

16. Les *huiles volatiles*, qu'on appelle aussi *huiles essentielles*, diffèrent des précédentes en ce qu'elles exigent beaucoup moins de chaleur pour se volatiliser. Elles se dissolvent dans l'alcool, et sont légèrement solubles dans l'eau.

Presque toutes se distinguent entr'elles par le goût, la densité, et autres qualités physiques. Cependant chaque espèce est en quelque sorte caractérisée par une forte odeur particulière. Elles s'enflamment plus facilement que les huiles fixes, et donnent pour produits de la combustion, différentes proportions des mêmes substances; savoir, de l'eau, de l'acide carbonique et du carbone.

*Tableau des densités des différentes espèces
d'huiles volatiles, déterminées par le doc-
teur Lewis.*

HUILES

De sassafras	1094
De cannelle	1035
De girofle	1034
De fenouil.	997
D'anis	994
De pouliot.	978
De cumin	975
De menthe.	975
De muscade	948
De tanaïsie.	946
De carvi.	940
D'origan.	940
De lavande.	936
De romarin	934
De genièvre	911
D'oranges	888
De térébenthine	792

Les odeurs particulières des plantes paraissent dépendre de l'huile volatile qu'elles contiennent. Les vertus des eaux parfumées doivent être

attribuées à la même cause. En recueillant les huiles aromatiques, on fixe le parfum des fleurs généralement si fugace.

On ne peut pas douter que les huiles volatiles ne soient formées de carbone, d'hydrogène et d'oxygène : mais on n'a pas fait jusqu'à présent d'expériences exactes pour déterminer les proportions de ces élémens.

Elles n'ont jamais été employées comme substances alimentaires : les arts en font usage pour la composition des couleurs et des vernis ; mais c'est surtout comme parfums qu'elles se consomment.

17. La *fibre ligneuse* s'extrait du bois, de l'écorce, des feuilles ou des fleurs soumises à l'action répétée de l'eau et de l'alcool bouillans : les matières solubles se dissolvent, et la base des parties solides organisées est mise à nu. Il y a autant de variétés de fibre ligneuse qu'il y a de plantes, et que celles-ci ont d'organes ; mais toutes se distinguent par leur texture fibreuse et leur insolubilité.

Le ligneux brûle avec une flamme jaune, dégage de l'eau et de l'acide carbonique ; distillé en vase clos, il donne une quantité considérable de charbon. C'est uniquement de cette partie du bois que provient celui qui se consume pour les divers besoins de la vie.

*Tableau des résultats obtenus par M. Mushet ,
sur la quantité de charbon fourni par diffé-
rentes espèces de bois.*

100 parties de bois de	
vigne donnent . . .	26, 8 de charbon.
— D'acajou	25, 4
— De laburnum.	24, 5
— De châtaignier	23, 2
— De chêne.	22, 6
— De hêtre noir d'Amé- rique.	21, 4
— De noyer.	20, 6
— De houx	19, 9
— De hêtre	19, 9
— D'érable d'Amérique.	19, 9
— D'orme.	19, 5
— De pin de Norwège.	19, 2
— De saule	18, 4
— De frêne	17, 9
— De bouleau.	17, 4
— De pin d'Ecosse.	16, 4

D'après les expériences de Gay-Lussac et Thénard, 100 de bois de chêne et de hêtre sont composés de

Carbone. 52, 55

Oxygène 41, 78

Hydrogène 5, 69

et 100 de hêtre contiennent

Carbone. 51, 45

Oxygène. 42, 73

Hydrogène 5, 82

En supposant que le ligneux soit un composé défini, cette analyse conduit à admettre qu'il est formé de 5 proportions de carbone, de 3 d'oxygène et de 6 d'hydrogène, ou 57 de carbone, 45 d'oxygène et 6 d'hydrogène. Il est inutile de parler des usages du bois : le coton, la toile, l'écorce, sont assez connus. La fibre ligneuse paraît être une substance indigeste.

18. Le règne végétal renferme un grand nombre d'acides. Plusieurs existent tout formés dans le jus ou les organes des plantes : tels sont les acides oxalique, citrique, tartarique, benzoïque, gallique, acétique, malique et prussique.

Tous sont blancs et cristallisent, à l'exception des trois derniers; ceux-ci n'existent qu'à l'état fluide. Ils sont plus ou moins solubles dans l'eau. Les uns et les autres ont une saveur aigre, si ce n'est pourtant l'acide gallique, dont

le goût est astringent, et l'acide prussique, qui cause à peu près sur le palais la même impression que l'amande amère.

L'acide oxalique existe à l'état libre dans la liqueur exprimée des pois chiches (*cicer arietinum*); on peut l'extraire des tiges d'oseille (*oxallis acetosella*), de l'oseille commune, et autres espèces de rumex; le *geranium acidum* en donne également.

Cet acide décompose les sels calcaires, et forme avec la chaux une combinaison insoluble; il cristallise en prismes à quatre pans. Ces caractères suffisent pour qu'on ne le confonde avec aucun autre.

94. L'acide citrique se trouve dans le jus des citrons et des oranges; on l'obtient aussi des baies de canneberge, de myrtille et d'églantier.

La propriété caractéristique de cet acide est de former avec la chaux un sel insoluble dans l'eau, mais décomposable par les acides minéraux.

L'acide tartarique s'extraît du jus de mûres, du mou et de la pulpe de groseille. Sa propriété caractéristique est de former avec la potasse un sel très-peu soluble, et d'en former un autre avec la chaux, qui ne l'est pas du

tout, et qui se décompose par l'action des acides minéraux.

L'acide benzoïque se tire par la distillation de plusieurs substances résineuses, du benjoin, du storax et du baume de Tolu ; il se distingue des autres acides par son odeur aromatique et son extrême volatilité.

L'acide malique se prépare au moyen du jus de pommes, d'épine-vinette, de prunes, de baies de sureau, de groseilles, de fraises et de framboises ; il forme avec la chaux un sel soluble, propriété qui le caractérise suffisamment.

L'acide acétique ou vinaigre, peut être extrait de la sève de plusieurs arbres ; il se distingue de l'acide malique par son odeur, et des autres acides végétaux par la propriété qu'il a de former des sels solubles avec les alcalis et les terres.

L'acide gallique s'obtient en chauffant doucement et graduellement des noix de galle pulvérisées, et versant ensuite la matière dans un vase froid. Il se dépose un grand nombre de cristaux blancs qui jouissent de la propriété de communiquer aux distillations de fer un pourpre foncé.

On se procure l'acide prussique végétal en distillant des feuilles de laurier ou des noyaux de pêches, de cerises, d'amandes amères. On le reconnaît facilement : il forme, avec les dissolutions qui contiennent du fer et un peu d'alcali, un précipité bleu verdâtre; il a beaucoup d'analogie avec celui qu'on extrait des substances animales ou du charbon traité à une haute température par un courant d'ammoniaque. Ce dernier acide, combiné avec de l'oxide rouge de fer, donne naissance au composé qui porte le nom de bleu de Prusse.

Deux autres acides végétaux ont été trouvés dans les produits des plantes : l'acide morolixique, dans une exsudation saline du mûrier blanc, et l'acide kinique, dans un sel qui fait partie du kinkina. Mais ils n'ont été rencontrés nulle part ailleurs. L'acide phosphorique existe à l'état libre dans l'oignon; les acides sulfurique, muriatique et nitrique se trouvent aussi dans plusieurs composés salins, mais ne peuvent être considérés comme des produits du règne végétal. Les autres acides sont formés par la combustion des substances végétales, ou par l'action que l'acide nitrique exerce sur elles : tels sont ceux qu'on désigne par les noms de camphorique, mucique ou

sacrolactique et subérique. On les prépare en traitant par l'eau forte, le camphre, le mucilage ou la gomme, et le liége (1).

Les expériences faites sur les acides végétaux tendent à établir qu'à l'exception de l'acide prussique, tous sont composés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène en diverses proportions; et que celui-ci renferme en outre de l'azote (2). L'acide gallique est de tous celui qui contient le plus de carbone.

(1) Voyez la note B à la fin du volume.

(2) L'acide prussique ne contient pas d'oxygène, comme on l'a supposé long-temps. Il est formé, suivant Gay-Lussac, d'hydrogène, de carbone et d'azote. Ces deux derniers principes unis ensemble constituent un corps qui lui sert de radical et porte le nom de *cyano-gène*. La dénomination d'acide prussique se change d'après cette composition en celle d'acide hydro-cyanique.

100 d'acide hydro-cyanique sont composées de

Carbone. 44, 39

Azote 51, 71

Hydrogène 3, 90

Tableau de la composition de quelques acides végétaux, d'après Gay-Lussac et Thénard.

100 d'acide oxalique sont composées de

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

100 d'acide tartarique, de

Carbone.	24, 050
Hydrogène	6, 629
Oxygène.	69, 321

100 d'acide citrique, de

Carbone.	53, 811
Hydrogène	6, 330
Oxygène.	59, 859

100 d'acide acétique, de

Carbone.	50, 224
Hydrogène	5, 629
Oxygène	44, 147

100 d'acide mucique ou sacolactique, de

Carbone.	33, 69
Hydrogène	3, 62
Oxygène	62, 69

Ces analyses coïncident, à peu de chose près, avec les proportions définies suivantes :

acide oxalique, 7 proportions de carbone, 8 d'hydrogène, et 15 d'oxygène (1); acide tartarique, 8 de carbone, 28 d'hydrogène, 18 d'oxygène; acide citrique, 3 de carbone, 6 d'hydrogène, 4 d'oxygène; acide acétique, 18 de carbone, 22 d'hydrogène, 12 d'oxygène; acide muqueux, 6 de carbone, 7 d'hydrogène, 8 d'oxygène.

Les applications de ces divers acides sont connues; on fait un usage excessivement étendu de l'acide acétique et de l'acide citrique. La saveur et la salubrité de diverses substances végétales employées comme alimens, dépendent en grande partie des acides qu'elles contiennent.

19. On obtient l'alcali fixe en réduisant les végétaux en cendres, et en traitant celles-ci par la chaux vive et l'eau. La potasse est fort répandue dans le règne végétal. Pure, cette substance est blanche et demi-transparente. Elle exige pour entrer en fusion une température élevée, et possède une saveur très-caustique. La potasse pure des chimistes est une combinaison d'alcali fixe et d'eau. Celle du commerce, qu'on appelle aussi pearlasse,

(1) D'après les expériences de Thomson, l'acide oxalique contient trois proportions de carbone, quatre d'oxygène et quatre d'hydrogène; résultat bien différent de celui des chimistes français.

contient en outre une petite quantité d'acide carbonique. Lorsqu'elle est parfaitement libre, elle se compose d'une proportion d'oxygène et d'autant de potassium.

La soude, ou alcali minéral, est contenue dans quelques-uns des végétaux qui croissent sur le rivage de la mer. Elle est, ainsi que la potasse, combinée avec l'eau et l'acide carbonique ; elle résulte d'une proportion de sodium et de deux d'oxygène. Ses propriétés sont à peu près les mêmes que celles de l'alcali végétal ; ces deux substances se distinguent néanmoins l'une de l'autre. La première, en s'unissant à l'huile, donne naissance à des savons durs, tandis que la seconde n'en produit que de mous.

La potasse, la barille et les variétés de soude qu'on obtient en lessivant les cendres des plantes marines, sont très-recherchées dans les manufactures de savon et de verre. Cette dernière production se confectionne au moyen de l'alcali fixe, du sable et de quelques substances métalliques.

Quand on veut connaître si une plante contient de l'alcali, on la brûle et on en lessive la cendre. Si l'eau de lavage, après avoir été quelque temps exposée à l'action de l'air, verdit les couleurs bleues végétales, c'est une preuve qu'elle en renferme.

Un moyen d'apprécier le rapport des quantités de potasse que fournissent les végétaux, est de réduire en cendres des poids égaux de ceux-ci. On lave ensuite le produit de la combustion dans deux fois son volume d'eau, on tire le liquide au clair, on le passe au filtre et on l'évapore jusqu'à siccité. Le rapport des poids de sel obtenu indique, à peu de chose près, celui des quantités d'alcali.

La même méthode sert à déterminer la valeur des plantes marines avec une exactitude suffisante pour les besoins du commerce.

Les herbes donnent en général quatre ou cinq, et les arbrisseaux deux ou trois fois autant de potasse que les arbres. Les feuilles en produisent plus que les branches, et celles-ci plus que le tronc. Les végétaux brûlés verts rendent plus de cendres que lorsqu'ils sont secs.

Tableau des quantités de potasse donnée par les plantes et par quelques arbres communs,

Dressé sur les expériences de Kirwan, de Vauquelin et de Pertuis.

10,000 parties de chêne en donnent. .	15
D'orme	39
De hêtre	12
De vigne	55

De peuplier.	7
De chardon.	53
De fougère.	62
De chardon des vaches.	196
D'absinthe.	750
De vesces.	275
De fèves.	200
De fumeterre.	790

Les terres trouvées dans les plantes sont au nombre de quatre : la silice, l'alumine ou l'argile pure, la chaux et la magnésie. On les obtient par l'incinération. La chaux est habituellement combinée avec l'acide carbonique. Cette substance et la silice sont beaucoup plus communes dans le règne végétal que la magnésie, et celle-ci l'est plus que l'alumine. Elles forment la principale partie des matières insolubles qui entrent dans la composition des cendres. On sait que la silice ne se dissout pas dans les acides ; la terre calcaire, à moins que le résidu de la combustion n'ait été fortement calciné, fait effervescence avec l'acide muriatique. La magnésie forme, avec l'acide sulfurique, un sel soluble et cristallisable, tandis que la chaux, en s'unissant à ce corps, produit un composé qui l'est extrêmement peu. L'alumine se distingue des autres terres en

ce qu'elle ne cède qu'à la longue à l'action des acides, que les sels dont elle forme la base sont très-solubles dans l'eau, et ne cristallisent que difficilement.

Les terres semblent composées d'une proportion des métaux dont nous avons parlé page 52, et d'autant d'oxygène.

Celles qui sont fournies par les plantes ne servent à aucun des usages de la vie ordinaire. Il y a peu de cas où la connaissance de leurs propriétés puisse être utile à l'agriculteur.

Les seuls oxides métalliques qu'on ait rencontrés dans les végétaux, sont ceux de fer et de manganèse; encore n'y existent-ils qu'en petite quantité. Si les cendres sont d'un brun rougeâtre, elles contiennent beaucoup des premiers; et du deuxième, si elles affectent la teinte noire ou pourpre. Si elles sont de couleur mixte, elles renferment ceux des deux bases.

Divers composés salins sont contenus dans les plantes, ou produits par leur incinération. Le sulfate de potasse est un de ceux qu'on rencontre le plus habituellement. Le sel commun vient ensuite; puis le phosphate de chaux qui est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide muriatique. Les composés de terres, d'alcalis et des acides nitrique, muriatique,

sulfurique et phosphorique, existent dans la sève de plusieurs plantes, et s'obtiennent au moyen de l'incinération et de l'évaporation.

Les sels de potasse se distinguent de ceux de soude, en ce qu'ils précipitent les dissolutions de platine; ceux de chaux, en ce qu'ils exercent la même influence sur les solutions qui contiennent de l'acide oxalique; ceux de magnésie, en ce qu'ils sont décomposés par l'ammoniaque. On reconnaît facilement la présence de l'acide sulfurique au moyen de la baryte, avec laquelle il forme un précipité blanc très-dense; et celle de l'acide muriatique, parce qu'il trouble la dissolution du nitrate d'argent. Les sels dont l'acide nitrique fait partie donnent naissance à des scintillations, lorsqu'on les jette sur des charbons incandescens.

Comme on n'a fait aucune application de plusieurs sels neutres ou composés analogues trouvés dans les plantes à l'état libre, il est inutile de les décrire séparément. Les tables qui suivent sont extraites des recherches de Théodore Saussure, sur la végétation: elles renferment les résultats obtenus par ce savant, et indiquent les quantités de sels solubles, d'oxides métalliques et de terres qui se trouvent dans les cendres de diverses espèces de plantes.

NOMS DES PLANTES.

1. Feuilles de chêne (*quercus robur*), du 10 mai . . .
2. Les mêmes, du 27 septembre.
3. Tiges ou branches écorcées de jeunes chênes, du 10 mai
4. Ecorces des branches précédentes.
5. Bois de chêne séparé de l'aubier.
6. Aubier du bois de chêne précédent.
7. Ecorces des troncs de chênes précédens
8. Liber de l'écorce précédente
9. Extrait du bois de chêne précédent
10. Terreau de bois de chêne
11. Extrait du précédent terreau de bois de chêne. . .
12. Feuilles de peuplier (*populus nigra*), du 26 mai . .
13. Les mêmes, du 12 septembre
14. Troncs écorcés des peupliers précédens, du 12 sept.
15. Ecorce des troncs précédens.
16. Feuilles de noisetier (*coryllus avellana*), du 1^{er} mai.
17. Les mêmes, lavées à froid avec de l'eau distillée.
18. Feuilles de noisetier, du 22 juin.
19. Les mêmes, du 20 septembre.
20. Branches écorcées du noisetier précédent, du 1^{er} mai.
21. Ecorces des branches précédentes.
22. Bois de mûrier, dit d'Espagne (*morus nigra*), séparé de l'aubier, novembre.
23. Aubier du mûrier précédent
24. Ecorce du mûrier précédent.
25. Liber de l'écorce précédente.
26. Bois de charme (*carpinus betulus*), séparé de l'aubier, novembre
27. Aubier du charme précédent.
28. Ecorce du charme précédent.

	Déficit.	Oxides métalliques.	Silice.	Carbonates terreux.	Phosphates terreux.	Sels solubles dans l'eau.	Eau de végétation dans 1000 parties de plante verte.	Cendres contenues dans 1000 parties
245	25, 24	0, 64	3	0, 12	24	47		53
549	25, 5	1, 75	14, 5	23	18, 25	17		55
"	32, 58	1	0, 12	18, 25	28, 5	26		4
"	22, 75	1, 75	0, 25	63, 25	4, 5	7		3
"	20, 65	2, 25	2	32	4, 5	38, 6		2
"	23, 5	2	7, 5	11	24	32		4
"	21, 5	2	1, 5	66	3	7		3
"	22, 75	1	0, 5	65	3, 75	7		1
"	" "	" "	" "	" "	" "	51		4
"	8, 5	14	32	10	10, 5	24		1
"	" "	" "	" "	" "	" "	66		6
652	15, 75	1, 25	5	20	13	36		8
565	18	1, 5	11, 5	36	7	26		3
"	24, 5	1, 5	3, 3	27	16, 75	26		2
"	23, 2	1, 5	4	60	5, 3	6		1
"	24, 7	1, 5	2, 5	22	23, 3	26		5
655	22, 5	2	4	44, 1	19, 5	8, 2		5
557	21, 5	1, 5	11, 3	20	14	22, 7		5
"	17	2	22	36	12	11		7
"	32, 2	0, 12	0, 25	8	35	24, 5		5
"	26	1, 75	0, 25	54	5, 5	12, 5		5
"	20, 38	0, 25	0, 12	56	2, 25	21		5
"	21, 5	0, 25	1	24	27, 25	26		5
"	23, 13	1, 12	15, 25	45	8, 5	7		5
"	24, 38	1	0, 12	48	16, 5	10		5
346	26, 63	2, 25	0, 12	26	23	22		6
390	29	1	1	15	36	18		6
346	30, 88	0, 12	1, 5	59	4, 5	4, 5		6

NOMS DES PLANTES.

29. Troncs, branches effeuillées du marronnier (*œsculus hypocaustum*), du 10 mai
30. Feuilles de marronnier, du 10 mai
31. Les mêmes, du 23 juillet
32. Les mêmes, du 27 septembre
33. Fleurs du marronnier précédent
34. Fruits en maturité du même marronnier, 5 octobre
35. Plantes de pois (*pisum sativum*) en fleurs
36. Les mêmes, portant leur graine en maturité
37. Plantes de fèves de marais (*vicia faba*), avant la floraison, du 23 mai
38. Les mêmes, pendant la floraison, du 23 juin
39. Les mêmes, portant leur graine en maturité, du 23 juillet
40. Les mêmes, séparées des graines en maturité
41. Graines des plantes précédentes
42. Plantes de fèves en fleurs, crues en eau distillée, et provenues des graines précédentes
43. Verge d'or (*solidago vulgaris*), avant la floraison, du 1^{er} mai
44. Les mêmes, prêtes à fleurir, du 15 juillet
45. Les mêmes, portant leurs graines en maturité, du 20 septembre
46. Plantes de tournesol (*helianthus annuus*), du 23 juin, un mois avant la floraison
47. Les mêmes, commençant à fleurir, du 23 juillet
48. Les mêmes, du 20 septembre, portant leurs graines en maturité
49. Plantes de froment (*triticum sativum*) en fleurs
50. Les mêmes, portant leurs graines en maturité
51. Les mêmes, un mois avant leur floraison
52. Les mêmes, en fleurs, du 14 juin

	Déficit.	Oxides métalliques.	Silice.	Carbonates terreux.	Phosphates terreux.	Sels solubles dans l'eau.	Eau de végétation dans 1000 parties de plante verte.	Cendres contenues dans 1000 parties de plante sèche.
35	" "	" "	" "	" "	" "	9, 5	"	782
72	" "	" "	" "	" "	" "	50	"	652
88	" "	" "	" "	" "	" "	24	"	636
1	" "	" "	" "	" "	" "	13, 5	"	873
34	" "	" "	" "	" "	" "	50	"	647
5	13, 25	0, 5	0, 75	" "	10, 5	75	"	581
81	24, 65	1	2, 3	6	17, 25	49, 8	"	150
122	17, 25	2, 5	11	14	22	34, 25	"	66
895	24, 50	0, 5	1, 5	3, 5	14, 5	55, 5	"	15
876	24, 38	0, 5	1, 5	4, 12	13, 5	55, 5	"	33
66	26	0, 5	1, 75	4	17, 75	50	"	5
15	12, 9	1	1, 75	36	5, 75	42	"	9
33	2, 3	0, 5	" "	" "	27, 92	69, 28	"	9
5	9, 4	0, 5	" "	" "	30	60, 1	"	9
9	18, 25	0, 75	1, 5	1, 5	10, 75	67, 5	"	5
5	21	0, 75	1, 5	9, 25	8, 5	59	"	5
5	18, 75	1, 5	3, 5	17, 25	11	48	"	5
5	16, 67	0, 12	1, 5	11, 56	6, 7	63	"	5
93	18, 78	0, 12	1, 5	12, 5	6	61	"	5
753	17, 75	0, 5	3, 75	4	22, 5	51, 5	"	5
"	12, 5	0, 5	32	0, 25	12, 75	43, 25	"	5
"	18, 75	1	54	0, 25	15	11	"	5
"	15, 5	0, 25	12, 5	0, 25	11, 5	60	"	5
699	21, 5	0, 5	26	0, 25	10, 75	41	"	5

NOMS DES PLANTES.

53. Les mêmes, du 28 juillet, portant leurs graines en maturité.
54. Paille du froment précédent, séparée des graines.
55. Graines choisies du froment précédent.
56. Son.
57. Plantes de maïs (*zea maïs*), du 23 juin, un mois avant la floraison.
58. Les mêmes, en fleurs, du 23 juillet.
59. Les mêmes, portant leurs graines en maturité.
60. Tiges du maïs précédent, séparées de leurs épis en maturité.
61. Epis des tiges précédentes.
62. Graines du maïs précédent.
63. Paille d'orge (*hordeum vulgare*), séparée de ses graines en maturité.
64. Graines d'orge de la paille précédente.
65. Graines d'orge.
66. Avoine.
67. Feuilles de rosage (*rhododendrum ferrugineum*), crues sur le Jura, montagne calcaire, du 20 juin.
68. Les mêmes, crues sur le Breven, montagne granitique, du 27 juin.
69. Tiges et branches de rosage, crues sur le Jura, du 20 juin.
70. Tiges de rosage, crues sur le Breven, du 27 juin.
71. Feuilles de pin (*pinus abies*), crues sur le Jura, du 20 juin.
72. Les mêmes, crues sur le Breven, du 27 juin.
73. Branches de pin, dépouillées de feuilles, du 20 juin.
74. Airelle (*vaccinium myrtillus*), crue sur le Jura, du 29 août.
75. Les mêmes, crues sur le Breven, 20 août.

		Sels solubles dans l'eau.	Phosphates terreux.	Carbonates terreux.	Silice.	Oxides métalliques.	Déficit.
33	"	10	11, 75	0, 25	51	0, 75	23.
43	"	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
81	"	69	6	0, 25	7, 5	0, 25	17
46	"	" "	" "	" "	" "	" "	" "
84	"	72, 45	5	1	18	0, 5	3, 5
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
31	"	22	22	" "	21	0, 12	29, 88
30	"	1	24	" "	60	0, 25	14, 75
25	"	23	14	43, 25	0, 75	3, 25	15, 63
8	"	21, 1	16, 75	16, 75	2	5, 77	31, 52
8	"	22, 5	10	39	0, 5	5, 4	22, 48
29	"	24	11, 5	29	1	11	24, 5
25	"	16	12, 27	43, 5	2, 5	1, 6	24, 13
15	"	15	12	29	19	5, 5	19, 5
35	"	15	" "	" "	" "	" "	" "
22	"	17	18	42	1, 5	3, 12	19, 38
22	"	24	22	22	5	9, 5	17, 5

Indépendamment des principes que nous avons examinés jusqu'ici, il en existe plusieurs autres que les chimistes ont décrits comme appartenant au règne végétal : telles sont plusieurs substances dont une analogue à la fibre musculaire des animaux, découverte par Vauquelin dans la papaye et une autre, semblable à la gélatine animale trouvée dans les champignons par Braconot ; mais ce n'est pas ici le lieu de s'étendre sur ces particularités, mon objet n'étant que de présenter des vues générales sur la constitution des végétaux, qui puissent être utiles aux agriculteurs. Des savans ont adopté des distinctions systématiques qui sont étrangères à mes recherches, et dans lesquelles je n'entre pas. Le docteur Thomson a donné la description de six substances végétales qu'il appelle mucus, gelée, sarcocole, asparagine, inuline et ulmine. Il prétend que la première se trouve parfaitement pure dans la graine de lin ; mais Vauquelin a dernièrement fait voir que le mucilage de celle-ci a, dans ses propriétés essentielles, la plus grande analogie avec la gomme, et qu'il est une combinaison de ce corps avec un principe peu différent du mucus animal. Quant à la gelée végétale, le savant auteur du *Système de Chimie*,

lui-même, la regarde comme une modification de la gomme. La sarcocole paraît provenir de cette même substance alliée à un peu de sucre. L'inuline ne semble être qu'une variété d'amidon. M. Smithson a démontré que l'ulmine est un composé d'une matière extractive particulière et de potasse. Il est probable que l'asparagine n'est qu'une combinaison de ce genre. Si de légères différences dans les propriétés physiques et chimiques suffisaient pour en établir dans les productions du règne végétal, le catalogue de celles-ci serait immense. On ne peut extraire deux composés parfaitement identiques. Ceux qui proviennent des mêmes substances, varient suivant le temps par lequel elles ont été cueillies, et la manière dont eux-mêmes ont été préparés. Les classifications scientifiques, dont le principal objet est de soulager la mémoire, doivent être fondées sur la similitude de propriétés distinctes, caractéristiques et invariables.

L'analyse de toute substance qui contient des mélanges de différens principes végétaux, peut être faite de telle sorte, que l'agriculteur en tire aisément parti. Supposons, pour fixer nos idées, qu'on en prenne une quantité donnée, 200 grains par exemple. Après les avoir

réduits en poudre, on en forme une pâte qu'on malaxe dans ses mains, ou qu'on broie avec de l'eau froide dans un mortier. Si elle contient beaucoup de gluten, ce principe se sépare et se réunit en masse cohérente ; mais, soit qu'elle en renferme ou n'en renferme pas, on la met, après cette opération, en contact pendant deux à trois heures avec une demi-pinte d'eau froide ; on triture et on agite le mélange de temps à autre. On sépare ensuite, au moyen du filtre, les matières solides et fluides : celles-ci sont échauffées peu à peu, et passées de nouveau sur une chausse, si elles donnent quelques flocons ; enfin on les évapore jusqu'à siccité. Le papier de tournesol fait connaître si le résidu est acide ou alcalin : dans le premier cas il rougit, dans le second il passe au vert. Dès qu'on s'est assuré de la présence de quelque corps de l'une ou l'autre de ces classes, il ne s'agit plus que d'en connaître l'espèce, résultat qu'on obtient aisément par l'emploi des réactifs précédemment décrits. Quant à la matière solide, si elle a une saveur douce, ou amère ou astringente, ou presque insipide, on peut supposer avec confiance qu'elle contient du sucre ou de l'extrait, ou du tannin, ou enfin du mucilage ; si on la traite par l'alcool bouil-

lant, ce liquide dissout toutes les substances énoncées, hors la dernière, dont on peut déterminer le poids.

La dissolution alcoolique concentrée par l'évaporation, dépose des cristaux de sucre qui sont en général colorés par un peu d'extrait ; on les purifie par des dissolutions répétées dans ce liquide. En évaporant ensuite les liqueurs-mères que donnent ces diverses opérations, on obtient un résidu solide qui, dissout dans un peu d'eau et bouilli quelque temps au contact de l'air, se précipite sous forme de poudre insoluble : c'est l'extrait.

Si la première solution contient du tannin, on l'isole au moyen du procédé décrit page 108. On fait usage de la colle de poisson, mais avec sobriété, de crainte d'introduire dans la liqueur un excès de gelée animale, qu'on pourrait confondre avec le mucilage.

On emploie l'eau bouillante aussitôt que ce liquide froid n'exerce plus d'action sur la substance végétale ; si celle-ci contient de l'amidon, elle s'en empare et dissout également le sucre, l'extrait et le tannin, quand ils sont unis avec les autres principes du composé.

On isole l'amidon par une méthode tout-à-

fait analogue à celle qu'on suit pour la séparation du mucilage.

Si l'eau chaude ne dépouille pas la substance végétale de tous ses principes, on la traite par l'alcool bouillant qui s'empare des matières résineuses, dont il est facile de reconnaître le poids, en procédant à l'évaporation.

Le dernier agent dont on fasse usage est l'éther : il dissout la gomme élastique ; mais les propriétés de ce corps rendent sa présence assez sensible. On emploie rarement le réactif dont il s'agit.

Si la substance renferme des huiles fixes ou de la cire, on les détache par l'ébullition et on les recueille. Ce qui reste après qu'on a épuisé l'action de l'eau, de l'alcool et de l'éther, peut être considéré comme la fibre ligneuse.

Quand une substance végétale contient de l'huile volatile, il est évident qu'il faut avoir recours à la distillation pour l'obtenir et en évaluer la quantité.

Lorsqu'on veut connaître celle des matières alcalines, salines, métalliques ou terreuses, on soumet le composé à l'action du feu : s'il est fixe, on l'expose, dans un creuset, à une

chaleur rouge ; s'il est volatil, on le fait passer à travers un tube de porcelaine incandescent. On détermine la nature des produits obtenus par cette méthode, au moyen des réactifs mentionnés page 137.

Les seules analyses dont l'agriculteur puisse avoir besoin de s'occuper lui-même, sont celles des substances qui se composent principalement d'amidon, de sucre, de gluten, d'huiles, de mucilage, d'albumine et de tannin.

Les deux exemples suivans donneront une idée de la manière dont il faut disposer les résultats des expériences.

Le premier est un tableau de la composition des pois, tiré du travail fait par Einhof ; et le second donne les produits que j'ai obtenus de l'écorce de chêne.

5840 parties de pois mûrs donnent :

Amidon	1265 parties.
Matière fibreuse analogue à l'amidon, avec les écorces de 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 de chêne sèche, et prise sur un petit arbre privé d'épiderme, donnent :	
Fibre ligneuse.	876 parties.
Tannin.	57
Extrait.	31
Mucilage.	18
Matière rendue insoluble pendant l'évaporation, et formée probablement d'un mélange d'albumine et d'extrait.	9
Perte, en partie matière saline.	30

On emploie diverses méthodes pour connaître les élémens primaires des différens principes végétaux, et les proportions de leurs combinaisons ; la plus simple consiste à les décomposer par la chaleur ou à les soumettre à la combustion, et à recueillir les nouveaux produits auxquels elle donne naissance.

Quand une substance végétale est exposée à une température rouge, ses élémens se dissocient pour former de nouvelles combinaisons : les uns s'échappent sous forme de gaz, et se condensent ensuite ou se maintiennent à l'état de fluides élastiques permanens ; les autres

composent un amalgame solide de matières charbonneuses, terreuses, salines, alcalines ou métalliques.

Des expériences exactes sur la décomposition des substances végétales au moyen de la chaleur, exigent un appareil compliqué, beaucoup de temps, des soins continuels, et toutes les ressources de la chimie. Les résultats qui intéressent l'agriculteur demandent moins d'appareils : une cornue, luttée avec un récipient, d'où part un tube qui s'engage sous une cloche renversée, pleine d'eau et de capacité connue, est la seule chose qui lui soit nécessaire (1). Après avoir mis dans sa cornue une quantité donnée de substance, il excite le feu jusqu'à ce qu'elle rougisse ; en même temps il tient frais le reste de l'appareil, et continue son opération tant que les gaz se dégagent. Les fluides susceptibles de condensation se réduisent dans le récipient, et le résidu fixe se conserve dans la cornue. Les produits fluides de la distillation des substances végétales sont de l'eau, un peu d'acide acétique et muqueux, de l'huile empyreumatique, du goudron, et, dans quelques cas, de l'ammoniaque ; les gazeux sont de l'acide carbonique, de l'oxide de

(1) Fig. 14.

carbone et de l'hydrogène carburé, quelquefois du gaz oléfiant, de l'hydrogène et de l'azote ; mais ce dernier s'obtient rarement. L'acide carbonique est le seul de ces produits que l'eau absorbe ; les autres sont inflammables : le gaz oléfiant brûle avec une vive flamme blanche ; l'hydrogène carburé avec une lumière analogue à celle de la cire ; l'oxide de carbone donne une flamme bleue et faible.

Les propriétés de l'hydrogène et de l'azote ont été décrites dans la leçon précédente.

La densité de l'acide carbonique est à celle de l'air comme 20, 7 est à 13, 7 ; il se compose d'une proportion de carbone 11, 4, et de deux d'oxygène 30. La pesanteur spécifique du gaz oxide de carbone, déterminée d'après les mêmes bases, est de 13, 2 ; il est formé d'une proportion de carbone et d'autant d'oxygène.

Les densités de l'hydrogène carburé et du gaz oléfiant, sont, l'une 8, et l'autre 13. Ces deux composés renferment chacun quatre proportions d'hydrogène ; le premier en contient une de carbone, et le deuxième deux.

Si on ajoute le poids du résidu charbonneux à celui des fluides condensés dans le récipient, qu'on les retranche ensuite du poids total de la substance, la différence exprimera celui des matières gazeuses.

Les acides acétique et muqueux ainsi que l'ammoniaque, qui se forment pendant l'opération, sont généralement en petite quantité. En comparant ensemble l'eau, le charbon et les gaz qu'on obtient, on peut se faire une idée de la composition des substances végétales sur lesquelles on opère. Les proportions des élémens de la plupart de celles qui sont susceptibles d'être employées comme aliment, ont été déterminées par les chimistes ainsi que nous l'avons vu. Cependant il peut être utile, dans plusieurs cas, de faire usage de l'analyse par distillation; tel est, par exemple, celui des engrais, dont nous nous occuperons dans une des leçons prochaines.

Les résultats publiés par MM. Gay-Lussac et Thénard, sur la composition des substances végétales, ont été obtenus en traitant celles-ci à une température élevée par l'hyper-oximuriate de potasse, substance composée de potassium, de chlore, d'oxygène, et que le charbon et l'hydrogène dépouillent de ce dernier principe. Leurs expériences, faites dans des appareils particuliers, sont très-déliçates, et exigent de grandes précautions; c'est pourquoi nous n'entrerons dans aucun détail à cet égard.

Les recherches faites sur le sujet qui nous

occupe , ont prouvé que les substances végétales les plus essentielles sont formées d'hydrogène , de carbone , d'oxygène , en différentes proportions , et quelquefois d'un peu d'azote. Quoique les acides , les alcalis , les terres , les oxides métalliques et les composés salins soient nécessaires dans l'économie végétale , ils sont néanmoins , dans l'agriculture , d'une importance beaucoup moindre que les autres principes. D'après les expériences de Saussure et de plusieurs autres savans , ces corps varient dans les mêmes espèces de plantes , suivant le sol où on les cultive.

MM. Gay-Lussac et Thénard ont déduit de leur travail sur les substances végétales , trois propositions auxquelles ils ont donné le nom de lois.

Première loi. — Lorsqu'une substance végétale ne contient point d'azote , et que sa quantité d'oxygène est à sa quantité d'hydrogène dans un rapport plus grand que dans l'eau , elle est acide , quelle que soit la quantité de carbone qui entre dans sa composition.

Deuxième loi. — Lorsque le contraire a lieu , la substance est huileuse , résineuse , alcoolique ou éthérée ; quelquefois cependant elle joue le rôle d'acide.

Troisième loi. — Enfin, lorsque la quantité d'oxygène est à la quantité d'hydrogène dans le même rapport que dans l'eau, la substance est analogue au sucre, à la gomme, à la fibre ligneuse, etc.

De nouvelles expériences doivent être faites sur celles des substances végétales qui n'ont pas été examinées par MM. Gay-Lussac et Thénard, avant que les intéressantes conclusions que nous venons d'énoncer puissent être pleinement admises. Les recherches de ces deux savans établissent déjà une étroite analogie entre plusieurs composés végétaux fort distincts par leurs qualités physiques. Ces résultats, combinés avec ceux des autres chimistes, donnent une explication satisfaisante de plusieurs procédés de la nature et de l'art, par lesquels différens produits du règne végétal sont transformés les uns dans les autres, ou convertis en de nouveaux composés.

La gomme et le sucre sont, pour ainsi dire, formés des mêmes élémens, et l'amidon ne diffère de ces substances que par un petit excès de carbone. Les propriétés particulières dont les deux premières jouissent, paraissent principalement dépendre de l'arrangement différent ou du degré de condensation de leurs prin-

cipes. D'après cela, il était naturel de penser que ces trois corps peuvent facilement se transformer les uns dans les autres ; conjecture que l'expérience a vérifiée.

Lorsque les blés entrent en maturité, la matière saccharine contenue dans le grain, et apportée par les vaisseaux sèveux, se coagule et se change en amidon. Le contraire a lieu dans le maltage ; c'est l'amidon de la céréale qui se transforme en sucre. Comme il y a dans ce cas absorption d'un peu d'oxygène et formation d'acide carbonique, il est probable que l'amidon perd un peu de son carbone, que celui-ci se combine avec le premier des gaz que nous avons nommés, et donne naissance au deuxième ; il est probable aussi que l'oxygène acidifie le gluten des graines maltées. La proportion des élémens de l'amidon une fois altérée, ils se dissocient, forment de nouvelles combinaisons, et la substance elle-même devient soluble dans l'eau.

En traitant par le phosphore de chaux une dissolution de sucre, M. Cruikshank a converti une partie de ce principe en une matière analogue au mucilage. M. Kirchhof, à l'aide d'un procédé très-simple, est récemment parvenu à transformer l'amidon en sucre. Il prend

en poids 100 parties de cette substance, 400 d'eau et 1 d'acide sulfurique. Il les mélange et procède à l'ébullition qu'il maintient pendant quarante heures, en réparant à chaque instant les pertes causées par l'évaporation. Il neutralise ensuite ce qui reste d'acide libre au moyen de la chaux, et laisse refroidir. La matière saccharine qui s'est développée cristallise aussitôt. Le docteur Tuthill a retiré, d'une livre et demie d'amidon de pommes de terre, une livre et quart de sucre cristallisé brunâtre, qu'il regarde comme jouissant de propriétés intermédiaires entre ceux de cannes et de raisin.

Il est probable que cette transformation est produite par l'affinité de l'acide pour les éléments du sucre; car diverses expériences prouvent que le réactif n'est pas décomposé, et qu'il ne se dégage pendant l'opération aucun produit élastique. La couleur est due, selon toute apparence, à une petite quantité de carbone qui est mise à nu, ou passe à de nouvelles combinaisons, et qui constitue, ainsi que nous l'avons vu, la seule différence que l'analyse reconnaisse entre l'amidon et les autres substances végétales.

M. Bouillon-Lagrange a rendu l'amidon soluble dans l'eau froide, au moyen d'une légère

torréfaction. La solution évaporée lui a donné une substance qui avait tous les caractères du mucilage.

Le gluten et l'albumine diffèrent des autres produits végétaux par l'azote qu'ils contiennent. Le premier, soumis pendant quelque temps à l'action de l'eau, entre en fermentation, donne naissance à de l'ammoniaque (qui contient de l'azote), à de l'acide acétique, à une matière grasse et à une substance analogue à la fibre ligneuse.

L'extrait, le tannin et l'acide gallique, exposés en solution pendant long-temps au contact de l'air, déposent également une matière tout-à-fait semblable au ligneux. La torréfaction en rapproche aussi les substances solides. Dans ces divers cas, il est probable qu'une portion de l'oxygène et de l'hydrogène, dont elles sont composées, se combinent et forment de l'eau.

Tous les autres produits végétaux diffèrent des acides du même règne par une plus grande proportion d'hydrogène et de carbone, ou par une quantité plus faible d'oxygène. Dépouillés de cet excès de la première substance que nous avons nommée, ils acquièrent la plupart toutes les propriétés des acides, et ceux-ci se

convertissent aisément les uns dans les autres. L'acide oxalique est celui de tous qui contient le plus d'oxygène, et l'acide acétique celui qui en contient le moins. On prépare ce dernier en distillant des substances végétales ou en les exposant à l'action de l'air après les avoir dissoutes. Sa formation est due, selon toute apparence, à une simple combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène et le carbone, ou dans certains cas à la soustraction d'une portion d'hydrogène.

Nous avons souvent fait mention de l'alcool ou esprit de vin. Cette substance n'est pas classée parmi les principes végétaux, parce qu'on ne la rencontre toute formée dans les organes d'aucune plante. Elle est produite par un changement dans les principes de la matière saccharine pendant la fermentation vineuse.

Le mou contient du sucre, du mucilage, du gluten et un peu de matière saline composée en grande partie d'acide tartarique. Exposé à une température de 20° , il se trouble, devient tumultueux, s'échauffe et dégage abondamment d'acide carbonique; au bout de quelques jours, le phénomène cesse. Les substances solides qui troublent la transparence du

jus se déposent ; celui-ci devient limpide , sa saveur douce disparaît , et le liquide est spiritueux.

Fabroni a prouvé que le gluten est essentiel pour que le mou subisse la fermentation. Ce chimiste l'a fait éprouver à la matière saccharine , en ajoutant , à sa dissolution dans l'eau , du gluten végétal ordinaire et de l'acide tartarique. Gay-Lussac a démontré qu'elle n'a pas lieu dans le mou purgé d'air au moyen de l'ébullition , et placé hors du contact de l'oxygène ; mais elle commence au moment où le jus est frappé par celui-ci , et dès-lors le phénomène continue indépendamment de la présence de l'atmosphère.

Dans la fabrication de l'*aile* et du *porter* , on fait fermenter le sucre développé par la germination de l'orge , en l'exposant à une température convenable , après l'avoir dissout dans l'eau avec de la levure. Le gaz acide carbonique se dégage aussitôt , et la liqueur devient peu à peu spiritueuse.

La fermentation du jus de pommes et autres fruits en maturité , présente les mêmes circonstances , et paraît entièrement due aux nouvelles combinaisons du sucre. Une partie du carbone s'unit à l'oxygène et donne naissance

à de l'acide carbonique ; le reste de ces deux principes et l'hydrogène se convertissent en alcool. L'usage du gluten ou de la levure , et l'exposition à l'air, paraissent être les premières causes de la production du gaz ; mais, une fois déterminé , le phénomène se propage de lui-même , et ne peut mieux se comparer qu'à un amas de poudre dont une étincelle produit l'inflammation. La chaleur, dégagée dès que la combustion s'opère, contribue à la rendre plus étendue.

Il y a si peu d'accord entre les analyses de l'alcool faites par les chimistes, qu'on ne peut en tirer aucune conclusion. Si on suppose qu'il se développe une proportion d'acide carbonique pendant la fermentation du sucre, alors, d'après Thomson, qui regarde ce principe comme composé de trois proportions de carbone, de quatre d'oxygène et de huit d'hydrogène, l'alcool résulterait de deux de carbone, deux d'oxygène et huit d'hydrogène, et pourrait être envisagé comme formé de deux proportions de gaz oléfiant et de deux d'oxygène.

L'alcool très-rectifié est un liquide fortement inflammable ; sa densité, prise à 15°, est de 796 ; il entre en ébullition à environ 76°.

On l'obtient à ce haut degré de rectification, en distillant les plus forts esprits du commerce sur le sel appelé par les chimistes muriate de chaux, préalablement chauffé jusqu'au rouge.

Le plus concentré qu'on puisse obtenir sans faire usage de sels, a rarement à 15° moins de 825 de densité, et contient, d'après les expériences de Lowitz, 89 parties d'alcool à 796 et 11 d'eau. L'esprit adopté comme *esprit de preuve*, par acte du parlement, passé en 1762, doit peser spécifiquement 916; il contient à peu près des quantités égales en poids d'alcool pur et d'eau.

Dans les liqueurs fermentées, l'alcool est combiné avec l'eau, la matière colorante, le sucre, le mucilage et les acides végétaux. On a souvent agité la question de savoir s'il y avait d'autres procédés pour l'obtenir, que celui de la distillation; quelques personnes supposaient même qu'il n'en était qu'un produit. Les expériences de M. Brande ont levé tous les doutes; ce chimiste a fait voir que la matière colorante et les acides contenus dans le vin pouvaient être en grande partie précipités sous forme solide par le sucre de plomb (acétate de plomb), et qu'il était facile d'isoler l'alcool en s'emparant de l'eau au moyen de l'hydrate de potasse

ou muriate de chaux sans avoir recours à aucune chaleur artificielle.

La puissance enivrante des liqueurs fermentées dépend de l'esprit qu'elles renferment; mais l'action qu'elles exercent sur l'estomac est modifiée par les acides, les substances saccharines et mucilagineuses qu'elles tiennent en solution. L'alcool agit avec d'autant plus d'efficacité, qu'il est plus faiblement combiné. Son énergie semble diminuer lorsqu'il s'unit à de grandes quantités d'eau, à du sucre, à des matières acides ou extractives.

TABLEAU

Des résultats obtenus par M. Brande, dans ses recherches sur les quantités d'alcool que contiennent diverses liqueurs fermentées ; la densité de l'alcool étant 825 à 15°, 5.

VIN.	Proportion d'alcool sur cent parties de liquide en volume.	VIN.	Proportion d'alcool sur cent parties de liquide en volume.
Porto.	21, 40	Hermitage	
Idem.	22, 30	rouge	12, 32
Idem.	23, 39	Hock (vin du	
Idem.	23, 71	Rhin)	14, 37
Idem.	24, 29	Idem.	8, 88
Idem.	25, 83	Grave (vin de). .	12, 80
Madère.	19, 34	Frontignan . . .	12, 79
Idem.	21, 40	Côte-Rôtie. . . .	12, 32
Idem.	23, 93	Roussillon. . . .	17, 26
Idem.	24, 42	Madère (du cap). .	18, 11
Xérès.	18, 25	Muscat (du cap). .	18, 25
Idem.	18, 79	Constance.	19, 75
Idem.	19, 81	Tinto.	13, 30
Idem.	19, 83	Chiras.	15, 52
Claret.	12, 91	Syracuse	15, 28
Idem.	14, 08	Nice.	14, 63
Idem.	16, 32	Tokai.	9, 88
Calcavella. . . .	18, 10	Vin de raisin. . .	25, 77
Lisbonne	18, 94	Vin de raisin non	
Malaga.	17, 26	égrappé	18, 11
Bucellas.	18, 49	Vin de groseilles. .	20, 55
Madère rouge. . .	18, 40	Vin de groseilles	
Madère (Malvoisie de).	16, 40	à maquereau. . .	11, 84
Marsala.	25, 87	Vin de baies de	
Idem.	17, 26	sureau.	9, 87
Champagne		Cidre.	9, 87
rouge	11, 30	Poiré.	9, 87
Champagne		Bière rouge. . . .	6, 80
blanc	12, 80	Aile.	8, 88
Bourgogne	14, 53	Eau-de-vie. . . .	53, 39
Idem.	11, 95	Rhum.	53, 68
Hermitage bl. . .	17, 43	Hollande.	51, 60
		(1)	

(1) Voyez la note C à la fin du volume.

L'arome des esprits diffère suivant les liqueurs d'où ils proviennent; car il se forme presque toujours avec l'alcool une matière odorante particulière ou des huiles volatiles. Celui qu'on extrait des grains présente constamment une odeur empyreumatique analogue à celle de l'huile qui se développe pendant la distillation des substances végétales. Les meilleures eaux-de-vie doivent leur parfum à une espèce de matière huileuse particulière, produite par l'action de l'acide tartarique sur l'alcool. Le rhum tire le goût qui le caractérise, d'un principe contenu dans la canne à sucre. Je me suis assuré que tous les esprits du commerce peuvent être affranchis lorsqu'on les fait digérer à plusieurs reprises avec un mélange de charbon bien brûlé et de chaux vive, et que, soumis ensuite à la distillation, ils donnent un excellent alcool. Je me suis également assuré que les cognacs renferment de l'acide prussique végétal, et qu'ils peuvent être imités en ajoutant à une solution d'alcool dans l'eau et de même force, quelques gouttes de l'huile éthérée du vin qui se fait pendant la formation de l'éther (1), et autant du même acide prussique

(1) Lorsqu'on distille de l'alcool et de l'acide sulfu-

végétal extrait de feuilles de laurier ou d'amandes amères.

On prépare l'éther en distillant parties égales d'alcool et d'acide sulfurique. C'est la plus légère des substances liquides connues ; sa densité à 15°, 5 est de 652 ; il est très-inflammable , extrêmement volatil ; la chaleur du corps humain le vaporise. Il est probable qu'il ne se forme que par une soustraction de carbone et des élémens de l'eau soufferte par l'alcool , et qu'il ne diffère de ce liquide que par une moindre proportion de carbone et d'oxygène ; mais sa composition n'a pas été déterminée d'une manière exacte. Il possède également la faculté d'enivrer.

Un grand nombre des changemens produits dans les principes végétaux, sont dûs à la séparation de l'oxygène et de l'hydrogène à l'état d'eau qu'ils renferment ; mais la décomposition de ce genre la plus remarquable, est celle qui a lieu dans la fabrication du pain. Quand la farine , composée en grande partie d'ami-

rique, on obtient d'abord de l'éther ; puis, à mesure que la température s'élève, il se dégage un fluide jaune qui est la liqueur en question : l'odeur en est pénétrante, et le goût agréable.

don, a été réduite en pâte, et qu'on l'expose immédiatement et graduellement à une chaleur d'environ 226°, elle augmente de poids et change de propriétés; elle n'est plus susceptible de se dissoudre dans l'eau ni de se convertir en sucre. Dans cet état, elle forme du pain non levé.

Quand on pétrit ensemble de la farine de blé ou de la fécule de pommes de terre avec des pommes de terre bouillies, qu'on maintient la pâte à douce température, et qu'on l'abandonne à elle-même pendant trente à quarante heures, celle-ci entre en fermentation, dégage beaucoup d'acide carbonique, et se couvre de valvules remplies de fluide élastique. Soumise à la cuisson, cette pâte se change en pain levé, mais acide et désagréable au goût. Celui de ménage se fait en alliant un peu de pâte fermentée à de la pâte fraîche, ou en mêlant à celle-ci de la lavure de bière.

La farine de blé absorbe dans cette opération plus d'un quart des élémens de l'eau employée; celle d'orge en solidifie davantage, et celle d'avoine encore plus; mais la première étant celle de toutes qui contient le plus de gluten, paraît former avec l'amidon et l'eau

une combinaison d'où résulte le pain le plus digestible qu'on connaisse.

Nous avons incidemment indiqué, dans le cours de cette leçon, les arrangemens de plusieurs principes végétaux dans les différentes parties des plantes; mais il est indispensable d'entrer dans de plus grands détails pour donner une idée juste du rapport qu'il y a entre leur organisation et leur constitution chimique. Les tubes et les cellules hexagonales du système vasculaire sont composés de fibre ligneuse; et, quand ils ne sont pas remplis de matière fluide, ils contiennent au moins quelques-uns des principes solides qui entrent comme partie constituante dans les fluides qui leur appartiennent.

Dans les racines, le tronc et les branches; dans l'écorce, l'aubier et le cœur; dans les feuilles et les fleurs, la grande base des parties solides est la fibre ligneuse: le cœur et l'écorce en sont presque entièrement composés; l'aubier en contient moins, les fleurs et les feuilles en contiennent moins encore. L'aubier du bouleau renferme une telle quantité de sucre et de mucilage, qu'on l'emploie, dans le nord de l'Europe, comme un supplément du pain. Les feuilles du chou, du brocoli,

du crambé, contiennent beaucoup de matières mucilagineuses, un peu de principes saccharins et d'albumine ; 1000 parties de choux commun m'en ont donné 41 de mucilage, 24 de sucre, et 8 de substance albumineuse.

On trouve déposé dans les vaisseaux des racines bulbeuses, et quelquefois dans ceux des racines communes une quantité considérable d'amidon, d'albumine et de mucilage. C'est surtout quand la sève est suspendue, qu'elles s'y rencontrent avec plus d'abondance ; elles sont destinées à alimenter les premières pousses du printemps. La pomme de terre est, de toutes les bulbeuses, celle dont les cellules et les vaisseaux renferment le plus de matière soluble ; elle est aussi la plus importante comme objet alimentaire. Elle donne en général du cinquième au septième de son poids d'amidon sec. 100 parties de l'espèce commune appelée *kidney*, ont produit au docteur Pearson 28 à 32 de farine, contenant 20 à 23 d'amidon et de mucilage. La même quantité de celle qui est connue sous le nom de *aple*, lui a fourni dans diverses expériences depuis 18 jusqu'à 20 d'amidon pur. M. Skrimshire jeune en a retiré de cinq livres des variétés dites :

<i>Captain hart.</i>	12 onces.
<i>Moulton white.</i>	11 $\frac{3}{4}$
<i>Rough red.</i>	10 $\frac{1}{2}$
<i>Yorksire kidney.</i>	10 $\frac{3}{4}$
<i>Hundred eyes.</i>	9
<i>Purple red.</i>	8 $\frac{1}{2}$
<i>Ox noble.</i>	8 $\frac{1}{4}$ (1)

D'après les analyses d'Einhof, il paraît que 7680 parties de pommes de terre donnent :

Amidon.	1153
Matière fibreuse analogue à l'a- midon.	540
Albumine.	107
Mucilage à l'état de solution sa- turée	312
	<hr/>
	2112

En sorte qu'on peut considérer la pomme de terre comme renfermant au moins le quart de son poids de matière nutritive.

Le turneps, la carotte, le panais abondent surtout en matières extractive, saccharine et mucilagineuse.

(1) Voyez la note D, à la fin du volume.

1000 parties de chacune de ces trois substances végétales m'ont donné :

TURNEPS COMMUN,

Mucilage.	7
Matière saccharine. . . .	34
Albumine.	1 à peu près.

CAROTTES,

Sucre.	95
Mucilage.	3
Extrait	$\frac{1}{2}$

PANAIS,

Matière saccharine. . . .	90
Mucilage.	9

CAROTTE BLANCHE ou de Walcheren.

Sucre.	98
Mucilage.	2
Extrait	1

Dans l'organisation de leurs parties douces, les fruits se rapprochent des bulbes; ils conservent dans leurs cellules une certaine quantité de sucs pour alimenter la plante, tant qu'elle est à l'état d'embryon. Le mucilage, le sucre et l'amidon existent dans plusieurs, combinés

avec les acides végétaux. On a eu égard à cette circonstance dans le choix des arbres cultivés en Angleterre ; les fruits qu'ils produisent sont à la fois plus agréables au goût et plus nutritifs.

La pesanteur spécifique du jus peut faire connaître ceux qui sont préférables pour la fabrication des liqueurs fermentées. Les pommes et les poires qui fournissent le plus d'eau sont aussi ceux qui donnent le cidre et le poiré le plus estimé. Un moyen, suffisamment exact pour juger quelles sont les espèces les plus avantageuses, consiste à les plonger dans une forte solution de sel ou de sucre : celles qui descendent davantage sont les meilleures.

L'amidon ou mucilage coagulé forme la plus grande partie des semences et des graines employées comme alimens ; il est en général combiné avec le gluten, l'huile ou la matière albumineuse. Dans le blé, il est uni avec la première de ces substances ; dans les pois et les fèves avec la dernière, et avec les huiles, dans la navette, la graine de chanvre, de lin, l'amande de la plupart des noix.

100 parties de blé d'excellente qualité, semé en automne, m'ont donné :

Amidon. 77

Gluten 19

100 de blé semé au printemps :

Amidon. 70

Gluten 24

100 de blé de Barbarie :

Amidon. 74

Gluten 25

100 parties de blé de Sicile :

Amidon. 75

Gluten 21

J'ai analysé diverses espèces de blé du nord de l'Amérique : toutes contiennent plus de gluten que celui d'Angleterre. En général, celles qui croissent dans les climats chauds contiennent une plus grande quantité de cette substance, et de parties insolubles que les autres; elles sont plus denses, plus dures et plus difficiles à moudre.

Les blés du midi de l'Europe, à raison de cet excès de gluten, sont plus propres à la fabrication du macaroni et aux préparations dans lesquelles la propriété glutineuse est une qualité.

Quelques expériences, faites sur de l'excellente orge de Norfolk, m'ont donné, pour 100 parties, les résultats suivans :

Amidon.	79
Gluten	6
Son.	8
Matière saccharine.	7

Einhoff a publié une analyse détaillée de la farine d'orge. Il a obtenu, de 5840 parties de cette substance,

Matière volatile.	360
Albumine.	44
Matière saccharine.	200
Mucilage	176
Phosphate de chaux avec un peu d'albumine.	9
Gluten.	135
Son avec un peu d'amidon et de gluten.	135
Amidon non entièrement dé- pouillé de gluten.	2580
Perte	78

En opérant sur 5840 parties de seigle, il en

a obtenu 2520 de farine, 930 de son, et 390 d'eau.

La même quantité de farine de seigle a donné

Amidon	2345
Albumine	126
Mucilage.	426
Matière saccharine.	126
Gluten humide.	364

Le reste en son et perte.

J'ai retiré de 1000 parties de seigle récolté en Suffolk :

Amidon.	61
Gluten	5

1000 parties d'avoine de Sussex ont produit :

Amidon	59
Gluten	6
Matière saccharine.	2

1000 parties de pois recueillis en Norfolk m'ont donné :

Amidon	501
Matière saccharine.	22

Matière albumineuse.	55
Extrait devenu insoluble pendant l'évaporation du fluide saccharin.	16

Einhoff a obtenu de 3840 parties de fèves de mars (*vicia faba*) :

Amidon	1312
Albumine	31

Autres matières réputées nutritives, telles que des matières gommeuses, amidonacées et fibreuses, analogues aux substances animales. 1204

La même quantité de haricots (*phaseolus vulgaris*) donne :

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

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

Einhoff a décrit cette matière comme une

substance glutineuse, insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool, lorsqu'elle est sèche; elle a un aspect de glu, et n'est probablement qu'une modification du gluten.

De 16 parties de graine de chanvre, Bucholz en a retiré 5 d'huile, 3, 5 d'albumine, et environ 1, 75 de matières saccharines et gommeuses; le detritus insoluble et l'enveloppe formaient un poids de 6, 125.

Les diverses parties des fleurs contiennent diverses substances; Fourcroy et Vauquelin ont trouvé dans le pollen du dattier une matière analogue au gluten, et un extrait soluble, qui abonde en acide malique. Link a rencontré dans celui du noisetier beaucoup de tannin et de gluten.

La matière saccharine existe dans le nectarium des fleurs ou réceptacles contenus dans les corolles. En attirant sur celles-ci les grands insectes, on rend plus sûr le travail de l'imprégnation, car c'est souvent par eux que le pollen est appliqué aux stigmates. Cela arrive surtout quand les organes mâles et femelles sont dans des fleurs ou des plantes différentes.

Nous avons dit que la suavité des fleurs dé-

pend des huiles volatiles qu'elles contiennent. Celles-ci s'évaporent et les entourent d'une espèce d'atmosphère odorante qui attire les gros insectes et préserve les parties de la fructification des ravages des petits. Elle est meurtrière pour tous ces animalcules qui vivent de la substance des végétaux : aussi observe-t-on qu'ils se tiennent constamment à l'écart. La tige et les feuilles des roses en sont constamment couvertes ; mais on n'en voit aucun sur la fleur. Les naturalistes se servent du camphre pour conserver leurs collections. Les bois aromatiques , tels que le rosier , le cèdre et le cyprès , ont une durée prodigieuse ; les portes de Constantinople , faites de ce dernier , au temps de Constantin , étaient encore debout lors du pontificat d'Eugène IV , c'est-à-dire 1100 ans après l'époque où elles furent construites.

Les pétales de plusieurs fleurs contiennent une matière saccharine et mucilagineuse. Le lys blanc donne du mucilage en abondance ; le lys orange fournit un mélange de cette substance et de sucre. Les pétales du convolvulus renferment en outre une matière albumineuse.

La nature chimique des matières colorantes des fleurs n'a pas été jusqu'ici étudiée avec

beaucoup de soin. Elles sont en général peu fixes, les bleues et les rouges surtout; les alcalis les font presque toutes passer au vert, et les acides au rouge. On peut les imiter en faisant digérer ensemble de la craie et des solutions de noix de galles. Il en résulte un liquide verdâtre que les acides rougissent et que les alcalis restituent à sa couleur naturelle.

Les matières colorantes jaunes des fleurs sont les plus permanentes : le cartame en contient de deux espèces, l'une rouge et l'autre jaune; celle-ci se dissout aisément dans l'eau; quant à celle-là, elle sert à préparer le rouge au moyen d'une méthode qui est encore secrète.

Les mêmes substances qu'on trouve dans les parties solides des plantes, existent, à l'exception de la fibre ligneuse, dans les fluides qu'elles renferment. Les huiles fixes ou volatiles, contenant de la résine, du camphre, ou des substances analogues en dissolution, sont répandues dans les tubes cylindriques d'un grand nombre. Diverses espèces d'euphorbe émettent un suc laiteux qui, exposé à l'air, dépose deux principes, dont l'un se rapproche de l'amidon et l'autre du gluten.

L'opium, la gomme élastique, la gomme gutte, les poisons des *upas antiar*, *tieuté*, et autres substances qui s'exsudent des plantes, peuvent être considérés comme des jus sécrétés par des vaisseaux particuliers.

La sève est en général d'une nature très-composée ; celle qui circule dans l'aubier renferme plus de matières saccarines, albumineuses et mucilagineuses ; celle de l'écorce contient plus de tannin et d'extrait. Le cambium, ou fluide mucilagineux répandu entre celle-ci et le bois, et qui est indispensable pour qu'il se forme 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 le principe astringent de l'autre, dans un état propre à devenir organisé par la séparation de ses parties aqueuses.

La sève qui se charie dans l'aubier de quelques arbres, a été analysée par Vauquelin. Ce chimiste a trouvé dans celles de l'orme, du hêtre, du charme commun et du bouleau, de la matière extractive et mucilagineuse, de l'acide acétique combiné avec de la potasse ou de la chaux. Le résidu de l'évaporation exhalait

une odeur ammoniacale, qui provenait, selon toutes apparences, de l'albumine. La sève du bouleau contenait de la matière saccharine.

Deyeux a trouvé dans celle de la vigne et du charme commun, une substance analogue aux caillots de lait, et j'en ai moi-même découvert une assez semblable à l'albumine, dans celle du noyer.

Le jus qui découle des mauves coupées est une solution de mucilage.

Quelques expériences que j'ai faites sur les fluides contenus dans les vaisseaux sèveux du blé et de l'orge, m'ont donné pour résultats, du mucilage, du sucre et une matière abondamment répandue dans la première de ces graminées, et qui se coagule par la chaleur.

Le tableau suivant indique les quantités de matières solubles et nutritives contenues dans les différentes substances dont nous avons jusqu'ici fait mention, et dans quelques autres employées pour la nourriture soit de l'homme soit des animaux. Je les ai toutes analysées moi-même, dans le dessein de connaître non leur composition chimique, mais la nature générale et la quantité de leurs produits. Les

matières solubles, fournies par des poids connus de gramens recueillis en parfaite maturité, et extraites par M. Sinclair, jardinier du duc de Bedford, m'ont été envoyées, par ordre de S. G., pour être soumises à l'examen chimique. Elles font partie des résultats d'une belle suite d'expériences sur les graminées, exécutées, sous la direction du duc, à Woburn, que j'exposerai plus tard en détail.

TABLEAU

Des quantités de matières solubles et nutritives fournies par 1000 parties de différentes substances végétales.

VÉGÉTAUX ou SUBSTANCES VÉGÉTALES.	Quantité totale de matière soluble et nutritive.	Mucilage ou amidon.	Matière saccharine ou sucre.	Gluten ou albumine.	Extrait ou matière devenue insoluble pendant l'évap.
Blé de Middlessex, récolte moy.	955	765	"	190	"
Blé de mars	940	700	"	240	"
Blé nielleux de 1806.	210	178	"	32	"
Idem de 1804	650	520	"	130	"
Blé dur de Sicile, de 1810.	955	725	"	230	"
Blé commun, id., id.	961	722	"	230	"
Blé de Pologne.	950	750	"	200	"
Blé de l'Amérique septentrionale.	955	730	"	225	"
Orge de Norfolk	920	790	70	60	"
Avoine d'Ecosse	743	641	15	87	"
Seigle du Yorkshire	792	645	38	109	"
Graines communes.	570	426	"	103	41
Grains secs.	574	501	22	35	16
Pommes de terre.	{ de 260 à 200 }	{ de 200 à 155 }	{ de 20 à 15 }	{ de 40 à 30 }	"
Tourteaux de graines de lin.	151	123	11	17	"
Castoraves rouges	148	14	121	13	"
Idem blanches.	136	13	119	4	"
Canais	99	9	90	"	"
Carottes	98	3	95	"	"
Turneps communs.	42	7	34	1	"
Turneps de Suède.	64	9	51	2	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
Trinfol	39	28	2	3	6
Truherne	23	18	1	"	4
Trépécure des prés.	33	24	3	"	6
Trégrass	39	26	4	"	5
Tré fertile.	78	65	6	"	7
Tré commun.	39	29	5	"	6
Tré crételle des prés	35	28	3	"	4
Tréatura des prés	19	15	2	"	2
Tréolcas odorant	82	72	4	"	6
Tré flouve odorante.	50	43	4	"	3
Tréorin	54	46	5	1	2
Tréorin coupé en hiver.	76	64	8	1	3

Toutes ces substances ont été soumises à l'expérience, vertes et dans leur état naturel. Il est probable que l'excellence dont elles jouissent comme objets alimentaires, est proportionnelle aux quantités de matières solubles et nutritives qu'elles contiennent; néanmoins ces quantités ne peuvent être considérées comme une indication absolue de leur valeur. Les principes albumineux et gélatineux présentent les caractères de ceux qui appartiennent au règne animal. Le sucre est celui des composés d'oxygène, d'hydrogène et de carbone qui est le plus nourrissant; et la matière extractive, celui qui l'est le moins. Les combinaisons qu'elles produisent peuvent l'être à un degré plus ou moins élevé les unes que les autres.

J'ai appris de sir Joseph Banks, qu'en hiver les mineurs du Derbyshire préfèrent les gâteaux d'avoine au pain de froment. Ils trouvent que cette nourriture les soutient mieux, et leur donne plus de force. En été, au contraire, ils prétendent qu'elle les échauffe, et ne font usage que de la plus belle espèce de pain de blé qu'ils peuvent avoir. Suivant toute apparence, l'enveloppe du grain d'avoine possède elle-même une faculté nutritive, et devient en partie soluble dans l'estomac avec

l'amidon et le gluten. Dans la plupart des contrées de l'Europe et en Arabie, on nourrit les chevaux avec un mélange d'orge et de paille hachée : celle-ci paraît agir à la manière de l'enveloppe d'avoine. 14 livres de bon blé en donnent, terme moyen, 13 de farine. Les mêmes quantités d'orge et d'avoine en produisent : la première, 12, et la seconde, 8.

Dans le midi de notre continent, on préfère le blé dur au blé commun : la raison en est facile à saisir, il contient plus de gluten et de matière nutritive. Je n'en ai analysé qu'une seule espèce ; en conséquence, il serait possible qu'on trouvât dans quelques-unes une quantité de principes substantiels plus forte que celle qui est énoncée dans la table. Les blés de Barbarie et de Sicile doivent être rangés parmi ceux de la seconde classe. En Angleterre, on éprouve beaucoup de difficultés pour moudre ceux de la première ; mais en les humectant, elles disparaissent.

QUATRIÈME LEÇON.

Des sols. — Des parties constituantes, de l'analyse et des fonctions des sols. — Des roches ou strata qui se trouvent au-dessous des sols. — De l'amélioration de ceux-ci.

LA nature et l'amélioration des sols forment la partie la plus importante de l'agriculture, et celle qui est le plus susceptible d'être éclairée par la chimie.

Quelques diverses qu'en soient l'apparence et la qualité, ils sont néanmoins formés des mêmes élémens, et ne diffèrent que par les proportions de ces derniers, qui sont combinés chimiquement, ou simplement mélangés.

Nous avons déjà indiqué les substances dont ils se composent, telles que la silice, la chaux, l'alumine, la magnésie, les oxides de fer et de manganèse, les matières végétales et animales en décomposition (1), et les combinaisons salines, acides ou alcalines.

(1) On les désigne communément par le nom d'*humus*.

Tous les sols soumis à l'expérience, et envisagés sous le rapport de l'agriculture, donnent, pour parties constituantes, des composés qui agissent comme tels dans la nature; c'est pourquoi je vais les considérer sous ce point de vue, et en décrire les propriétés caractéristiques.

1°. La silice ou terre du silex est, dans sa forme pure et cristallisée, la substance connue sous le nom de cristal de roche. Préparée par les chimistes, elle se présente sous l'aspect d'une poudre blanche, impalpable. Elle n'est pas soluble dans les acides ordinaires, mais elle se dissout dans les lessives alcalines employées à chaud; elle est incombustible, car elle est saturée d'oxygène. J'ai fait voir qu'elle était une combinaison de ce gaz et du corps appelé silicium. D'après les expériences de Berzelius, il est probable qu'elle contient en poids à peu près parties égales de ces deux substances.

2°. Les propriétés physiques de la chaux sont connues; elle est ordinairement combinée avec l'acide carbonique, qu'on en dégage facilement au moyen des acides ordinaires. On la trouve quelquefois unie aux acides phosphorique ou sulfurique. Nous décrirons ses propriétés chi-

miques et son action lorsqu'elle est pure, à l'article des engrais tirés du règne minéral. Insoluble dans les dissolutions alcalines, elle est soluble dans les acides nitrique, muriatique; et forme avec l'acide sulfurique une substance peu soluble appelée gypse. Elle résulte d'une proportion 40 d'une substance métallique particulière que j'ai appelée calcium, et d'une proportion 15 d'oxygène.

3°. L'*alumine* existe pure et cristallisée dans le saphir blanc, et unie à un peu d'oxide de fer et de silice dans les autres gemmes orientales. Préparée par les chimistes, c'est une poudre blanche, soluble dans les acides et les lessives d'alcalis fixes. D'après mes expériences, elle est formée d'une porportion 33 d'aluminium et d'une 15 d'oxygène.

4°. La *magnésie* pure et cristallisée constitue un minéral semblable au talc qu'on rencontre dans le nord de l'Amérique (1). Dans ses formes ordinaires, elle constitue la *magnesia usta*, ou magnésie calcinée des droguistes. Répandue dans les sols, elle est ordinairement combinée avec l'acide carbonique. Elle est soluble dans tous les acides minéraux,

(1) C'est la magnésie hydratée des minéralogistes.

et insoluble dans les lessives alcalines. Elle se distingue des autres terres, qui font partie des champs, par l'extrême solubilité dont elle jouit dans les dissolutions de carbonates neutres. Elle paraît formée de 38 de magnesium et de 15 d'oxygène.

5°. On connaît deux *oxides de fer* : le noir et le brun. Le premier se forme quand on martèle le fer à une haute température. Exposé pendant long-temps au contact de l'air et à un degré de chaleur rouge, il absorbe l'oxygène et se convertit en oxide brun ; celui-là semble composé d'une proportion de fer 103, et de deux d'oxygène 30 ; celui-ci, de la même quantité de métal 103, et de trois proportions d'oxygène 45. Les oxides de fer font quelquefois partie des sols, mais ils sont alors combinés avec l'acide carbonique : on en reconnaît facilement la présence. Dissous dans les acides, et traités par la dissolution de noix de galles, ils donnent une couleur noire, et un beau précipité bleu avec celle de prussiate de potasse et de fer.

6°. L'*oxide de manganese* est la substance appelée communément manganèse, et employée dans le blanchiment. Elle paraît être composée d'une proportion de manganese

115, et de 5 d'oxygène 45. Elle se distingue des autres corps qui entrent dans la composition des sols, par la propriété qu'elle possède de décomposer l'acide muriatique, et de le convertir en chlore.

7°. Les *matières végétales et animales* se reconnaissent par leurs qualités physiques et la propriété dont elles jouissent de se détruire par la chaleur. Nous en avons suffisamment exposé les caractères dans la dernière leçon.

8°. Les *composés salins*, qui se rencontrent dans les sols, sont le sel commun, le sulfate de magnésie, celui de fer, les nitrates de chaux et de magnésie, le sulfate de potasse, et les carbonates de potasse et de soude. Il est inutile de décrire les caractères de ces diverses espèces de corps; les réactifs propres à en manifester la présence ont été indiqués pages 136 et 137.

La *silice* est constamment combinée dans les sols avec l'alumine et l'oxide de fer, ou avec l'alumine, la chaux, la magnésie et l'oxide de fer. Ces combinaisons donnent naissance aux graviers et aux sables de divers degrés de finesse. Le carbonate de chaux est habituellement en poudre impalpable; quelquefois, cependant, il se présente à l'état de sable calcaire. La ma-

gnésie est en poussière, et unie avec l'acide carbonique, toutes les fois qu'elle n'est pas partie constituante des graviers et des sables. La matière impalpable que le sol renferme, et qu'on désigne par les noms d'argile, de terre glaise, est formée de silice, d'alumine, de chaux et de magnésie. Elle est mieux divisée que le sable dur, mais sa composition est généralement la même. Les matières végétales ou animales (les premières sont les plus abondantes dans les sols) existent à divers degrés de décomposition. Quelquefois les fibres sont encore apparentes; quelquefois elles sont entièrement rompues et mélangées avec la terre.

Pour se faire une idée exacte des sols, il faut concevoir que les différentes roches se décomposent, et sont réduites en poussière de divers degrés de finesse. Quelques-unes de leurs parties sont dissoutes par l'eau; celle-ci adhère à la masse, et le tout est mélangé de quantités plus ou moins grandes de débris de substances végétales et animales en putréfaction.

Je vais être obligé de décrire les méthodes d'analyse pour toutes les variétés de sol, et d'entrer dans de grands détails: je crains qu'ils ne deviennent fastidieux; mais l'agriculteur sentira combien ils sont indispensables.

Les instrumens nécessaires pour ces opérations sont en très-petit nombre, et peu dispendieux : une balance, capable de contenir un quart de livre de terre, et assez sensible pour qu'un grain la fasse trébucher ; une série de poids depuis un quart de livre jusqu'à un grain, un tamis assez gros pour laisser passer un grain de moutarde, une lampe d'Argant, quelques bouteilles de verre, des creusets de Hesse, des bassins évaporatoires en porcelaine ou en terre de pipe, un pilon et un mortier de Wedgewood, des filtres de papier brouillard plissés de manière à contenir une pinte de liquide, et graissés sur les bords ; un couteau de bois, un appareil pour recueillir et mesurer les fluides aëriiformes : voilà tout ce qui est nécessaire pour les expériences dont il s'agit.

Nous avons déjà parlé de la plupart des substances chimiques nécessaires pour isoler les différentes parties des sols, telles que l'acide muriatique (esprit de sel), l'acide sulfurique, l'alcali volatil pur dissout dans l'eau, la solution de prussiate de potasse et de fer, le succinate d'ammoniaque, la dissolution de savon ou de potasse, celles des carbonates, muriates, nitrates, et du carbonate neutre de potasse.

Lorsqu'on veut connaître la nature d'un sol, il faut prendre des échantillons en divers endroits, à deux ou trois pouces au-dessous de la surface, et les comparer. Il arrive quelquefois que dans les plaines toute la couche supérieure est identique : dans ce cas, une analyse suffit. Mais dans les vallées et le voisinage des rivières, souvent les différences sont très-grandes : ici le fonds est calcaire, et là siliceux. Il est indispensable alors de les analyser chacun séparément.

Si on ne peut de suite soumettre à l'examen les terres dont on recherche la composition, il faut en remplir des fioles qu'on bouche exactement jusqu'à ce qu'on procède à l'expérience.

La quantité de terre la plus convenable pour bien opérer, est de deux à quatre cents grains ; on doit la recueillir par un temps sec, et la laisser à l'air jusqu'à ce qu'elle soit sèche au toucher.

La pesanteur spécifique du sol, ou le rapport de son poids avec celui de l'eau, peut se déterminer en introduisant, dans une fiole capable de contenir une quantité connue de ce liquide, des volumes égaux d'eau et de sol. On remplit de celle-là le vase jusqu'à moitié, et

on ajoute ensuite de celui-ci tant que le fluide n'atteint pas les bords de l'orifice. La différence des poids de l'eau et du sol servira à faire connaître la densité ou pesanteur spécifique cherchée. Supposons qu'il contienne 400 grains d'eau et augmente de 200, chargé, comme nous venons de le dire; la densité du sol sera 2, c'est-à-dire qu'elle sera deux fois aussi pesante que l'eau; s'il pèse 165 grains, il aura pour densité 1825, celle de l'eau étant 1000 (1).

Il est important de connaître la pesanteur spécifique d'un sol, parce qu'elle indique les quantités de matières végétales et animales qu'il renferme. Ces substances sont toujours plus abondantes dans les terrains légers.

Avant de procéder à l'analyse, il faut examiner toutes les propriétés physiques; elles font, jusqu'à un certain point, connaître la composition des terres, et guident dans les expériences. Les fonds siliceux sont généralement rudes au toucher, et rayent le verre; les ferrugineux présentent une couleur rouge ou jaune; les calcaires sont doux à la main.

1°. Les sols, quoiqu'aussi desséchés qu'ils puissent l'être, par une longue exposition à

(1) Voyez la note E, à la fin du volume.

l'air, retiennent néanmoins une quantité d'eau considérable. Celle-ci adhère avec tant de force aux terres, aux matières végétales et animales, qu'il faut une vive chaleur pour la dissiper. La première opération qui se présente est de soumettre, pendant dix ou douze minutes, la terre dont on veut entreprendre l'analyse, à l'action d'une lampe d'Argent. Après l'avoir disposée dans une bassine de porcelaine, on en porte la température à 150° . Si on n'a pas de thermomètre, on détermine le degré de chaleur, au moyen d'une pièce de bois qu'on tient en contact avec le fond du vase. Tant que la couleur de celle-ci n'est pas altérée, le coup de feu n'est pas trop fort; mais quand on la voit changer et noircir, il faut s'arrêter. L'eau ne sera peut-être pas complètement dissipée, mais ce qui en reste ne nuit pas à l'expérience; tandis qu'un degré de chaleur plus élevé, en déterminant la décomposition des matières végétales et animales, la rendrait tout-à-fait inutile.

On tient un compte exact de la diminution de poids. Si pour 400 grains elle s'élève à 50, le sol est doué d'une forte affinité pour l'eau; il renferme communément beaucoup de matières végétales et animales, ainsi que de l'alumine.

Si la perte varie de 10 à 20, il ne jouit qu'à un faible degré des propriétés dont il s'agit, et se compose presque entièrement de terre siliceuse.

2. Les pierres spongieuses, le gravier, les fibres végétales, qui absorbent, retiennent souvent l'eau avec énergie, et qui en conséquence exercent une influence considérable sur la fertilité du sol, n'en doivent pas être séparés avant la calcination. Mais aussitôt que cette opération est faite, on broye la matière dans un mortier, et on la passe au crible. On note le poids des substances qu'on isole de cette manière, et on recherche la nature de celles qui sont minérales. Si elles sont calcaires, elles font effervescence avec les acides : si elles appartiennent à la classe commune des pierres alumineuses, elles ne donnent aucun signe de ce genre, elles sont douces, et se coupent aisément au couteau : si elles sont siliceuses, elles rayent le verre.

3. Indépendamment du gravier et des pierres, la plupart des sols renferment de plus ou moins grandes proportions de sable de divers degrés de finesse. Il faut le séparer des substances plus ténues, telles que l'argile, la marne, les matières végétales et animales, et

celles qui sont solubles dans l'eau. On y parvient d'une manière assez exacte, en faisant bouillir la terre dans trois ou quatre fois son poids d'eau. On arrête l'ébullition quand elle a été suffisamment prolongée; on agite la masse, et on laisse reposer. Le sable grossier se précipite d'abord; en moins de quelques minutes, le plus fin est déposé, tandis que les substances terreuses, animales et végétales restent encore en suspension. Les liquides décantés les abandonnent sur le filtre. On les recueille, on les égoutte, on les sèche, et on les pèse. On donne les mêmes soins au sable, et on conserve les eaux de lessivage. Elles tiennent en solution des matières salines, végétales et animales, s'il en existe dans le sol.

La terre se trouve ainsi divisée en deux parties, dont la plus importante est en général celle qui est la plus ténue. Une analyse du sable est rarement nécessaire, ou même ne l'est jamais. On peut d'ailleurs en connaître la nature par le procédé qu'on emploie pour déterminer celle des pierres ou du gravier. Il est constamment ou siliceux, ou calcaire, ou un mélange de ces deux variétés. S'il est entièrement composé de carbonate de chaux, il fait effervescence dans l'acide muriatique, et s'y

dissout rapidement ; s'il est formé en partie de cette substance, et en partie de matière siliceuse, on évalue les quantités respectives de ces corps, au moyen du même acide, dont on ne cesse d'ajouter de nouvelles portions, jusqu'à ce que le bain soit devenu aigre, et qu'il ne se dégage plus de gaz. Le résidu qu'on obtient est la partie siliceuse. On la lave, on la sèche, et on la chauffe fortement dans un creuset. La différence entre son poids et celui de la masse entière indique la proportion de calcaire.

5. La matière tenue du sol est en général d'une nature très-composée. Elle contient quelquefois les quatre terres primitives ainsi que des substances végétales et animales ; mais il est extrêmement difficile de déterminer avec exactitude les proportions de celles-ci.

On soumet d'abord cette matière à l'action de l'acide muriatique, étendu de deux fois son volume d'eau, et employé en quantité égale au double du poids de la substance terreuse. On les fait digérer ensemble dans une bassine évaporatoire ; on agite fréquemment le mélange, et on le laisse reposer une heure ou une heure et demie avant de l'examiner.

S'il y a du carbonate de chaux ou de ma-

guésie, il est dissout par l'acide, qui s'empare aussi quelquefois d'une petite quantité d'oxide de fer, mais qui n'exerce presque jamais aucune action sur l'alumine.

On filtre le liquide ; la matière solide se dépose ; on la réunit, on la lave avec de l'eau de pluie, on la sèche à une chaleur modérée, et on la pèse. La perte qu'elle éprouve indique la quantité de matière solide emportée. Les lavages doivent être ajoutés à la solution. Quand elle n'est pas acide, il faut la rendre telle ; après quoi on verse dedans un peu de prussiate de potasse et de fer. S'il se fait un précipité bleu, il dénote la présence de l'oxide de fer ; on continue d'ajouter du prussiate jusqu'à ce qu'il ne produise plus aucun effet. On recueille le précipité à la manière ordinaire, et on le chauffe jusqu'au rouge. On obtient pour résultat un oxide de fer mêlé avec une petite quantité de magnésie.

Lorsque le liquide est dégagé de l'oxide de fer, on le traite par le carbonate neutre de potasse, jusqu'à ce qu'il ne fasse plus effervescence, et que sa saveur et son odeur indiquent un excès de calcaire.

Le précipité qu'on obtient dans ce cas est du carbonate de chaux : on le recueille sur le filtre,

et on le sèche à une température inférieure à celle du rouge.

On fait bouillir pendant un quart-d'heure le fluide restant. S'il renferme de la magnésie, elle se précipite à l'état de carbonate. On en détermine la quantité par la méthode suivie à l'égard de celui de chaux.

Si, par des circonstances particulières, l'acide avait dissout une faible proportion d'alumine, elle serait précipitée avec le carbonate de chaux. Un peu d'eau de savon et une ébullition de quelques minutes suffisent pour l'isoler. Ce réactif s'empare de la terre dont il s'agit, sans exercer aucune action sur le carbonate.

Si la partie ténue du sol est assez calcaire pour faire une forte effervescence avec les acides, on peut suivre une méthode simple et suffisamment exacte, dans les cas ordinaires, pour déterminer la quantité de carbonate de chaux qu'elle renferme.

Dans quelque état qu'il se présente, il contient une proportion déterminée d'acide carbonique, à peu près 45 pour 100. D'après cela, quand la quantité de fluide élastique, dégagée par la solution de la matière calcaire dans un acide, est connue, soit en poids, soit

en volume, celle du carbonate peut être facilement déterminée.

Quand on fait usage de la méthode des diminutions de poids, il faut peser séparément deux parties d'acide, une de sol, et en opérer lentement le mélange, jusqu'à ce que l'effervescence cesse. La différence des poids avant et après l'expérience, indique la quantité d'acide carbonique dégagée : 4 grains et quart de ce gaz correspondent à 10 de carbonate de chaux.

La meilleure méthode pour recueillir l'acide carbonique, consiste à employer un appareil pneumatique particulier (1), dans lequel

(1) Fig. 15. A B C D représentent les différentes parties de l'appareil. A représente la bouteille pour recevoir le sol ; B, celle qui contient l'acide et porte un robinet ; C, tube communiquant avec une vessie flasque ; D, mesure graduée ; E, bouteille contenant la vessie. Quand on en fait usage, une certaine quantité de sol est introduite en A. B est rempli d'acide muriatique étendu d'une égale quantité d'eau, et le robinet bien fermé communique avec l'orifice supérieur destiné à le recevoir. Le tube D est introduit dans l'orifice inférieur de A, et la vessie par laquelle il se termine est placée vide en E qui est rempli d'eau. La mesure graduée est placée sous le tube de E. Quand le robinet de B est fermé, l'acide tombe en A et agit sur le sol ;

son volume peut être évalué par la quantité d'eau qu'il déplace.

6. Les parties calcaires du sol ayant été dissoutes par l'acide muriatique, il s'agit de déterminer la quantité de matières ténues végétales et animales insolubles qu'il contient.

On y réussit avec une précision suffisante, en le soumettant dans un creuset à l'action du feu, qu'on prolonge jusqu'à ce que la masse cesse de paraître noirâtre. On le remue fréquemment avec une verge métallique, afin d'en exposer toutes les parties au contact de l'atmosphère. La différence des poids pris avant et après l'opération, indique la proportion de substance destructible par le feu et l'air qu'il renferme.

A moins qu'on ne recoure à des expériences délicates, il n'est pas possible de reconnaître si elle est entièrement animale, végétale, ou un mélange de l'une et de l'autre. Si l'incinération dégage une odeur de plumes brûlées,

le fluide élastique dégagé passe à travers C et arrive dans la vessie; il déplace en E une quantité d'eau d'un volume égal au sien. Cette eau coule par le tube dans la mesure graduée, et indique la portion d'acide carbonique dégagé. Chaque once de liquide correspond à deux grains de carbonate de chaux.

c'est une preuve certaine qu'elle appartient à la première classe, ou qu'elle est au moins de nature analogue à celle des corps qui la composent. Une belle flamme bleue dénote toujours la présence d'une grande quantité de matières végétales. Quand on est pressé par le temps, on emploie avec avantage le nitrate d'ammoniaque qu'on jette par parties au moment de l'ignition. Vingt grains suffisent pour 100 de résidu terreux. Il accélère la décomposition des corps, se convertit lui-même en gaz, et se dissipe dans l'air.

7. Ce qui reste, après cette opération, forme en général une masse pulvérulente composée d'alumine, de silice et d'oxides de fer ou de manganèse.

Pour isoler ces divers principes, on la soumet à une ébullition de deux ou trois heures dans l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau. La quantité de réactif se détermine d'ailleurs par celle du résidu. 100 grains de celui-ci en exigent 120 de celui-là.

La matière que l'acide n'a pas dissoute peut être considérée comme siliceuse. On la lave, on la sèche à la manière ordinaire, et on en prend le poids.

L'alumine et l'oxide de fer ou de manga-

nèse, s'il y en a dans le sol, se combinent avec l'acide sulfurique. On les sépare au moyen du succinate d'ammoniaque. Ce sel s'empare de l'oxide de fer, et le précipite. Une dissolution de savon saisit l'alumine sans toucher au manganèse. On met ces corps dans un creuset, on chauffe jusqu'au rouge; le poids en indique la quantité.

La magnésie et la chaux, qui auraient pu échapper à l'acide muriatique, se combinent avec l'acide sulfurique, mais cela arrive rarement. La méthode, pour en reconnaître la présence et la quantité, est la même dans les deux cas.

L'analyse par l'acide sulfurique offre un degré de précision suffisant pour les expériences ordinaires. Si on veut qu'elle soit plus rigoureuse, on fait usage du carbonate sec de potasse. On mêle, dans un creuset de platine ou de porcelaine, le résidu de l'incinération (6) à quatre fois son poids de cette substance, et on le maintient au rouge pendant une demi-heure. On dissout la masse obtenue dans l'acide muriatique, et on évapore jusqu'à siccité. On ajoute de l'eau distillée, qui dissout les muriates formés par l'oxide de fer et les terres, hors la silice. Celle-ci est soumise au lavage

et portée à une haute température. On isole les autres substances au moyen de la méthode prescrite pour les dégager des dissolutions muriatique et sulfurique.

Ce procédé est un de ceux que les chimistes emploient pour l'analyse des pierres.

8. Si le sol contient quelque matière saline, ou végétale, animale soluble, elle se trouvera en solution dans l'eau employée pour la séparation du sable.

Il faut évaporer cette eau jusqu'à siccité, en la tenant à une température inférieure au degré de l'ébullition.

Quand le résidu est inflammable et de couleur brune, on peut le considérer comme formé en partie d'extrait végétal. S'il exhale, quand on le chauffe, une odeur analogue à celle des plumes brûlées, il contient des substances animales ou albumineuses; s'il est blanc, cristallin et indestructible par la chaleur, il est principalement composé de matières salines, dont on connaîtra la nature en faisant usage des réactifs décrits pages 135 et suivantes.

La recherche du sulfate ou phosphate de chaux exige un procédé particulier. On prend un poids déterminé de terre, 400 grains par exemple; on le mêle avec un tiers de char-

bon réduit en poudre , et on l'expose pendant une demi-heure dans un creuset à une température rouge. On fait ensuite bouillir le mélange , pendant un quart-d'heure , dans une demi-pinte d'eau. On filtre la liqueur , et on l'expose pendant quelques jours dans un vase ouvert. Si le sol contient une quantité tant soit peu considérable de sulfate de chaux (gypse), il se forme un précipité blanc dont le poids indique la proportion.

On emploie la même méthode pour séparer le phosphate. On fait digérer la terre dans une quantité d'acide muriatique plus grande que celle qui est nécessaire pour saturer les terres solubles. On évapore la solution, et on traite le résidu par l'eau. Ce liquide dissout les composés que les terres forment avec l'acide muriatique, et laisse le phosphate à nu.

Il n'entre pas dans les bornes de cette leçon d'exposer des méthodes pour la recherche des substances qui font accidentellement partie des sols. On rencontre , par-ci par-là , des terres particulières , des oxides métalliques , mais en trop petite quantité pour qu'ils puissent exercer aucune influence sur la fertilité ou la stérilité des champs. Cette recherche ren-

draît d'ailleurs l'analyse beaucoup plus compliquée, sans la rendre plus utile.

Quand l'opération est achevée, on dispose les produits les uns sous les autres, et on les ajoute.

Si la somme est égale au poids du sol, l'analyse peut être considérée comme exacte. Il convient cependant de remarquer que si le phosphate ou sulfate de chaux ont été précipités par les moyens particuliers que nous venons de décrire (9), il faut faire une correction à la méthode générale en soustrayant une quantité égale à leur poids de celle du carbonate de chaux, obtenu par précipitation de l'acide muriatique.

Dans cette disposition, on doit suivre l'ordre des expériences par lesquelles ils ont été obtenus.

Ainsi, j'ai retiré de 400 grains d'un bon sol sablonneux-siliceux, pris dans une houblonnière près de Tunbridge, dans le comté de Kent,

	grains.
Eau d'absorption.	19
Pierres peudures et gravier en grande partie siliceux.	53
Fibres végétales indécomposées. .	14

Sable siliceux fin.	212
Matière extrêmement ténue, séparée par l'agitation et la filtration, con- sistant en	
Carbonate de chaux.	19
<i>Idem</i> de magnésie.	3
Matière destructible par la chaleur, et presque totalement végétale.	15
Silice.	21
Alumine.	13
Oxide de fer.	5
Matière soluble, principalement composée de sel commun et d'ex- trait végétal.	3
Gypse.	2
	<hr/>
	81
Total général.	379
Perte.	21

Cette perte n'est pas plus forte que celles qui ont communément lieu dans ces sortes d'analyses. Elle provient de l'impossibilité de recueillir entièrement les divers précipités, de la présence de plus d'humidité qu'on en suppose, lorsqu'on évalue l'eau d'absorption, et qui se perd pendant le cours des opérations.

Quand on sera familiarisé avec l'usage des instrumens, les propriétés des réactifs et les rapports qui existent entre les qualités extérieures et chimiques des sols, on aura rarement besoin de passer par toutes les opérations que nous avons décrites. Si le fonds ne contient pas une quantité notable de calcaire, on peut supprimer l'acide muriatique (7); s'il est tourbeux, il faut surtout le traiter par l'air et le feu (8). Dans l'analyse des terrains crayeux, on omet sans inconvénient l'acide sulfurique (9).

Les premières expériences, faites lorsqu'on est encore étranger à la chimie, ne peuvent d'abord donner des résultats précis; mais peu à peu les difficultés s'aplanissent et font place aux connaissances pratiques les plus importantes. Les méprises mêmes ne sont pas perdues pour celui qui les commet. Une analyse exige qu'on n'ignore aucune des doctrines dont la science se compose; mais aussi, il n'y a pas de meilleur moyen de se les rendre familières, que celui des recherches. En suivant cette méthode, on est forcé d'étudier les propriétés des substances qu'on emploie, comme celles des substances sur lesquelles on opère, et les idées

théoriques sont plus nettes quand elles sont suggérées par l'expérience.

Les plantes ne jouissant pas de la faculté de loco-motion, ne peuvent croître qu'aux lieux où elles trouvent de quoi se nourrir. Le sol est nécessaire à leur existence, parce qu'il leur fournit des alimens et leur permet d'obéir aux lois mécaniques en vertu desquelles les racines s'enfoncent dans la terre pendant que la tige et les feuilles se développent dans l'air. Comme les végétaux diffèrent par les systèmes de racines, de branches et de feuilles, ils réussissent plus ou moins bien dans les différens sols. Ceux qui ont des racines bulbeuses demandent un fonds plus poreux et plus léger que ceux qui sont pourvus de racines fibreuses. Ceux dont les radicules sont courtes exigent des terrains plus fermes que les plantes à racines profondes ou étendues.

Un bon terrain à turneps, près Holkham, en Norfolk, sur 9 parties m'en a donné 8 de sable siliceux, et une matière pulvérulente composée de

Carbonate de chaux. 63

Silice 15

Alumine.	11
Oxide de fer	3
Matière végétale et saline. . . .	5
Eau	3

De la terre, prise à Sheffield-Place, en Sussex, dans un champ remarquable par les beaux chênes qu'il produit, s'est trouvée formée de 6 parties de sable, d'une d'argile et de matière ténue. 100 parties de ce sol soumis à l'analyse ont produit :

Silice	54
Alumine.	28
Carbonate de chaux.	3
Oxide de fer	5
Matière végétale en décomposi- tion.	4
Eau et perte.	3

Un excellent sol à blé, dans le voisinage de Drayton en Middlessex, m'a fourni 3 parties sur 5, de sable siliceux; la matière ténue était composée de

Carbonate de chaux.	28
Silice	32

Alumine.	29
Matière végétale ou animale, et	
eau	11

De ces divers sols, le dernier était celui qui avait le plus de cohérence, et le premier celui qui en avait le moins. Dans tous les cas, les matières ténues sont celles des parties constituantes qui rendent les terres tenaces et compactes. Elles produisent surtout cet effet quand elles contiennent beaucoup d'alumine. Une petite quantité suffit pour disposer un fonds à la culture de l'orge et des turneps. J'ai vu une récolte passable de ceux-ci dans un champ formé, sur 12 parties, de 11 de sable. Une plus grande proportion de ce corps produit constamment une stérilité complète. Les landes de Bagshot, qui ne se couvrent naturellement d'aucune plante, renferment moins d'un vingtième de matière ténue. 400 parties de celle-ci, chauffée au rouge, m'ont donné

Sable siliceux grossier	380
Sable siliceux fin.	9
Matière impalpable, mélange d'argile ferrugineuse et de carbonate de chaux.	11

Les matières végétales et animales, quand elles sont bien divisées, ne rendent pas seulement les terres cohérentes, elles les rendent encore plus douces et plus pénétrables. Mais, ni ces substances ni aucune autre ne doivent être employées en trop grandes proportions. Un fonds qui serait entièrement composé de matières palpables serait tout-à-fait stérile.

L'alumine, la silice, le carbonate de chaux ou de magnésie purs, sont incapables de fournir une bonne végétation.

Tout fonds qui, sur 20 parties, en renferme 19 des substances ci-dessus mentionnées, est improductif.

Les terres pures répandues dans le sol n'agissent-elles que comme des agens mécaniques ou chimiques, ou contribuent-elles directement à la nutrition des plantes? Voilà une question importante à laquelle il est facile de répondre.

Les terres, ainsi que nous l'avons établi plus haut, sont des métaux combinés avec l'oxygène. Ces métaux n'ont pas été décomposés : il n'y a donc aucune raison de supposer que les substances dont il s'agit se convertissent en élémens des corps organisés, en carbone, en hydrogène et en azote.

Des plantes cultivées sur des quantités données de terre, n'en consomment qu'une très-petite portion; encore celle qui disparaît se retrouve-t-elle dans leurs cendres : elle ne s'est donc pas convertie en de nouveaux produits.

Les carbonates de chaux et de magnésie se décomposent, s'il arrive que quelque acide plus énergique se forme pendant la fermentation de la matière végétale. Mais rien n'autorise à croire que les bases changent de nature par aucune des opérations spontanées qui ont lieu dans le sol.

Les cendres contiennent toujours quelques-uns des élémens du terrain dans lequel les plantes ont végété; mais, comme on peut le voir dans l'analyse du produit de l'incinération, dont nous avons donné le tableau précédemment, elles ne forment jamais plus du cinquième en poids du végétal.

Si on les considère comme nécessaires aux substances de ce règne, c'est qu'elles contribuent à en rendre l'organisation plus dure et plus ferme.

Ainsi, nous avons remarqué que le blé, l'avoine et plusieurs graminées à tiges creuses, avaient un épiderme siliceux qui sert à les for-

tifier , à les garantir des insectes et des plantes parasites. On distingue dans le langage populaire des sols froids : quoiqu'au premier coup d'œil cette dénomination paraisse l'effet des préjugés, elle n'en est pas moins juste.

Il y a des terrains qui, toutes choses égales d'ailleurs, sont plus échauffés que d'autres par les rayons du soleil; il y en a qui, portés au même degré de chaleur, se refroidissent plus ou moins promptement, ceux-ci plus tôt, ceux-là plus tard.

Les savans ont donné très-peu d'attention à cette propriété, elle est néanmoins de la plus haute importance en agriculture. Les terres composées d'argile blanche compacte sont en général difficiles à échauffer; et comme elles sont presque toujours humides, elles retiennent peu la chaleur. Les terrains crayeux présentent les mêmes obstacles à une élévation de température; mais comme ils sont plus secs, ils la conservent plus long-temps, et perdent moins par l'évaporation. Un fonds noir et contenant beaucoup de matière végétale, est de tous celui qui s'échauffe le plus par l'action du soleil et de l'air. Les sols colorés qui renferment des matières calcaires ou ferrugineuses, acquièrent

une température plus élevée que les pâles, l'exposition étant d'ailleurs la même.

Quand les terres sont parfaitement sèches, celles qui s'échauffent plus vite sont aussi celles qui se refroidissent plus rapidement. J'ai reconnu par l'expérience que les sols secs les plus colorés (ceux qui contiennent une plus grande proportion de matières végétales et animales, matières qui facilitent le plus l'abaissement de température), échauffés au même degré, pourvu que ce soit dans les limites des effets solaires, se refroidissent plus lentement qu'un sol humide et pâle, entièrement formé de substances terreuses.

J'ai trouvé qu'un riche terreau noir, qui contient près d'un quart de matière végétale, exposé au soleil, avait acquis en une heure une élévation de température qui s'étendait de 18 à 51°; pendant qu'un sol à base de craie n'était parvenu qu'à 20, dans les mêmes circonstances. Le terreau, placé à l'ombre où la température était de 16°, 6, s'abaissa de 8, 3 en une demi-heure, tandis que la craie au contraire n'en descendit que de 2, 2.

Une certaine quantité de sol brun, fertile, et autant d'argile froide, stérile, furent séchés

et portés à 31° ; exposés ensuite à une température de 14 , ils descendirent en une demi-heure, la première de 5° , et la seconde de $3, 3$. La même masse d'argile humide, élevée à 31° , et exposée dans une chambre où le thermomètre ne marquait que 30° , prit en moins d'un quart-d'heure la température du lieu. Les terres soumises à l'expérience étaient placées dans un petit vase d'étain de deux pouces de longueur, et d'un demi-pouce de profondeur. Le thermomètre employé était très-sensible.

Il est évident que la chaleur naturelle du sol est de la plus grande utilité pour les plantes; sa douce influence est surtout sensible au printemps. Quand les feuilles sont tout-à-fait développées, elles abritent la terre, et la garantissent des ardeurs de l'été. Aussi, la température d'un fonds nu et exposé aux rayons solaires, indique jusqu'à un certain point sa fertilité, et le thermomètre peut quelquefois devenir un instrument utile à celui qui veut acquérir ou améliorer un domaine.

L'humidité du sol en altère la température, et la manière dont l'eau se comporte avec les substances terreuses, influe beaucoup sur la nutrition des plantes. Si les unes l'attirent trop fortement, les sucoirs des autres ne peuvent

l'absorber. Si elle est trop abondante, ou trop faiblement retenue par les parties constitutives du terrain, elle attaque ou détruit les fibres des racines.

L'eau paraît exister en deux états différens, dans les terres, les substances animales et végétales; elle est ou chimiquement combinée ou simplement unie par la force de cohésion.

Si on verse, dans une dissolution d'alun, de l'ammoniaque ou de la potasse pure, l'alumine se précipite en retenant une certaine quantité d'eau. Exposée au contact de l'air et desséchée, elle en donne encore à la distillation plus de la moitié de son poids. Dans ce cas, le liquide est chimiquement combiné. Celui qu'on obtient, en distillant à une chaleur rouge, du bois, de la fibre musculaire ou de la gomme, précédemment soumis à 100°, est aussi de l'eau dont les élémens faisaient partie de la substance.

Quand l'argile des potiers, desséchée à la température de l'atmosphère, est mise en contact avec l'eau, celle-ci est rapidement absorbée : c'est un effet dû à l'affinité de cohésion.

Les sols, en général, les substances végétales et animales, qui n'ont été soumises qu'à une chaleur inférieure à celle de l'eau bouil-

lante , augmentent de poids lorsqu'on les expose à l'air , parce qu'elles s'emparent de l'eau contenue dans l'atmosphère , en vertu de la même cause.

L'eau *chimiquement combinée* avec les principes terreux ne peut être absorbée par les racines des plantes , si ce n'est dans le cas où les substances animales et végétales se décomposent ; mais celle qui *adhère* seulement à ces mêmes principes est d'un usage continu dans la végétation. Les champs présentent rarement des mélanges de terre qui contiennent ce liquide dans le premier état ; la plupart des corps qui s'unissent avec celle-ci le mettent au contraire en liberté. Ainsi , l'acide carbonique le dégage de la combinaison qu'il forme avec la chaux , et se substitue à sa place. Les composés de silice , d'alumine ou d'autres bases n'en contiennent pas qui soit chimiquement combiné avec eux , et nous avons déjà remarqué que les sols sont formés de carbonates terreux ou de terres pures et d'oxides métalliques.

Les substances salines qu'ils renferment exercent sur l'eau une action chimique ou mécanique ; mais elles sont toujours en trop pe-

tite quantité pour altérer les rapports qu'il y a entre les terres et ce liquide.

La puissance d'absorption dont jouissent les sols dépend beaucoup de la ténuité de leurs parties ; plus elles sont divisées , plus elles produisent d'effet. Toutes paraissent animées de la même force , mais non douées de la même énergie : les substances végétales en ont plus que les animales , et celles-ci plus que les composés d'alumine et de silice , qui en ont plus à leur tour que les carbonates de chaux et de magnésie. Il est possible , néanmoins , que ces différences ne tiennent qu'à l'exposition ou à une division mécanique plus ou moins considérable.

La fertilité des sols et la force avec laquelle ils pompent l'eau de l'air , sont liées l'une à l'autre. Quand cette force est considérable , la plante conserve de l'humidité dans les saisons les plus sèches , et l'évaporation se trouve compensée. Pendant le jour , les vapeurs aqueuses répandues dans l'atmosphère sont absorbées par les parties intérieures du sol ; et , pendant la nuit , les extérieures exercent conjointement la même action.

Les argiles compactes qui s'emparent d'une

si grande quantité d'eau lorsqu'on leur en présente à l'état liquide, ne sont pas les substances qui absorbent le plus d'humidité pendant la saison sèche ; elles se contractent et n'offrent qu'une faible surface à l'action de l'air. Les végétaux qui les recouvrent sont aussi promptement brûlés que s'ils étaient sur le sable.

Les terres les plus propres à entretenir les plantes dans une bonne humidité, par le moyen de l'eau qu'elles tirent de l'atmosphère, sont celles qui sont poreuses, légères, perméables à l'action de l'air, et formées d'un mélange convenable d'argile bien divisée, de sable, de carbonate de chaux, et de quelques matières animales et végétales. Les deux dernières substances contribuent surtout à tenir les terres humides sans les rendre tenaces. Le sable s'oppose à ce qu'elles le deviennent, mais il augmente peu la puissance absorbante.

J'ai comparé l'énergie avec laquelle divers sols absorbent l'humidité atmosphérique, et j'ai constamment trouvé que les plus fertiles sont ceux qui en jouissent à un plus haut degré. Ce fait peut servir à estimer la bonté d'une terre.

1000 parties du fameux sol de Ormiston, dans le Lothian oriental, qui contient plus de

la moitié de son poids de matière ténue, dont la composition est de 11 de carbonate de chaux, 9 de substances végétales, desséchées à 100°, ont gagné 18 grains pendant l'exposition dans un air saturé d'humidité, à la température de 16°.

1000 parties d'un sol très-fertile, formé par les dépôts de la rivière Parret dans le Sommersetshire, et placées dans les mêmes circonstances, ont gagné 16 grains.

1000 parties d'un sol situé à Marsea, en Essex, et qui s'affirme 45 shillings l'acre, ont gagné 13 grains.

1000 grains de sable fin d'Essex, valant 28 shillings l'acre, ont gagné 11 grains.

1000 grains de sable grossier, valant 15 shillings l'acre, n'ont gagné que 8 grains.

1000 grains des landes de Bagsthot n'en ont gagné que 3.

L'eau, les substances végétales et animales en décomposition, qui se trouvent dans le sol, constituent les véritables alimens des plantes; les parties terreuses fixent le liquide, et l'administrent en proportions convenables aux racines des végétaux. Elles leur distribuent aussi les matières végétales et animales, qu'elles préservent d'une décomposition trop prompte.

Les substances solubles sont, par ce moyen, fournies dans de justes proportions. Outre cette action, qu'on peut considérer comme mécanique, il s'en exerce une autre entre les sols et les matières susceptibles d'organisation, dont la nature semble chimique. Les terres, et même les carbonates terreux, ont une certaine affinité pour plusieurs des principes qui composent les substances végétales et animales. Prenons pour exemple l'huile et l'alumine. Si on mêle une solution acide de celle-ci avec une solution de savon, substance composée de matière huileuse et de potasse, l'huile et l'alumine s'unissent, et forment une poudre blanche qui se précipite.

L'extrait des matières végétales en putréfaction, bouilli avec l'argile ou la craie, donne naissance à un composé qui rend ces mêmes matières végétales plus difficiles à désorganiser et à dissoudre. La silice pure et les sables siliceux exercent une faible action de cette espèce. Les terres sur lesquelles l'alumine et le carbonate de chaux abondent, sont celles qui développent la plus grande énergie chimique pour la conservation des engrais. On leur donne à juste titre la dénomination de terres riches; car la nourriture végétale se garde long-temps dans

leur sein, à moins qu'elle ne soit pompée par les racines des plantes.

Les fonds, au contraire, dans lesquels le sable siliceux domine, sont appelés maigres avec raison; car les matières végétales et animales qu'ils contiennent, n'éprouvant aucune affinité de la part des parties terreuses, sont plus sujettes à être décomposées par l'action de l'atmosphère, ou emportées par l'eau.

Dans la plupart des terrains bruns, noirs et riches, les bases paraissent être combinées avec une matière extractive particulière produite par la décomposition des plantes. Elle n'éprouve qu'une faible action de la part des eaux, et paraît être la principale cause de la fertilité.

Les signes auxquels on reconnaît qu'un champ est propre à la culture de certaines espèces de végétaux, varient avec les climats, et sont influencés par les pluies.

La puissance d'absorption doit être beaucoup plus forte dans les pays chauds ou secs que dans les régions froides et humides, et la quantité d'argile ou de matières végétales et animales qu'ils contiennent plus abondante dans les uns que dans les autres. Les côtes doivent aussi absorber avec plus d'énergie que les plaines et les vallées. La fertilité

de tous ces sols est d'ailleurs plus ou moins grande, suivant les couches sur lesquelles ils sont assis.

S'ils sont placés sur des roches ou des lits de pierre, ils se dessèchent plus vite, et l'évaporation est plus copieuse que lorsqu'ils sont établis sur l'argile ou la marne. C'est à cette cause qu'il faut rapporter la grande fertilité de la terre dans les contrées humides de l'Irlande.

Dans les fonds dont le sable fait la base, il est quelquefois avantageux que les couches inférieures soient d'argile; elles retiennent l'eau et réparent les pertes causées par l'évaporation ou la consommation des plantes.

Une couche de sable ou de gravier corrige souvent l'excès du pouvoir d'absorption dont le sol labourable est doué.

Dans les pays calcaires dont la surface est une espèce de marne, on trouve souvent la pierre à chaux à quelques pouces de profondeur. Elle est cependant très-productive; mais, si le sol était moins absorbant, la proximité de la roche le rendrait stérile. On distingue facilement de loin, pendant l'été, les montagnes de sable et de craie du Derbyshire et du pays de Galles, par l'aspect de la végéta-

tion : sur les premières , l'herbe est brunâtre et fanée ; sur les secondes , elle est verte et végète avec force.

Il est évident, d'après ce qui précède, qu'on ne peut poser aucun principe général sur la répartition des différentes parties d'un domaine, tant qu'on n'en connaît pas parfaitement la nature , la composition, ainsi que la situation du sol et de la couche sur laquelle il repose.

C'est sur cette connaissance que les méthodes de culture doivent être fondées ; elles ne peuvent être partout les mêmes. Une pratique excellente dans un cas peut être destructive dans un autre.

Un labourage profond réussit dans un sol riche et compact ; il ne produit que de mauvais effets dans un fonds dont la couche végétale peu épaisse est assise sur du sable ou de l'argile froide.

Dans les contrées humides, où la quantité de pluie qui tombe annuellement s'élève depuis 40 jusqu'à 60 pouces, comme dans le Lancashire, le Cornwall et quelques parties de l'Irlande, les terrains dont le sable siliceux fait la base sont plus productifs que dans les pays secs. Le blé et les fèves exigent qu'ils soient dans celles-là moins cohérens et moins

absorbans que dans ceux-ci. Les plantes à racines bulbeuses prospèrent dans ceux qui sur 15 parties en contiennent près de 14 de sable.

Ces circonstances influent aussi sur l'épuisement des terres. Lorsque les plantes ne peuvent absorber suffisamment d'eau, elles consomment plus d'engrais. En Irlande, dans le Cornwall, et dans les montagnes de l'Ecosse occidentale, le blé et l'avoine surtout appauvrissent moins les fonds que dans l'intérieur de l'Angleterre, où ils sont plus secs.

Les sols paraissent devoir leur origine aux décompositions des roches. On en voit encore qui sont intacts sur celles d'où ils dérivent. On peut se faire une idée de cette décomposition, en considérant le *granit doux* ou *granit de porcelaine*, substance composée de quartz, de feldspath et de mica. Le premier de ces corps est presque entièrement composé de terre siliceuse pure et cristallisée; les deux autres sont des composés de silice, d'alumine et d'oxide de fer: le second contient en outre de la chaux et de la potasse; le troisième de la chaux et de la magnésie.

Quand une roche granitique de cette espèce

a été exposée long-temps à l'influence de l'eau et de l'air, la chaux et la potasse contenues dans ses parties constituantes, cèdent à l'action du liquide ou de l'acide carbonique. L'oxide de fer, qui pour l'ordinaire est au minimum, s'empare de l'oxygène. Le feldspath et le mica se décomposent; mais le premier plus vite que le second. Celui-là, qui lie entre elles les diverses parties du granit, se transforme en argile fine avec laquelle celui-ci se mêle comme du sable, et le quartz non décomposé se présente sous l'aspect d'un gravier ou sable plus ou moins ténu.

Aussitôt que la roche est couverte de la plus petite couche végétale, les semences des lichens, des mousses, etc., qui flottent continuellement dans l'air, s'y déposent et y croissent. Elles meurent ensuite, et fournissent une certaine quantité de matière organisable qui s'ajoute à celle qui existe déjà. Des plantes plus parfaites peuvent enfin subsister dans cette terre; elles tirent leur nourriture de l'eau et de l'atmosphère, elles poussent à leur tour, donnent de nouveaux detritus; la décomposition de la roche continue, et il se forme ainsi, par une opération lente et graduée, un sol capable de recevoir les arbres des forêts eux-

mêmes, et de dédommager l'agriculteur de ses travaux.

Lorsqu'il a produit une série de moissons, qui n'ont été ni recueillies par l'homme, ni consommées par les animaux, il se trouve couvert d'une telle quantité de matière végétale, qu'il se rapproche de la nature des tourbes. S'il reçoit les eaux d'un lieu plus élevé, il devient perméable à ce fluide, spongieux, et peu à peu impropre aux grandes cultures.

Plusieurs tourbières paraissent s'être formées par la destruction des forêts; c'est une conséquence du mauvais usage que les anciens agriculteurs ont fait de la coignée. Lorsqu'on coupe les arbres qui forment la lisière extérieure des bois, ceux de l'intérieur se trouvent tout-à-coup exposés aux injures des vents. Accoutumés jusques-là à être abrités contre les orages, ils ne peuvent les supporter; ils languissent et meurent au renouvellement de la belle saison; leurs feuilles et leurs branches se décomposent peu à peu, et se convertissent en matière végétale. Dans la plupart des fondrières d'Irlande et d'Ecosse, les plus grandes pièces qui se trouvent sur les bords portent les empreintes de la hache; l'intérieur en présente peu d'entières. La cause en est pro-

blement qu'ils sont tombés de vieillesse, et que la fermentation et la décomposition de la matière végétale est d'autant plus rapide, que celle-ci abonde davantage.

Les lacs et les étangs enferment souvent des amas considérables de débris de plantes aquatiques. Dans ce cas, il se fait une espèce de tourbe bâtarde. La fermentation, néanmoins, qu'ils subissent, paraît être d'une nature différente; il se produit beaucoup plus de gaz. Le voisinage des marais, dans lesquels ces décompositions ont lieu, est constamment fiévreux et malsain, tandis que celui de la véritable tourbe, de celle qui s'est formée sur des sols primitivement secs, est toujours salubre.

La matière terreuse des tourbes est constamment analogue à celle des couches qui les supportent. Il est probable qu'elle en provient, et que les plantes se sont chargées des principes contenus dans le stratum avec lequel elles étaient en contact. Ainsi, dans le Wiltshire et le Berkshire, où celui-ci est formé de craie, les cendres du combustible contiennent beaucoup de substances calcaires et très-peu d'alumine et de silice. Elles renferment aussi une quantité considérable d'oxide de fer et de gypse, deux corps fournis par la décom-

position des pyrites si abondantes dans la chaux carbonatée.

J'ai brûlé plusieurs espèces de tourbe, tirées de divers sols granitiques et schisteux, et j'en ai constamment obtenu des cendres principalement siliceuses et alumineuses. L'incinération d'un échantillon de celle d'Antrim, m'a présenté à peu près les mêmes principes constituans que le grand dépôt basaltique de ce comté.

Les sols pauvres et maigres, tels que ceux qui proviennent de la décomposition des granits et des grès, n'ont souvent, pendant des siècles, qu'une faible végétation. Ceux, au contraire, qui sont formés par la décomposition de la pierre à chaux, des basaltes, se recouvrent d'herbes vivaces, et donnent, quand on les soumet aux opérations de l'agriculture, des récoltes abondantes, quels que soient les végétaux qu'on y cultive.

Les roches et les couches, dont la décomposition a donné naissance aux terres labourables du globe, sont disposées dans un certain ordre. Comme il arrive souvent que celles dont la nature est la plus dissemblable sont mélangées les unes avec les autres, et que les couches qu'on trouve en creusant contiennent

des substances qui peuvent servir d'engrais ; un coup-d'œil général sur cet objet ne sera ni déplacé ni désagréable au cultivateur instruit.

Les géologues divisent généralement les roches en deux classes : les roches *primitives*, et les roches *secondaires*.

Les primitives sont composées de matière pure cristallisée, et ne contiennent de fragmens d'aucune autre roche.

Les secondaires ne sont formées qu'en partie de matières cristallisées ; elles renferment des fragmens des autres roches, abondent souvent en débris de substances végétales, d'animaux marins, et quelquefois même d'animaux terrestres.

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

Les secondaires sont disposées parallèlement ou presque parallèlement à l'horizon.

Le nombre des roches primitives qu'on rencontre communément dans la nature, est de huit.

1°. Les *granits*, qui, comme nous l'avons déjà dit, sont composés de quartz, de feldspath et de mica : quand ces corps sont rangés

en couches régulières dans la roche, celle-ci prend le nom de *gneis* (1).

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

3°. La *sienite*, formée de feldspath et d'une substance appelée horblende (ou amphibole).

4°. La *serpentine*, composée de feldspath et d'un corps appelé horblende éclatante. Les cristaux en sont quelquefois si petits, qu'ils donnent à la pierre une apparence uniforme. Cette roche abonde en veines formées d'une substance nommée *steatite* ou *roche savonneuse*.

5°. Le *porphyre*, formé de cristaux de feldspath empâtés dans la même matière, mais ordinairement de diverses couleurs.

6°. Le *marbre granulaire*, entièrement composé de cristaux de carbonate de chaux. Lorsqu'il est blanc et de texture fine, il est employé par les statuaires.

7°. La *chlorite schistoïde*, formée de chlorite, substance verte ou grise, ayant quelque analogie avec le mica et le feldspath.

8°. Le *quartz en roche*, composé de quartz sous forme granulaire, uni quelquefois avec

(1) La disposition en couches régulières est principalement due au mica.

de petites quantités d'éléments cristallins, appartenant, ainsi que nous l'avons dit, aux autres roches.

Les roches secondaires sont plus nombreuses que les roches primitives; mais on n'en rencontre communément que douze variétés en Angleterre.

1°. La *grauwake*, formée de fragmens de quartz ou de chlorite schistoïde empâtés dans un ciment dont le feldspath fait la plus grande partie.

2°. Le *grès siliceux*, composé de quartz ou sable uni par un ciment siliceux.

3°. La *Pierre à chaux*, composée de carbonate de chaux plus compacte dans sa texture que le marbre granulaire; elle abonde souvent en coquillages marins.

4°. Le *schiste alumineux*, formé des débris de différentes roches mêlés à une petite quantité de matière ferrugineuse ou siliceuse; il présente fréquemment des impressions de végétaux.

5°. Le *grès calcaire*, composé de sable calcaire cimenté par une matière calcaire.

6°. La *mine de fer*, qui renferme presque les mêmes matériaux que le schiste alumineux, mais qui contient une plus grande quantité d'oxide de fer.

7°. Les *basaltes*, composés de feldspath, de horblende et de matières provenant de la décomposition des roches primitives. Les cristaux en sont généralement si petits, qu'ils les font paraître homogènes. Ils sont souvent disposés en colonnes très-régulières, ayant ordinairement cinq ou six pans.

8°. Le *charbon bitumineux* ou commun.

9°. Le *gypse*, substance si connue sous ce nom, formée de sulfate de chaux, et qui contient souvent du sable.

10°. Le *sel en roche*.

11°. La *craie*, qui contient ordinairement des débris d'animaux marins et des couches horizontales de silex.

12°. Le *poudingue*, formé de cailloux unis par un ciment ferrugineux ou siliceux.

Je n'insisterai pas davantage sur les parties constituantes des roches; les détails dans lesquels je pourrais entrer seraient inutiles, à moins qu'on n'eût des échantillons sous les yeux. L'inspection et la comparaison des espèces minérales apprendront bientôt à les distinguer sans peine.

Le granit constitue les plus hautes montagnes, et se trouve aux plus grandes profondeurs que l'industrie humaine puisse atteindre.

Le schiste micacé est placé au-dessus , et supporte à son tour la serpentine ou le marbre. L'ordre dans lequel les roches primitives se groupent est extrêmement variable. La serpentine et le marbre sont ordinairement les plus élevés ; néanmoins , quoique le granit paraisse former le noyau du globe , il recouvre quelquefois le schiste micacé.

Les roches secondaires sont toujours couchées sur les primitives : c'est communément le grauacke qui en est le plus voisin. Viennent ensuite assez souvent la pierre à chaux ou le grès mélangé de charbon , et les basaltes. La variété rouge du grès , le gypse , sont fréquemment accompagnés du sel en roche. Le charbon , les basaltes , les grès et la pierre à chaux alternent dans un grand nombre de circonstances , mais en couches peu épaisses et très-étendues. On en a compté plus de 80 en moins de 500 verges (200 toises) de profondeur.

Les veines , qui renferment les substances métalliques , sont des fissures plus ou moins verticales , remplies de matières différentes de celles qui composent la roche dont elles font partie. Ces matières sont presque toujours cristallisées , et consistent en spath calcaire , en spath fluor , en quartz ou en spath pesant , soit

séparés, soit réunis. Les substances métalliques sont en général disséminées dans les corps dont il est question, ou mélangées avec eux. Les veines, logées dans le granit dur, donnent rarement beaucoup de métal utile; mais celles du granit doux, du gnéis, renferment de l'étain, du plomb et du cuivre. Celui-ci et le fer sont les seuls qu'on rencontre dans les veines de la serpentine. Le schiste micacé, la sienite et le marbre granulaire, sont rarement métallifères. Le chlorite schistoïde recèle, dans les filons dont il est sillonné, du plomb, de l'étain, du cuivre, du fer, etc. Le grauwacke, quand il n'est pas un assemblage de plusieurs fragmens, et qu'il est en grandes masses, contient souvent des métaux précieux, tels que le fer, le plomb, l'antimoine; et quelquefois aussi des masses de *charbon de terre*, ou de charbon exempt de bitume. La pierre à chaux est une roche métallifère de la seconde classe; les métaux qu'elle renferme le plus communément sont le plomb et le cuivre. On n'a jamais trouvé de filons dans le schiste alumineux et la craie ou le calcaire; ils sont rares dans les basaltes siliceux (1).

(1) La fig. 16 donne une idée de l'apparence, de la

Lorsque les veines des roches sont exposées à l'air, la présence des métaux se manifeste par des signes extérieurs. Toutes les fois qu'on aperçoit du spath fluor, on peut soupçonner l'existence de quelque substance métallique. Une poussière brunâtre indique le fer, et souvent l'étain ; une poussière jaune le plomb, et une poussière verte le cuivre.

Il n'est pas hors de propos de donner une description générale de la constitution géologique de la Grande-Bretagne et de l'Irlande. Le granit forme la grande chaîne de montagnes qui s'étend depuis Land's-End jusqu'à Dartmoor, dans le Devonshire. Les masses de roches les plus élevées dans le Somersetshire sont de grauwacke et de calcaire. Les montagnes de Malvern sont composées de granit, de sienite et de porphyre. Les plus hautes qui soient dans le pays de Galles sont de chlorite schistoïde ou de grauwacke. Le granit se trouve dans le mont Sorrel, en Leicestershire. La longue chaîne de montagnes du Cumberland et du Westmorland est de porphyre, de chlorite, de schiste et de grauwacke ; mais le gra-

disposition des roches et des filons dans le sein de la terre.

nit se rencontre à leur extrémité occidentale. En Ecosse, les roches les plus hautes sont de granit, de sienite et de schiste micacé. On ne voit aucune formation véritablement secondaire dans l'Angleterre méridionale, à l'occident de Dartmoor, et aucun basalte au midi de Severn. La craie s'étend depuis la partie occidentale du Dorsetshire jusqu'à la côte orientale de Norfolk. Les formations de charbon existent en foule entre le Glamorganshire et le Derbyshire, ainsi que dans les dépôts secondaires du Yorkshire, Durham, Westmorland et Northumberland. La serpentine ne se rencontre qu'en trois endroits : au cap Lézard, en Cornwall; à Portsoy, dans l'Aberdeenshire, et dans l'Ayrshire. Il y a du marbre granulaire noir et gris près de Padstow, en Cornwall, et d'autres marbres primitifs colorés dans le voisinage de Plymouth. L'Ecosse en produit aussi beaucoup. Les blancs granulaires se trouvent dans l'île de Sky, dans l'Assynt, et sur les bancs du Loch Shin, dans le Sutherland. Les principales formations de charbon, en Écosse, sont situées dans le Dumbartonshire, l'Ayrshire, le Fifeshire, et sur les bancs du Brora, dans le Sutherland. Les craies secondaires et les grès existent dans la plupart

des contrées basses, au nord des montagnes de Mendip.

L'Irlande compte cinq grandes chaînes de montagnes primitives : celles du Morne, dans le comté de Down; celles de Donegal, celles de Mayo et Galway, celles de Wicklow, et celles de Kerry. Les roches qui forment les quatre premières sont principalement du granit, du gneis, de la sienite, du schiste micacé, et du porphyre. La cinquième est en grande partie composée de quartz granulaire et de chlorite schistoïde. On trouve du marbre coloré près de Killarney, et du marbre blanc sur la côte occidentale de Donegal.

La pierre à chaux et le grès sont les roches secondaires communes des contrées au midi de Dublin. Sligo, Roscommon et Leitrim en produisent, ainsi que des ardoises, de la mine de fer et du charbon bitumineux. Les montagnes de formation secondaire qui existent dans les mêmes lieux, sont d'une hauteur prodigieuse. Les cimes de la plupart se composent de basaltes, et la côte septentrionale de l'Irlande en est entièrement formée. Cette roche gît sur de la craie blanche mêlée de couches de quartz, et des mêmes fossiles qu'on trouve dans

la craie; mais elle est beaucoup plus dure. Il y a des endroits où le basalte en colonnes se montre au-dessus du grès, des ardoises, et alterne avec le charbon. En Irlande, la houille se trouve, principalement à Killkeny, mélangée avec le calcaire et le grauvacke (1).

Il est évident, d'après ce que nous avons dit au sujet de la formation des sols, qu'il en existe au moins autant de variétés, que les roches qui se trouvent à la surface de la terre offrent d'espèces. Dans le fait, il y en a beaucoup plus; car, sans parler des changemens produits par la culture et l'industrie humaine, les matières dont se composent les couches ont été mêlées et transportées d'un lieu dans un autre par les diverses révolutions qui ont eu lieu sur le globe, et par l'action continue des eaux.

Il est inutile de chercher à faire une classification scientifique des sols : celle qui est adoptée par les fermiers suffit à l'agriculture ; elle suffit surtout si la signification des termes a été fixée avec quelque précision. La dénomination de sablonneux, par exemple, ne peut être appliquée aux terres qui renferment moins de $\frac{7}{8}$ de sable. Celles qui ont ce corps pour base, et qui

(1) Voyez la note F à la fin du volume.

font effervescence avec les acides, devraient être distinguées par le nom de terres sablonneuses calcaires, afin de ne les pas confondre avec les siliceuses. On ne devrait pas appeler fonds argileux ceux qui ne contiennent pas $\frac{1}{2}$ de matière terreuse impalpable, et qui ne font qu'une légère effervescence avec les acides; le mot de marne devrait être restreint aux sols qui renferment au moins $\frac{1}{3}$ de matière impalpable, et qui font une effervescence considérable avec les mêmes réactifs. Un terrain, pour être qualifié de tourbeux, doit au moins contenir la moitié de matière végétale.

Lorsque la partie terreuse d'un sol provient évidemment de la décomposition d'une roche particulière, il convient de le désigner par un nom tiré de celle-ci. Si c'est une terre rouge et fine, qu'elle soit située immédiatement au-dessus d'un basalte dont les élémens se dissocient, on pourra la nommer terre basaltique. Si elle abonde en fragmens de quartz et de mica, comme cela arrive fréquemment, on l'appellera granitique, et ainsi de suite.

En général, les sols dont la composition est fort hétérogène sont dits sols d'alluvion, ou formés par les dépôts des rivières. La plupart sont doués d'une grande fertilité. J'en ai exa-

miné quelques-uns; ils diffèrent beaucoup entre eux. Ceux que j'ai cités page 12, comme les plus productifs, m'ont donné 1 partie de sable siliceux, et 8 de matière terreuse extrêmement ténue. L'analyse de celle-ci m'a fourni les résultats suivans :

Carbonate de chaux	360
Alumine	25
Silice.	20
Oxide de fer	8
Matière végétale, animale et saline	19

Un riche sol, situé dans le voisinage d'Avon, vallée d'Evesham, dans le Worcestershire, m'a donné $\frac{3}{5}$ de sable fin et $\frac{2}{5}$ de matière impalpable. Celle-ci était formée de

Alumine	35
Silice.	41
Carbonate de chaux	14
Oxide de fer	3
Matière végétale, animale et saline.	7

Un échantillon d'un excellent sol, pris dans le vallon de Tiviot, m'a donné $\frac{5}{6}$ de sable siliceux fin, et $\frac{1}{6}$ de matière impalpable, composée de

Alumine.	41
Silice	42
Carbonate de chaux.	4
Oxide de fer.	5
Matière végétale, animale et saline.	8

Un sol d'excellent pâturage, dans la vallée d'Avon, près de Salisbury, a fourni $\frac{1}{11}$ de sable siliceux grossier; et la matière tenue était formée de

Alumine.	7
Silice	14
Carbonate de chaux.	63
Oxide de fer	2
Matière végétale, animale et saline.	14

Dans tous ces cas, la fertilité semble dépendre de l'état de division et du mélange des matières terreuses, végétales et animales; elle s'explique par les principes que je me suis

efforcé d'établir dans la première partie de cette leçon.

Lorsqu'on recherche la composition des sols, dans le dessein de les améliorer, il ne faut négliger aucun des ingrédients qui contribuent à les rendre stériles. En les comparant avec ceux du voisinage, dont l'exposition est la même, on aperçoit souvent la meilleure méthode de les amender. Si on les lave, et que les eaux se chargent de sels de fer ou de matières acides, on fait usage de la chaux vive. Une terre de très-bonne apparence, mais d'une aridité remarquable, m'ayant été envoyée par sir Joseph Banks, je reconnus qu'elle contenait du sulfate de fer. Je conseillai l'emploi de la substance que j'ai indiquée plus haut, afin de convertir en engrais ce sel pernicieux. Si un terrain renferme un excès de matière calcaire, on l'améliore au moyen de l'argile et du sable; si celui-ci est en trop grande proportion, on l'allie avec l'argile, la marne ou les matières végétales. Une pièce de terre, formée de sable léger, ayant considérablement souffert dans l'été de 1805, je recommandai l'application de la tourbe : elle produisit les meilleurs effets, et le propriétaire me mandait dernièrement qu'ils sont encore sensibles. Les engrais sup-

pléent à la matière végétale et animale ; quand elle est en excès , on remédie à cet inconvénient par le feu et les substances terreuses. Les tourbières, les fondrières et les marais doivent d'abord être desséchés , l'eau stagnante étant funeste à tous les végétaux nutritifs : ainsi , avant de les mettre en culture , il faut les saigner. Quand les terres tourbeuses et douces ont subi cette opération , on les rend souvent productives en répandant à la surface du sable ou de l'argile. Lorsqu'elles sont acides ou qu'elles contiennent des sels ferrugineux, l'emploi de la matière calcaire est indispensable ; si elles renferment beaucoup de branches , de racines d'arbres , qu'elles soient couvertes de végétaux vivans , il faut ou enlever ces matières , ou les incinérer. Dans ce dernier cas , les cendres fournissent d'excellentes substances terreuses pour améliorer la texture de la tourbe.

Les meilleurs sols naturels sont ceux qui proviennent de couches différentes, divisées par l'action de l'eau et de l'air , et parfaitement mélangées. Lorsqu'on veut bonifier un fonds , on ne peut mieux faire que d'imiter les procédés de la nature.

On a presque toujours sous la main les ma-

tières nécessaires pour cet objet : le sable grossier se trouve communément au-dessus de la craie, et les couches de sable et de gravier au-dessous de l'argile. On est dédommagé des soins que ces grandes opérations exigent, par un avantage considérable et permanent : il faut ensuite moins d'engrais, et les moissons sont plus abondantes. Les capitaux consacrés à de telles réparations augmentent pour toujours la fertilité, et par conséquent la valeur des terres.

CINQUIÈME LEÇON.

Nature et constitution de l'atmosphère. — Son influence sur les végétaux. — Germination des graines. — Fonctions des plantes aux diverses époques de leur croissance. — Coup-d'œil général sur les progrès de la végétation.

Nous avons déjà indiqué d'une manière générale quelle est la constitution de l'atmosphère : nous avons dit que l'eau, le gaz acide carbonique, l'oxygène et l'azote, en sont les principaux élémens. Mais, pour bien comprendre comment elle concourt à l'acte de la végétation, il faut entrer dans quelques détails; nous en déduirons d'ailleurs des règles pratiques d'agriculture, ainsi que des aperçus philosophiques sur la formation des organes, le développement des fonctions, et le mode de nutrition des plantes.

Du muriate de chaux calciné et soumis à l'action de l'air, même dans le temps le plus froid et le plus sec, augmente de poids, devient humide, et enfin se liquéfie. Enfermé

ensuite dans une cornue, et chauffé, il dégage de l'eau pure et revient peu à peu à son état primitif. Or, cette eau qu'il absorbe et qu'il abandonne, ne peut provenir que du gaz avec lequel il est en contact. Une chose prouve d'une manière encore plus directe, que ce liquide est répandu dans l'atmosphère sous forme de fluide élastique : c'est qu'une certaine quantité d'air, traitée par le sel dont il est question, diminue de volume et de poids, pourvu cependant que l'expérience soit bien faite.

La quantité de vapeur aqueuse répandue dans l'air, varie avec la température. Elle est d'autant plus considérable que celle-ci est plus élevée. A 10 degrés elle forme en volume à peu près le $\frac{1}{50}$ du fluide atmosphérique ; et, comme sa densité est à celle de ce fluide, dans le rapport de 10 à 15, elle constitue environ le $\frac{1}{75}$ de son poids.

Si aucun obstacle ne s'oppose à la production de la vapeur, que le liquide soit en abondance, et que l'air agisse librement, il se charge, à 58 degrés, d'environ $\frac{1}{14}$ de son volume, ou du $\frac{1}{21}$ de son poids de fluide aqueux. Si la température baisse, celui-ci se condense et devient, suivant toute apparence,

la principale cause de la formation des nuages , des brouillards , de la rosée , de la neige et de la grêle.

La force avec laquelle diverses substances absorbent l'eau répandue dans l'atmosphère , a été discutée dans la dernière leçon. Les feuilles vivantes agissent aussi sur elle , à l'état de vapeur , et s'en emparent. L'augmentation de poids que prennent certains végétaux détachés du sol et suspendus dans l'air , tels que la joubarbe , et différentes espèces d'aloës , n'a pas d'autre origine. Les plantes ne se soutiennent , pendant les grandes chaleurs et les excessives sécheresses de l'été , que par cette puissance d'absorption dont jouissent les feuilles. C'est une chose digne d'admiration , que la vapeur aqueuse abonde précisément à l'époque où l'humidité est le plus nécessaire , et où toutes les autres sources en sont taries.

Nous avons dit que l'eau est un composé ; il convient d'en donner la preuve , et de rapporter les expériences à l'aide desquelles on transforme ce liquide en oxygène et en hydrogène , et on le recompose avec les mêmes élémens.

Si l'on met dans un tube de verre un peu d'eau et de potassium , ces deux corps réagis-

sent avec violence ; il se dégage un fluide élastique, qu'on reconnaît bientôt pour de l'hydrogène, et le métal offre tous les caractères d'une substance qui a absorbé de l'oxygène. Dans ce cas, les gaz émis et solidifiés sont en poids, dans le rapport de 2 à 15. Or, si l'on prend deux volumes du premier et un du second, qui sont entre eux dans le rapport des nombres que nous venons d'indiquer, qu'on les introduise dans un vase fermé, et qu'on fasse passer au travers de l'étincelle électrique, ils s'enflamment, se condensent, et produisent 17 parties d'eau pure.

Il est évident, d'après les détails que nous avons donnés dans la troisième leçon, que l'eau forme la plus grande partie de la sève des plantes, et que cette substance ou ses éléments entrent dans la constitution des organes et des productions solides des végétaux.

Elastique et fluide, l'eau est indispensable à l'économie de la végétation : à l'état solide même, elle n'est pas dépourvue d'usage. Elle conduit mal le calorique ; et, quand la terre est couverte de neige, ou que sa surface est congelée, les racines des plantes sont à l'abri de l'influence de l'atmosphère, dont la température est constamment plus basse dans les

contrées du nord que le point de congélation. Elles trouvent, d'ailleurs, dans ce liquide une nourriture utile, aux premiers jours du printemps. L'expansion qu'il prend, lorsque le froid le saisit, et sa contraction lorsqu'il se liquéfie, tendent à pulvériser le sol, à en séparer les parties, et à le rendre plus perméable à l'air.

De l'eau de chaux exposée à l'atmosphère, ne tarde pas à se couvrir d'une légère pelli-cule qui se précipite au fond du vase, et devient elle-même insipide. Ce phénomène est dû à la combinaison formée par la base qu'elle tient en solution et l'acide carbonique répandu dans l'air, ainsi qu'on s'en assure en recueillant le précipité solide dans un petit tube de fer ou de platine, qu'on soumet à une forte chaleur. Le gaz acide se dégage, et la matière se convertit en chaux vive, susceptible d'être de nouveau dissoute et saturée.

La quantité d'acide carbonique contenu dans l'atmosphère est peu considérable et difficile à déterminer. Il y a apparence qu'elle varie suivant les lieux; mais il est rare, quand l'air circule librement, qu'elle dépasse les limites de $\frac{1}{500}$ à $\frac{1}{800}$ du volume de ce fluide. Sa densité excède de près d'un tiers celle des autres

gaz dont le mélange nous enveloppe. D'après cela, on pourrait croire qu'il abonde dans les régions basses de l'atmosphère. Mais cette conjecture est démentie par l'expérience, à moins que quelques accidens chimiques ne le développent immédiatement à la surface de la terre. Les gaz, quelles que soient leurs densités, se sollicitent, s'attirent mutuellement; les vents, les orages et mille autres causes, les agitent et les mêlent sans relâche. Au rapport de *Seaussure*, l'eau de chaux précipite sur le *Mont-Blanc*, le point le plus élevé de l'Europe; et l'air rapporté des plus grandes hauteurs auxquelles les aréostats soient parvenus, renferme de l'acide carbonique, sans doute en proportions convenables.

On détermine la composition de ce gaz à l'aide d'un procédé très-simple : 13 grains de charbon bien calciné, enflammés au moyen d'une lentille dans 100 pouces cubes d'oxygène, disparaissent entièrement, et sont remplacés à peu de chose près, si l'expérience est faite avec soin, par un volume égal d'acide carbonique. D'après cela, il est facile d'estimer les quantités de chacun des élémens que ce fluide élastique renferme. Le poids de 100 pouces cubes d'acide est à celui de 100 pouces cubes

d'oxygène, comme 47 est à 34; de manière que 47 parties en poids du premier doivent en contenir 34 d'oxygène et 13 de carbone, ce qui s'accorde avec les nombres que nous avons donnés dans la seconde leçon.

Le potassium décompose aisément l'acide carbonique; le métal s'empare de l'oxygène, et précipite le carbone sous forme de poudre noire.

L'acide carbonique sert principalement à la nutrition des plantes; quelques-unes même paraissent tirer de cette source la plus grande partie du carbone qu'elles s'approprient.

Cet acide se forme pendant la fermentation, la combustion, la putréfaction, la respiration, et un grand nombre d'opérations qui ont lieu à la surface de la terre; et la végétation est le seul agent connu qui le détruit.

L'air, dépouillé de la vapeur aqueuse et de l'acide carbonique, ne manifeste, pour ainsi dire, aucun signe d'altération, et semble jouir de toutes ses propriétés; il soutient, comme auparavant, la combustion et la vie animale. Il y a plusieurs moyens d'isoler l'oxygène et l'azote dont il se compose. Un des plus simples consiste à le traiter par le phosphore. Ce corps s'empare du premier des deux gaz, et met le

deuxième à nu ; 100 parties d'air soumises à cette expérience, en donnent 79 d'azote ; unies avec 21 d'oxygène préparé artificiellement, celles-ci produisent un mélange qui ne diffère pas de celui que nous respirons. On obtient l'oxygène pur en calcinant du mercure à vase ouvert, et à une température d'environ 300 degrés. Le métal, réduit en poudre rouge pendant cette opération, distillé ensuite dans une cornue, se revivifie, et dégage le gaz avec lequel il était combiné.

L'oxygène essentiel à quelques plantes, est surtout important dans la nature, par l'influence qu'il exerce sur l'économie animale : il est indispensable pour l'entretien de la vie. L'air atmosphérique introduit dans nos poumons, ou passant, dissout par les liquides dans les ouies des poissons, est dépouillé de ce principe que remplace un volume égal d'acide carbonique.

On ne connaît pas exactement l'action que l'azote exerce dans la végétation ; comme on le trouve dans quelques produits, il est possible que certaines plantes le pompent dans l'air et l'absorbent. Ce gaz tempère l'énergie de l'oxygène, et sert d'une espèce de milieu dans lequel les parties essentielles de l'atmos-

phère agissent. Cette circonstance est dans les analogies de nature ; car les substances qui abondent le plus à la surface solide du globe, ne sont pas celles qui sont les plus indispensables à l'existence des êtres organisés.

L'action de l'atmosphère sur les plantes, n'est pas la même aux différentes époques de leur croissance ; elle varie suivant que les organes se développent ou se flétrissent. Les phénomènes que j'ai décrits peuvent déjà la faire apprécier. Je vais néanmoins entrer dans de nouveaux détails sur cet objet, en tâchant de le lier à des considérations générales sur la marche de la végétation.

Une bonne semence humectée et soumise à l'influence de l'air, à une température d'environ 8 degrés, germe aussitôt ; elle développe une plumule qui s'élève, et une radicule qui descend.

Si l'air ne se renouvelle pas, on s'aperçoit bientôt que l'oxygène est absorbé en partie ou en totalité dans l'acte de la germination. L'azote reste intact ; et loin que l'acide carbonique diminue, il augmente.

Les semences ne germent pas sans la présence de l'oxygène. Dans le vide, dans l'azote, dans l'acide carbonique pur, elles se gonflent

sans végéter, lorsqu'on les humecte ; conservées long-temps dans le gaz, elles perdent peu à peu la force vitale et se putréfient.

Examinées avant qu'elles se tuméfient, elles sont plus ou moins insipides, ou tout au moins elles ne sont pas douces; elles le deviennent au contraire dès que la germination se manifeste. Le mucilage coagulé, ou amidon, qu'elles renferment, se convertit en sucre; il change de nature, devient aussi soluble qu'il l'était peu; et transporté dans les cotylédons, il sert de nourriture à la plante qui se développe. Il est facile, au moyen des faits que nous avons exposés dans la troisième leçon, de se rendre compte de ces transformations; l'acide carbonique qui se dégage, tend à établir que la principale différence que présentent le sucre et le mucilage, dépend du carbone, dont les proportions ne sont pas tout-à-fait les mêmes.

On a comparé l'absorption de l'oxygène dans la germination des semences, à celle qui a lieu lorsque le fœtus de l'œuf se développe; mais il n'y a entre ces deux phénomènes qu'une analogie éloignée. Tous les animaux, le plus parfait comme le plus informe, ont

besoin de ce gaz (1). Dès que les pulsations du cœur commencent, jusqu'au moment où elles s'éteignent, le sang ne cesse d'être aéré, et la fonction de la respiration est invariable. De l'acide carbonique se dégage sans cesse ; mais l'altération chimique qu'éprouve le fluide qui circule dans nos veines, nous est inconnue. Rien n'autorise à supposer qu'il se forme une substance analogue au sucre ; la plante a besoin de provisions d'où elle tire sa subsistance, jusqu'à ce que les racines puissent pomper les sucs de la terre. Ces provisions lui sont fournies par les cotylédons, qui renferment une substance insoluble et inaltérable pendant l'hiver, mais que les agens extérieurs ramollissent et changent au retour de la belle saison.

(1) Les œufs imprégnés des insectes, et même des poissons, n'éclosent pas s'ils n'ont de l'air, c'est-à-dire si le fœtus ne peut respirer. J'ai reconnu que les œufs de phalènes ne produisent pas de larves dans l'acide carbonique pur, et que, quand ils sont exposés à l'action de l'atmosphère, l'acide remplace l'oxygène en partie absorbé, le frais s'empare du gaz dissout dans l'eau. Les poissons qui fraient au printemps et en été, tels que le brochet, la carpe, la perche et la brème déposent leurs œufs sur les plantes aquatiques dont les feuilles, en accomplissant leurs fonctions, fournissent de l'oxygène au liquide ; ceux qui fraient en hiver, comme

La conversion de l'amidon en sucre, peut se comparer avec plus de justesse à la fermentation qu'à la respiration ; c'est un changement subi par un corps inorganique, que l'art peut imiter ; et dans la plupart des phénomènes de ce genre, que présentent les composés végétaux exposés à l'action de l'air, il y a absorption d'oxygène et production ou dégagement d'acide carbonique.

Il est donc évident que dans tous les cas où une graine est mise en terre pour y germer, il faut la semer de manière qu'elle éprouve pleinement l'influence de l'atmosphère ; une des causes de la stérilité des sols glaiseux, cohérens et froids, c'est qu'elles sont empâtées dans une matière imperméable à l'air.

le saumon et la truite, cherchent, pour y déposer leurs œufs, des endroits où l'eau fraîche se renouvelle continuellement, tels que le voisinage des ruisseaux, les courans les plus rapides où elle n'est jamais stagnante, mais saturée de l'air avec lequel elle a été en contact dès qu'elle s'est précipitée des nuages. C'est par instinct que ces poissons recherchent l'oxygène dont leurs œufs ont besoin pour éclore ; c'est par instinct qu'ils quittent les mers et les lacs pour remonter les courans rapides et franchir tous les obstacles que leur opposent les chutes d'eau.

Les sols dont le sable fait la base sont toujours assez poreux ; mais ceux qui contiennent beaucoup d'argile ne peuvent jamais être trop divisés. Une graine qui n'est pas suffisamment aérée ne produit qu'une plante faible et languissante.

Le maltage , dont nous avons déjà parlé, n'est qu'une germination artificielle qui transforme l'amidon en sucre ; lequel éprouve à son tour la fermentation, et se change en esprit.

Il est clair, d'après les principes chimiques que nous venons d'exposer, que l'opération du maltage doit être poussée jusqu'à ce que la graine commence à germer, mais qu'elle doit être arrêtée aussitôt que ce phénomène se manifeste. Si on dépasse ce point, qu'on laisse développer la radicule et la plumule, une quantité considérable de matière saccharine disparaît ; il se fait moins d'esprit pendant la fermentation, et conséquemment on en obtient moins lorsqu'on distille.

Comme ce fait n'est pas sans importance, j'entrepris, au mois d'octobre 1806, de le vérifier. Je m'assurai, au moyen de l'alcool, des proportions de matière saccharine contenue dans deux quantités égales d'orge de même qualité. L'une était couverte de radicules de près d'un

demi-pouce de longueur, et la germination avait été arrêtée dans l'autre avant qu'elles eussent atteint une ligne. Les quantités de sucre qu'elles ont produites étaient dans le rapport de 5 à 6.

La matière saccharine développée dans les cotylédons, au moment où les feuilles éclosent, les livre aux attaques d'une foule d'insectes. Ils la recherchent avec avidité, et commettent, à cette époque, les plus terribles ravages que les récoltes aient à souffrir.

La mouche à turneps, insecte du genre *colyoptère*, s'attache aux feuilles séminales de cette racine dès qu'elles accomplissent leurs fonctions; mais elle cesse d'être aussi nuisible à la plante aussitôt qu'elles deviennent un peu fortes.

On a proposé plusieurs méthodes pour la détruire, ou prévenir ses dégâts, comme, par exemple, de mélanger des graines de radis et de turneps. On supposait qu'elle préfère les feuilles des premières à celles des deuxièmes. Mais on dit que cette tentative n'a pas été heureuse; qu'elle les attaque indistinctement les unes et les autres.

Plusieurs menstrues chimiques hâtent la germination des semences qu'ils ont humectées.

J'avais conçu le dessein de rechercher si cette propriété ne serait pas applicable aux turneps, et ne pourrait pas amener plutôt les feuilles séminales à l'état où les piqures n'exercent plus d'influence bien funeste; mais j'ai reconnu que le procédé était inexécutable. Des graines ainsi préparées germent à la vérité plus vite, mais elles ne produisent jamais que des plantes faibles, qui souvent périssent aussitôt qu'elles ont bourgeonné.

Des graines de radis, macérées pendant douze heures dans des solutions séparées de chlore, d'oxi-sulfate de fer faible, d'acide nitrique, d'acide sulfurique très-étendus, et d'eau commune, m'ont présenté les résultats suivans, dans le mois de septembre 1807. Les semences soumises à l'action des deux premiers liquides, germèrent au bout de deux jours; les autres, dans l'ordre où les réactifs sont énoncés, après trois, cinq et sept. Dans ces germinations prématurées, la plumule est d'abord vigoureuse; mais au bout d'une quinzaine, elle devient faible et languissante: en sorte que les expériences dont il s'agit sont à peine susceptibles de quelque application. Les substances organisées décroissent avec la même promptitude qu'elles se développent; et ce n'est

qu'en suivant une marche lente, assortie à celle de la nature, que nous sommes capables de faire des améliorations.

Il y a diverses substances chimiques qui sont nuisibles ou mortelles aux insectes, sans être contraires à la végétation. Quelques-unes même la favorisent. Plusieurs ont été mises en usage avec des succès variés. Un mélange de soufre et de chaux détruit les limaçons, mais ne préserve point les jeunes pousses de turneps des ravages des mouches. Le duc de Bedford l'a fait essayer en grand à sa terre de Woburn. La composition a été répandue sur une partie d'un champ où cette racine était cultivée; mais les dégâts n'ont pas été moins grands sur cette partie, ils ont été à peu près les mêmes sur toute la superficie de la pièce.

Les mélanges de chaux vive, de suie ou d'urine, seraient probablement plus efficaces. L'alcali volatil qui s'en dégage est insupportable aux insectes, en même temps qu'il contribue à nourrir la plante. M. T. A. Knight (1) m'ap-

(1) M. Knight a eu la bonté de me remettre la note qui suit.

Les expériences que j'ai faites ces deux dernières années, pour préserver mes turneps des ravages des mou-

prend qu'il a employé avec succès la vapeur ammoniacale; mais il faut des expériences plus étendues, pour s'assurer qu'elle jouit d'une efficacité générale. Cependant on peut employer sans crainte de tels mélanges; car s'ils ne font pas périr les insectes, ils sont au moins d'utiles engrais.

Aussitôt que les racines et les feuilles sont formées, les tubes et les cellules dont se com-

ches, n'ont pas été répétées assez souvent pour que je puisse les regarder comme décisives. La dernière récolte a parfaitement réussi. J'ai vérifié la conjecture que vous me communiquâtes lorsque j'eus le plaisir de vous voir à Holkham, au sujet de ces insectes. J'ai mêlé ensemble de la chaux éteinte, de l'urine et trois parties de suie.

Le baril qui contenait ce mélange était percé de trous faits au foret, et laissait échapper une certaine quantité de cette composition (environ quatre bushels par acre), qui se répandait avec la graine. J'ignore si l'effet produit est dû à la nourriture éminemment stimulante fournie par l'ingrédient dont il est question, ou à quelque odeur qui déplaît aux insectes; mais, en 1811, les turneps préparés comme je viens de le dire n'éprouvèrent aucun dommage, tandis que les autres furent la proie des mouches. Je me propose, à l'avenir, de semer une première dose de graine dans le sillon, d'en arroser l'arrête avec la liqueur du baril, et de répandre, à la volée, au moins une livre des semences sur toute la

pose l'intérieur de la plante, pompent les fluides répandus dans le sein de la terre, et s'en remplissent. Les organes saisissent les élémens extérieurs, et la nutrition s'opère. Les parties constituantes de l'air sont mises à contribution. Mais, comme on devait naturellement s'y attendre, elles se comportent diversement, suivant les circonstances.

surface du terrain. Cette expérience ne sera pas dispendieuse, et la houe à cheval fera disparaître les tiges surnuméraires entre ces lignes, s'il y en a qui échappent aux mouches. J'ai en effet remarqué qu'elles attaquent de préférence les turneps qui croissent dans les sols maigres. Cette pratique paraît surtout avantageuse parce qu'elle accélère l'accroissement des plantes, auxquelles elle procure une nourriture stimulante aussitôt que leurs germes se développent et long-temps avant que les racines aient atteint l'engrais qu'elles doivent s'approprier. Ces observations ne sont applicables qu'aux turneps semés sur l'arrête des sillons et pourvus de fumier. Je suis persuadé que c'est l'unique méthode véritable de les cultiver, quel que soit le terrain. La grande proximité des substances destinées à favoriser la végétation, le peu de temps qui, par suite, est nécessaire pour charrier l'aliment dans la feuille et ramener la matière organisable dans les racines, sont, dans mon hypothèse, des objets de grande importance. Les résultats que donne l'expérience s'accordent avec cette théorie.

Quand une plante, dont les racines sont pourvues des substances nutritives qui leur conviennent, est soumise à l'influence de la lumière solaire, dans une quantité donnée d'air atmosphérique qui renferme les proportions d'acide carbonique ordinaires, ce gaz ne tarde pas à être détruit, et remplacé par une certaine quantité d'oxygène. Si on introduit dans l'appareil de nouvel acide, il est également décomposé.

Ainsi, par l'acte de la végétation, les plantes s'emparent du carbone de l'air, et augmentent son volume d'oxygène. Ce phénomène est établi par les nombreuses expériences de Priestley, d'Ingenhousz, de Woodhouse et Th. de Saussure. Je les ai répétées la plupart, et j'ai constamment obtenu les mêmes résultats. L'absorption de l'acide carbonique et la production de l'oxygène sont dues aux feuilles; celles qui sont récemment séparées de l'arbre produisent le même effet, quand on les renferme dans une portion d'air ordinaire. Elles le produisent encore lorsqu'elles sont immergées dans une eau tenant en solution de l'acide carbonique.

Ce gaz est probablement absorbé par les fluides renfermés dans la partie verte ou parenchymateuse de la feuille. C'est elle du moins qui exhale l'oxygène, lorsqu'elle est frappée par la

lumière du soleil. Sennebier a reconnu que des feuilles dépouillées d'épiderme continuent d'en dégager lorsqu'elles sont plongées dans une eau imbreignée d'acide carbonique, et que les globules qui s'élèvent partent du parenchyme dénudé. Les recherches faites par ce savant et par Woodhouse, établissent que celles qui abondent le plus en parties parenchymateuses sont aussi celles qui en émettent davantage dans les mêmes circonstances.

Quelques plantes végètent (1) dans une atmosphère artificielle composée en grande partie d'acide carbonique. D'autres subsistent un temps plus ou moins considérable dans celle qui en contient depuis le tiers jusqu'à la moitié de son volume ; mais elles ne sont jamais aussi vigoureuses que si elles ne consumaient que de petites quantités de cette substance élastique. On s'est assuré que des plantes, exposées à l'action de la lumière, dégagent de l'oxygène dans les milieux aériformes et dans l'eau purgés de gaz acide carbonique ; mais en proportions plus faibles que lorsque ce fluide gazeux est présent.

(1) La *renaria tenuifolia* produit de l'oxygène dans l'acide carbonique presque pur.

Elles n'en émettent pas dans les ténèbres, quel que soit le milieu où elles sont plongées. Elles n'absorbent pas non plus d'acide dans les mêmes circonstances ; elles présentent au contraire le phénomène inverse ; elles s'emparent de l'un si elles peuvent le saisir, et développent l'autre.

Dans la composition des parties organisées, il est probable que la matière saccharine est produite pendant l'absence de la lumière ; que la gomme, la fibre ligneuse, les huiles et les résines, se forment au contraire sous son influence ; et que le dégagement d'acide carbonique, ou sa production pendant la nuit, est nécessaire pour donner plus de solubilité à certains composés qui entrent dans la structure de la plante. Je pensais même qu'il est entièrement dû à la destruction de quelques-unes de ses parties, ou de celles de l'épiderme : mais les expériences récentes de M. Ellis sont opposées à cette conjecture ; et je trouve qu'une plante de céleri parfaitement saine, exposée dans une quantité déterminée d'air, pendant quelques heures seulement, absorbe l'oxygène, et développe de l'acide carbonique.

Quelques personnes ont supposé que les

plantes exposées en plein air à l'influence successive du soleil et de l'ombre, de la lumière et des ténèbres, consomment plus d'oxygène qu'elles n'en produisent, et que l'action continue qu'elles exercent sur l'atmosphère, est tout-à-fait semblable à celle des animaux. Cette opinion a été adoptée par l'écrivain dont je viens de citer les ingénieuses recherches sur la végétation : mais toutes les tentatives imaginées à ce sujet, ses expériences mêmes, ont été faites dans des circonstances peu favorables à l'exactitude des résultats. Les plantes ont été enfermées et nourries d'une manière qui n'est pas naturelle ; l'influence de la lumière était considérablement affaiblie par la nature des milieux qu'elle traversait. Les végétaux en contact avec une portion d'air limitée, deviennent bientôt languissans ; les feuilles se fanent, se décomposent, et ne tardent pas à détruire l'oxygène qu'il contient. Dans quelques-unes des anciennes expériences de Priestley, exécutées à une époque où l'action du fluide lumineux ne lui était pas exactement connue, l'air qui avait supporté la combustion et la respiration, se trouvait purifié par quelques jours de contact avec des plantes en végétation ; elles croissaient du moins dans leur état naturel :

les poussettes ou les branches seules, étaient introduites à travers l'eau dans une atmosphère déterminée.

J'ai fait sur ce sujet quelques recherches dont je vais exposer les détails. Le 12 juillet 1800, je mis un gazon de quatre pouces carrés, couvert d'herbes telles que alopecure des prés, trèfle blanc, dans un vase de porcelaine placé lui-même dans un haquet plein d'eau, et couvert d'un récipient de flint-glass, contenant 580 pouces cubes d'air commun; je plaçai cet appareil dans un jardin, afin qu'il fût exposé aux mêmes variations de lumière que l'atmosphère. Je l'abandonnai à lui-même jusqu'au 20 juillet. Dans l'intervalle, le volume du gaz était augmenté de 15 pouces cubes, mais la température et la pression avaient varié: l'une s'était élevée de 18 à 21°, et l'autre, qui ne faisait d'abord équilibre qu'à 30, 1 de mercure, en supportait 30, 2. Quelques-unes des feuilles de trèfle et d'alopecure des prés étaient devenues jaunes, et toutes avaient moins bonne apparence qu'avant d'être soumises à cette épreuve. Un pouce cube de gaz, agité dans l'eau de chaux, troubla légèrement sa transparence, et subit une absorption d'à peu près $\frac{1}{150}$ de son volume. 100 parties

du gaz résidu, exposé à l'action du sulfate vert de fer, dissout et imprégné de gaz nitreux, substance qui dépouille rapidement l'air de son oxygène, se réduisirent à 80, tandis que celle d'une quantité égale de l'air du jardin ne s'arrêta qu'à 79.

D'après cette circonstance, il est presumable que l'air est légèrement altéré par l'action des graminées : mais le temps fut nébuleux tant que dura l'expérience, et les plantes ne furent pas pourvues d'acide carbonique comme elles le sont dans l'état naturel. Celui qui se formait durant la nuit, par la décomposition des feuilles flétries, devait en partie se dissoudre dans l'eau. Je vérifiai la justesse de cette conjecture en faisant tomber dans le liquide quelques gouttes d'eau de chaux qui déterminèrent sur-le-champ un précipité. Je suis porté à croire que l'augmentation de la quantité d'azote provient de l'air qui s'échappe du même fluide.

Voici une expérience qui me paraît faite dans des circonstances plus analogues à celles qui ont lieu dans la nature : un gazon de quatre pouces quarrés, taillé dans une prairie humide, et couvert d'herbes communes à ces sortes de terres, telles que poa, alopécure

des prés, etc, fut mis dans un vase de porcelaine qui nageait à la surface d'une eau imprégnée d'acide carbonique; un vase de flint-glass de la capacité de 230 pouces cubes, et portant un entonnoir à robinet dans sa partie supérieure, les recouvrait l'un et l'autre. L'appareil fut exposé en plein air. Chaque jour, on arrosait le gazon au moyen du robinet (1); chaque jour de l'eau était retirée à l'aide du siphon, et remplacées par du liquide saturé de gaz; en sorte qu'on peut dire qu'il y en avait constamment dans le réservoir. Le 7 juillet 1807, premier jour de l'expérience, le temps fut nébuleux dans la matinée, et superbe dans l'après-midi. Le thermomètre était à 19°, et le baromètre marquait 30, 2. Vers le soir, le volume du gaz était légèrement augmenté; les trois jours suivans furent magnifiques; mais le 11, le ciel s'obscurcit, l'air renfermé dans le vase, s'était considérablement dilaté. Le 12 fut nébuleux avec des rayons du soleil qui s'échappaient parfois. Il y eut encore dilatation, mais elle fut peu considérable. Le 13, le temps se remit au beau; le 14, à 9 heures, le réservoir était entièrement plein, et présentait

(1) Voyez fig. 17.

au moins une augmentation de volume de 30 pouces cubes. De temps à autre, des globules de gaz s'échappaient. Le lendemain, j'en examinai une portion sur les deux heures; il ne contenait pas $\frac{1}{50}$ d'acide carbonique. 100 parties, traitées par une solution imprégnée, se réduisirent à 75; en sorte que l'air était de 4 pour cent plus pur que celui de l'atmosphère.

Je décrirai encore une expérience analogue, faite avec des résultats aussi décisifs. Une pousse de vigne garnie de trois feuilles en bonne végétation, fut plongée sous le réservoir dont il a été question plus haut. L'eau en contact avec l'air ordinaire, tenait également en dissolution de l'acide carbonique. L'essai fut fait du 6 au 14 août 1807. Dans cet intervalle, quoique le temps fût en général nébuleux et qu'il fût même tombé de la pluie, le volume du fluide élastique s'accrut constamment; examiné le 15 au matin, il contenait $\frac{1}{42}$ de gaz acide carbonique, et 100 parties en fournirent 23, 5 d'oxygène.

Ces faits confirment l'opinion populaire qui attribue aux feuilles dont les fonctions s'accomplissent la propriété de purifier l'atmosphère, dans les variations météorologiques et le passage de la lumière aux ténèbres.

Suivant toute apparence , il se fait une absorption d'oxygène pendant la germination et à la chute des feuilles. Quand on considère qu'une portion considérable de la terre est couverte d'une végétation continuelle , et que la moitié du globe est soumise à l'action non interrompue de la lumière solaire , il devient infiniment probable que l'oxygène qui se développe surpasse de beaucoup celui que les plantes détruisent , et que cette circonstance est une des principales causes de l'uniformité de la constitution de l'atmosphère.

Les animaux ne dégagent d'oxygène pendant l'exercice d'aucune de leurs fonctions , et ils en consomment continuellement ; mais ils ne forment , pour ainsi dire , qu'une fraction insensible , si on les compare aux substances végétales. La quantité d'acide carbonique auquel la respiration , la combustion et la fermentation donnent naissance , est aussi-bien peu considérable par rapport au volume de l'atmosphère. Si chaque plante ajoute , pendant qu'elle végète , une petite quantité d'oxygène à celui de l'air , et s'approprie un peu d'acide carbonique , on peut croire cet effet suffisant pour remplir le but de la nature.

On peut objecter que si les feuilles des plantes purifient l'air , à la fin de l'automne , en hiver ,

et dans les premiers jours du printemps l'atmosphère doit être fort impure, surchargée d'acide carbonique et presque dépouillée d'oxygène. Cette altération n'a cependant jamais lieu; mais les différentes parties dont se compose la masse gazeuse qui nous enveloppe sont dans une agitation continuelle et mélangées sans relâche, par les vents qui parcourent, lorsqu'ils soufflent avec violence, depuis 60 jusqu'à 100 milles à l'heure. Pendant la mauvaise saison ils nous apportent, à travers l'Océan, les fluides aériformes purifiés dans les forêts et les savannes de l'Amérique méridionale. Les orages et les tempêtes, si fréquens au commencement et vers le milieu de cette époque, et qui en général nous arrivent des mêmes contrées, exercent aussi une influence salutaire. Ces divers accidens de météorologie maintiennent l'équilibre des principes constituans de l'atmosphère, et la rendent propre à l'entretien de la vie. Les phénomènes que la superstition attribuait à la colère du ciel ou à la malice des démons, et qui ne semblaient que désordre et confusion, ne sont plus aujourd'hui que des moyens simples employés par la nature pour entretenir l'ordre et l'harmonie sur la terre.

Les raisonnemens que je viens de faire contre l'analogie rigoureuse que quelques personnes veulent établir entre l'absorption de l'oxygène, sa transformation en acide carbonique dans la germination et dans la respiration du fœtus, s'appliquent aussi à l'extension qu'on s'efforce de donner à cette même analogie, entre les fonctions des feuilles des plantes adultes, et celles des poumons d'un animal dans la vigueur de l'âge. Les plantes ne jouissent d'une belle végétation qu'autant qu'elles sont en contact avec la lumière; la plupart périssent quand elles en sont privées.

On ne peut admettre que la production de l'oxygène, si étroitement unie avec la couleur naturelle des organes qui le dégagent, soit due à une fonction sans énergie; ou qu'un végétal choisisse le moment où il est dans la plus vigoureuse croissance, que la sève circule, et que toutes les puissances d'assimilation sont en exercice, pour saisir le carbone qu'il doit dégager pendant la nuit, quand les feuilles sont fermées, que le mouvement des fluides est ralenti, et qu'il est plongé dans un état voisin du sommeil. Plusieurs végétaux qui croissent sur des roches ou des sols dépourvus de substance charbonneuse, ne peuvent en tirer que de l'acide

carbonique répandu dans l'air; ainsi, la feuille doit être considérée comme un organe d'absorption, et comme une membrane dans laquelle la sève éprouve diverses altérations chimiques.

Il est probable que si les racines n'absorbent que de l'eau pure, ce fluide, parvenu dans les feuilles, s'empare avec plus d'énergie de l'acide carbonique de l'atmosphère; et qu'une fois saturé, il dégage une partie de ce gaz, même sous l'influence du soleil, tandis que l'autre se décompose, comme les expériences de Sennebier le prouvent.

Quand le liquide pompé dans le sol contient beaucoup de matière charbonneuse, il est aussi vraisemblable que les feuilles, dans les mêmes circonstances, émettent de l'acide carbonique. Il faut, en conséquence, que leurs fonctions varient suivant la composition de la sève qu'elles reçoivent, et la nature des produits qu'elle engendre. Lorsque le sucre se développe, dans les premiers jours du printemps, et que les bourgeons prennent naissance, il doit moins passer d'oxygène à l'état libre qu'au moment où les graines mûrissent, où il se forme de l'amidon, des gommes et des huiles. Elles n'atteignent d'ailleurs cette maturité qu'à l'époque

où le soleil est le plus ardent. Quand les jus acides des fruits deviennent saccharins, on peut croire avec raison que la quantité d'oxygène qui s'en dégage ou passe à de nouvelles combinaisons, est plus grande qu'à aucune autre époque; car les acides végétaux, ainsi que nous l'avons dit dans la troisième leçon, en renferment plus que le sucre. Il paraît que, dans certains cas, où il se forme des substances huileuses ou résineuses, l'eau se décompose; que l'hydrogène est absorbé, tandis que le second principe qui la constitue se dissipe dans l'air.

J'ai dit précédemment que certaines plantes donnent de l'oxygène quand elles sont plongées dans l'eau pure : telles sont certaines espèces de conferves, au rapport de M. Ingenhousz, et les feuilles d'un grand nombre de végétaux, de ceux surtout qui produisent des huiles volatiles. Lorsque le liquide est saturé d'air vital, elles en dégagent par l'influence du soleil, mais en quantité constamment faible.

Il est probable que les puissances végétatives concourent à ce phénomène; je n'ai pu néanmoins en acquérir la certitude. Une feuille de vigne immergée dans l'eau pure, il y a environ quinze ans, émit un volume considérable

d'oxygène. J'ai répété depuis cette expérience, sans jamais en obtenir de comparable; je ne sais si la différence dépend de l'état particulier des feuilles, ou de quelque autre cause d'erreur.

Les produits végétaux les plus importans et les plus communs, tels que le mucilage, l'amidon, le sucre, et la fibre ligneuse, sont composés de charbon et d'eau, ou de ses élémens, en proportions convenables. Ces principes, ou au moins quelques-uns d'entre eux, existent dans toutes les plantes; la décomposition de l'acide carbonique et la combinaison de l'eau dans les structures du même règne, sont les phénomènes qui se présentent le plus universellement.

Suivant toute apparence, l'azote contenu dans les plantes qui renferment des substances glutineuses et albumineuses, provient de l'atmosphère. Cette conjecture n'a pas néanmoins été vérifiée. L'expérience serait facile sur les champignons et les fungus.

Lorsque les bourgeons ou les pousses se développent, l'oxygène paraît être absorbé d'une manière uniforme, comme dans la germination des semences. J'ai mis une petite pomme de terre, humectée avec de l'eau commune,

dans 24 pouces cubes d'air atmosphérique, à une température de 33°. Le germe se manifesta dès le troisième jour; quand il eut atteint $\frac{1}{2}$ pouce de long, j'examinai le fluide aéri-forme : près de 1 pouce cube d'oxygène avait été absorbé, et $\frac{3}{4}$ de pouce d'acide carbonique avaient pris sa place. Le jus du germe, séparé de la pomme, avait un goût douceâtre. L'absorption de l'un des gaz et la production de l'autre étaient probablement dues à la conversion d'une partie de l'amidon en sucre. Les pommes de terre frappées par le froid sont douces après le dégel. Il est probable qu'il y a de l'oxygène absorbé dans cette circonstance, et qu'elles ne subiraient pas d'altération, si on les ramenait à leur première température, hors du contact de l'air, dans l'eau bouillie par exemple.

Dans le *tenellus marcotus* du blé, ou production de nouvelles tiges autour de la tige originelle, on est fondé à croire qu'il se fait une absorption d'oxygène; car elles renferment constamment du sucre, et partent d'un point sans contact avec la lumière. Les soins de la culture favorisent cette opération; car, en entassant, au moyen du hoyau, de la terre légère au pied des tiges, on les préserve de l'action du

soleil sans les priver d'oxygène. J'ai compté depuis 40 jusqu'à 120 de ces tiges produites par un seul grain de blé, et cependant la récolte était médiocre. Kenelm Digby nous apprend qu'en 1660, les Pères de la Doctrine chrétienne possédaient, à Paris, une plante d'orge, qui en comprenait 249 provenant toutes d'une seule racine. Elle donna plus de 18,000 grains ou semences.

Le grand avantage que présente cette transplantation vient de ce que chacune des lanières dans lesquelles se divise la tige peut être écartée et traitée à part, comme si elle était elle-même une plante distincte. On trouve dans le 58^e vol., pag. 203, des Transactions philosophiques, l'expérience suivante. M. Miller de Cambridge sema du froment le 2 juin 1766; le 8 août suivant, il en prit une plante, et la divisa en 18 parties, qu'il remit en terre; il les reprit dans le mois d'octobre, les divisa de nouveau en 67, et les replanta. Quand elles eurent passé l'hiver et atteint mars et avril, elles furent soumises à une troisième division, et fournirent 500 sujets. Le nombre des épis donnés par une seule semence fut de 21,109, qui produisirent 3 picotins $\frac{3}{4}$ de blé, pesant 47 liv. 70 onces, et contenant 576,840 grains.

Il est évident, d'après les détails dans lesquels nous sommes entrés plus haut, que les altérations apportées par la lumière solaire dans les jus de la feuille, tendent à augmenter la proportion de matière inflammable que celle-ci contient. Lorsqu'elle a végété à l'ombre, ou dans les ténèbres, elle est pâle dans toute son étendue; son jus est aqueux et saccharin; elle ne donne ni huiles ni substances résineuses. Je vais décrire une expérience que j'ai faite à ce sujet.

J'ai pris des poids égaux (400 grains) de feuilles de deux plantes de chicorée. Les unes, d'un beau vert, avaient cru en plein air; et les autres, tout-à-fait blanches, avaient été privées du contact de la lumière, et enfermées dans une caisse. Elles furent réduites au pulpe, et soumises à l'action de l'eau bouillante. La matière insoluble qu'elles laissèrent fut séchée, et traitée à chaud par l'alcool. Celle qui provenait des premières lui communiqua une teinte olive, tandis que celle qui avait été déposée par les secondes n'altéra pas sa couleur. Soumis à l'évaporation, l'un fournit du résidu en abondance, et l'autre en donna à peine. Cinq grains, retirés du vase évaporatoire, brûlèrent avec flamme, et se convertirent

en une substance qui offrait quelque analogie avec la résine. Les vertes produisirent 53 parties de fibre ligneuse, et les pâles 31 seulement.

J'ai annoncé dans la troisième leçon, qu'il était probable que la sève passe des feuilles dans l'écorce; que celle-ci est d'une texture communément si lâche, qu'elle permet à l'air d'agir sur les couches corticales; mais les changemens qui ont lieu dans l'intérieur de celles-là suffisent pour rendre compte de la différence des produits que donneraient l'écorce et l'aubier. La première contient plus de matière charbonneuse que la seconde.

Quand on envisage, sous le point de vue établi dans la troisième leçon, la similitude des élémens qui composent les différens produits végétaux, il est facile de concevoir comment les diverses parties organisées peuvent provenir de la même sève, suivant l'action qu'exercent sur elle la chaleur, l'air et la lumière.

Les fluides saccharins et mucilagineux, par un abandon d'oxygène, se convertissent en substances inflammables, en huiles fixes et volatiles, en résine, en camphre, en fibre ligneuse, etc. Les corps insolubles et combustibles à un haut degré, se transforment,

par une soustraction de carbone et d'hydrogène, en amidon, en sucre, en acides végétaux et en principes solubles. Les huiles volatiles limpides, auxquelles les fleurs doivent les parfums qu'elles exhalent, sont formées des élémens essentiels de la fibre ligneuse, qui est si dense : il n'y a de différence que dans les proportions. Ce sont les mêmes matériaux altérés de diverses manières dans les mêmes organes et le même temps, qui ont donné naissance à tous ces composés.

M. Vauquelin a dernièrement cherché à connaître les altérations chimiques qui se succèdent pendant la végétation, en faisant l'analyse de quelques-unes des parties organisées du marronnier, prises à diverses époques de leur croissance. Les bourgeons, recueillis le 7 mars 1812, contenaient du tannin, de la matière albumineuse susceptible d'être isolée, mais combinée avec le premier corps au moment où elle fut obtenue. Les écailles dans lesquelles ils étaient enveloppés renfermaient du principe tannant, un peu de matière saccharine, de la résine et une huile fixe; les feuilles entièrement développées donnèrent les mêmes substances que les bourgeons, et une espèce particulière de résine verdâtre; les pétales en produisirent

une de couleur jaune, en même temps que des matières saccarines albumineuses, et un peu de cire. Enfin, les étamines présentèrent du sucre, de la résine et du tannin.

Les jeunes marronniers, examinés aussitôt après leur formation, produisirent en abondance une substance qui paraissait être une combinaison de matière albumineuse et de tannin. Toutes les parties de la plante contenaient des composés salins dans lesquels entraient les acides acétique et phosphorique.

M. Vauquelin ne put malheureusement obtenir une quantité suffisante de sève pour en faire l'analyse. Les proportions des substances trouvées dans les bourgeons, les feuilles, les fleurs et les semences, n'ont pas été non plus déterminées. Quelque incomplètes que soient ces recherches, elles prouvent néanmoins que la matière résineuse augmente dans les feuilles, et que la pulpe fibreuse blanche de cet arbre est formée par la réaction des matières astringente et albumineuse, fournies probablement par des cellules ou des vaisseaux. J'ai déjà dit que le cambium qui donne naissance aux nouvelles parties du tronc et des branches, doit vraisemblablement sa puissance de consolidation au mélange de deux espèces diffé-

rentes de sève, dont une provient des racines, et l'autre des feuilles. J'essayai au mois de mai 1804, époque où cette substance se forme, de rechercher la nature de l'action qu'exerce la sève de l'aubier sur les jus renfermés dans l'écorce. En forant un jeune chêne, il me fut facile, au moyen d'une seringue aspirante, d'obtenir un peu du premier de ces liquides; mais j'échouai à l'égard des seconds. Je fus obligé de recourir à l'eau chaude, et de faire infuser une petite quantité d'écorce. La liqueur que je me procurai par cette méthode était astringente et fortement colorée; mise en contact avec la sève de l'aubier, qui ne jouissait des mêmes caractères qu'à un degré extrêmement faible et avait une saveur douceâtre, elle produisit sur-le-champ un précipité.

L'accroissement des arbres et des plantes doit dépendre de la quantité et de la qualité de la sève qui circule dans leurs vaisseaux, et des modifications que lui font éprouver les principes de l'atmosphère; l'eau est le véhicule des substances dont elles se nourrissent, et celle que les feuilles dégagent avec le plus d'abondance. Halles a reconnu que dans l'espace de douze heures un tournesol avait transpiré, par ces organes, une livre quatorze onces de

liquide que ses racines avaient absorbé dans le sein de la terre.

Les causes de l'ascension de la sève ont été indiquées dans les deuxième et troisième leçons. Les racines pompent les fluides au moyen de l'attraction capillaire ; mais cette force ne suffit pas pour les élever jusques dans les feuilles, comme le démontre l'expérience suivante, rapportée dans le 1^{er} volume, page 114 de la *Statique des végétaux*. Halles coupa l'extrémité d'une branche de vigne âgée de quatre ou cinq ans, dont il cimentait avec soin le chicot dans un tube de verre recourbé en forme de siphon et rempli de mercure. La force de la sève ascendante devait être mesurée par la hauteur à laquelle le métal serait porté. Il parvint, au bout de quelques jours, à trente-huit pouces, élévation qui exige une énergie bien supérieure à celle que développe la pression de l'atmosphère. L'action capillaire ne s'exerce que par les surfaces de petits vaisseaux, et ne peut jamais porter les fluides qui circulent dans les tubes, plus haut que ces vaisseaux eux-mêmes.

J'ai rapporté, au commencement de la troisième leçon, l'opinion de M. Knight, qui regarde les contractions et les expansions du

grain d'argent comme la cause qui contribue le plus à l'ascension des fluides renfermés dans les pores et les vaisseaux de l'aubier. Cet excellent physiologiste cite des faits qui rendent ses conjectures très-vraisemblables. Il a observé que la plus petite élévation de température sépare les fibres du grain les unes des autres, et qu'une légère diminution les contracte. Les époques où la sève circule avec plus de force, sont précisément celles où les variations thermométriques sont les plus considérables et les plus fréquentes. Si on suppose que les fibres du grain exercent dans ces alternatives une pression sur les tubes et les cellules pleines, le fluide, absorbé par les racines, sera forcé de se mouvoir en divers sens autour des parties qui ont besoin de nourriture.

Les expériences de Montgolfier, que la découverte des aréostats a rendu si célèbre, prouvent qu'au moyen d'une très-petite force on peut élever les liquides à des hauteurs presque indéfinies, pourvu que la pression soit détruite par de nombreuses interruptions dans la colonne fluide.

Suivant toute apparence, ce principe s'applique à l'ascension de la sève dans les cellules et les vaisseaux des plantes qui n'ont pas de communications rectilignes, et dont cha-

cun oppose des obstacles à la pression perpendiculaire de la sève.

Les changemens qui s'opèrent dans les feuilles et les bourgeons, ainsi que l'énergie de la puissance de transpiration dont ils jouissent, doivent aussi fortement dépendre du mouvement ascensionnel du même principe. Halles l'a prouvé par un grand nombre d'expériences.

Une branche de pommier fut détachée, introduite dans l'eau, et mise en contact avec du mercure; elle était pourvue de ses feuilles. La force ascensionnelle porta le métal à quatre pouces de hauteur; mais une branche semblable, qui avait été dépouillée, l'éleva avec peine à un quart de pouce.

Les arbres à feuilles douces, de texture spongieuse, et dont la surface supérieure est criblée de pores, sont ceux qui jouissent au plus haut degré de cette force d'élévation.

Le savant célèbre que je viens de citer, reconnu également que le poirier, le coignassier, le cerisier, le pêcher, le sycomore et l'aulne, dont les feuilles sont molles et sans vernis, placés dans des circonstances favorables, portent le mercure depuis 3 jusqu'à 6 pouces de hauteur; tandis que le chêne, le

marronnier, l'orme, le noisetier, le saule et le frêne, qui en ont de plus fermes et de plus luisantes, ne l'élèvent que de un à deux pouces. Les arbres verts, et ceux qui ont des feuilles vernies, le soulèvent à peine, tels sont surtout le laurier et le laurustinus.

Il convient d'exposer quelques faits qui prouvent que, dans plusieurs cas, les fluides descendent des feuilles et pénètrent dans l'écorce. Ils ne sont pas aussi incontestables que ceux qui démontrent l'ascension de la sève dans l'aubier; néanmoins plusieurs sont satisfaisans.

M. Baisse a tenu long-temps des branches de plusieurs espèces d'arbres dans une infusion de garance, et a reconnu que le bois devient constamment rouge avant l'écorce. Tant qu'il n'est pas entièrement coloré, et que les feuilles ne sont pas affectées, la teinte de celle-ci ne change pas. La matière colorante se manifeste d'abord dans cette partie de l'écorce qui les avoisine.

Bonnet a fait des expériences analogues, et a obtenu des résultats semblables, quoique moins précis que ceux du savant dont il vient d'être question.

Duhamel a observé, dans différentes espèces

de pin et autres arbres , que quand on enlève des bandes d'écorce , la partie supérieure de la blessure est la seule qui émette des fluides ; l'inférieure reste sèche.

On peut aussi se convaincre en été que l'aubier reste intact , quoique l'écorce des arbres à fruit soit offensée.

J'ai dit , dans la troisième leçon , que celle qui remplace les anneaux détachés , se forme d'abord à la partie supérieure de la blessure , et descend peu à peu , mais qu'elle ne se développe jamais de bas en haut , si l'expérience est bien faite. Cette restriction est nécessaire , parce que si quelque couche corticale intérieure restait en communication avec le bourrelet supérieur , de nouvelle écorce couverte d'un épiderme se produirait au-dessous , semblerait provenir de l'aubier mis à nu , et formée dans l'intérieur de la plaie. Cette apparence pourrait induire en erreur.

Dans l'été de 1804 , j'examinai à Kensington un assez grand nombre d'ormes ; tous avaient considérablement souffert ; quelques-uns même avaient perdu des lanières d'écorce de plus d'un pied carré. Les nouvelles couches corticales suivaient en se formant la loi commune. Deux arbres cependant présentaient le

phénomène inverse, et se réparaient de bas en haut. Une anomalie aussi singulière me paraissant inouïe, je passai la pointe d'un canif sur la surface de l'aubier, et je reconnus qu'elle était due à une couche de même teinte qui communiquait avec le bord supérieur de la blessure.

Je n'ai pas eu occasion de revoir les arbres dont je parle; je ne sais s'ils portent toujours des empreintes. Il est probable néanmoins qu'elles subsistent, parce qu'il faut que plusieurs années s'écoulent avant que les nouvelles formations soient complètes.

Quant à l'expérience de M. Palisot de Beauvois, que nous avons rapportée dans la troisième leçon, on peut supposer que le fluide cortical descend de l'aubier dans l'écorce, et la développe; ou concevoir qu'à l'époque où on la sépare elle en renferme elle-même une quantité suffisante pour produire des parties nouvelles en réagissant sur celui de l'aubier.

La circulation de la sève dans l'écorce semble principalement dépendre de la gravitation. Quand les parties aqueuses ont été dissipées par la transpiration des feuilles, que la chaleur, l'air et la lumière ont rendu prédominans les principes mucilagineux, inflammables et astrin-

gens, les impulsions de l'aubier forcent les fluides épaissis de passer dans les vaisseaux corticaux dont ils composent toute la nourriture. Leur poids tend naturellement à les faire descendre, et la rapidité avec laquelle ils obéissent à cette loi dépend surtout de la consommation générale des liquides de l'écorce dans les opérations vivantes de la végétation; car rien n'autorise à croire qu'il s'en échappe dans le sol au moyen des racines, et il est impossible de concevoir une communication latérale libre entre les vaisseaux absorbans de celle-ci et les vaisseaux séveux de celle-là. S'il en existait, il n'y a pas de raison pour qu'ils ne transmissent pas la sève aussi directement à l'un qu'à l'autre, car ils seraient soumis aux mêmes puissances physiques.

Quelques naturalistes ont supposé qu'elle s'élève dans l'aubier et pénètre l'écorce par l'action d'une force semblable à celle qui produit la circulation du sang dans les animaux, et analogue à l'énergie musculaire qui réside dans les parois des vaisseaux.

Thomson rapporte dans son système de chimie un fait qu'il considère comme une preuve de l'irritabilité des systèmes végétaux vivans. Une tige d'euphorbe (*euphorbia peplis*), sé-

parée de ses feuilles et de ses racines, laisse échapper un suc laiteux par ses deux sections. Ce phénomène est inexplicable, dit l'ingénieux auteur, sans l'action spontanée des vaisseaux. Car, pour admettre le cas le plus défavorable, supposons qu'ils soient pleins, leur diamètre est si petit, que sans l'intervention d'une cause étrangère ils retiendraient par la seule attraction capillaire les liquides qu'ils renferment, et pas une goutte ne s'en échapperait. Puisque les fluides s'écoulent, il faut qu'ils soient chassés par une force distincte des forces physiques ordinaires.

On peut répondre à ce raisonnement que les parois de tous les vaisseaux sont flexibles et capables d'obéir à la gravitation; que les veines elles-mêmes, dans les systèmes animaux, sont soumises à cette loi quand elles ont perdu depuis quelque temps leur vitalité; ce qui est un effet bien différent d'une action vitale ou irritable. Ce phénomène est analogue à celui que présente un vase de gomme élastique qu'on perce aux deux bouts. Le fluide qu'il renferme s'écoule par les deux ouvertures, mais bien plus abondamment par l'inférieure que par la supérieure, comme je me suis assuré que cela arrive dans le cas cité.

Le docteur Barton a prouvé que les plantes végètent avec force dans l'eau camphrée. Les partisans de l'irritabilité du système tubulaire végétal, citent ce fait à l'appui de leurs doctrines. Ils prétendent que la substance dont il est question agit comme un stimulant ; qu'elle augmente la puissance vitale des vaisseaux et les fait contracter avec plus d'énergie. Cette explication est loin d'être satisfaisante. Le camphre a une saveur piquante, désagréable, et une forte odeur ; mais les médecins ne conviennent pas de la nature des effets qu'il produit sur nous. Les uns le considèrent comme un stimulant, les autres soutiennent qu'il est sédatif. En conséquence, nous ne pourrions, même dans le cas où l'irritabilité des végétaux serait incontestable, conclure de ce qu'il développe leur croissance, qu'il stimule leurs puissances vitales ; nous pouvons encore moins déduire, de l'action de facultés incertaines, l'existence d'une propriété qui est loin d'être reconnue.

Il est facile de concevoir de quelle manière le camphre favorise la végétation. Pourquoi serait-il moins efficace que les matières saccharines, mucilagineuses, et surtout les huiles, dont il se rapproche si fort par sa composition ? Elles

contribuent à la nutrition des plantes et ne les stimulent point, elles s'assimilent et n'excitent pas.

Les preuves qu'on allègue en faveur d'une contraction semblable à l'action musculaire, sont donc dénuées de force, et de plus elles sont combattues par des faits positifs.

Si, pendant l'hiver, on introduit dans une serre chaude une branche de vigne ou de tout autre arbre exposé à la basse température de l'atmosphère, la sève s'agite aussitôt; les bourgeons de la partie échauffée se développent peu à peu, transpirent, et enfin se changent en feuilles. Or, si des contractions particulières des vaisseaux séveux sont indispensables pour l'ascension du liquide, comment l'application de la chaleur sur une simple branche détermine-t-elle l'irritabilité d'un tronc éloigné ou dont les racines sont fixées dans le sein d'une terre couverte de frimats. Si nous admettons, au contraire, que le calorique diminue la densité des liquides, favorise l'action capillaire et dilate les fibres du grain d'argent, ce phénomène s'explique au moyen des principes que nous avons posés dans la première partie de cette leçon.

Le chêne vert ou ilex conserve ses feuilles

pendant l'hiver, même dans les cas où il est greffé sur le chêne commun. Celles-ci font passer la sève de l'un à l'autre, et entretiennent un certain mouvement qui semble incompatible avec la théorie de l'irritabilité.

On ne peut lire la *Statique des Végétaux* de Halles, sans être frappé de l'influence que les agens extérieurs exercent sur la circulation de la sève. Cet habile naturaliste a observé les variations qu'elle éprouve dans le même arbre. Stagnante dans une matinée froide et couverte, aussitôt que le soleil parut elle s'agita et se mit en mouvement; le vent passa du midi au nord, elle s'arrêta sur-le-champ. La température, élevée dans la première partie du jour, baissa dans la seconde, la sève tomba avec elle. Une ondée chaude, une bouffée de neige, produisirent des effets opposés.

Plusieurs observations dues au même savant, prouvent que ceux que déterminent les diverses causes qui agissent sur un arbre adulte, varient suivant les saisons.

Ainsi, dans les premiers jours du printemps, avant que les bourgeons épanouissent, les variations de température, de sécheresse et d'humidité se manifestent surtout par l'expansion et la contraction des vaisseaux; les arbres

sont alors, pour me servir du langage des jardiniers, dans la saison saignante.

Quand les feuilles sont développées, la sève afflue dans ces nouveaux organes; ainsi, un sujet qui en émet abondamment par une blessure au moment où les bourgeons s'ouvrent, n'en dégage plus dès que les feuilles sont parfaites. Sur la fin de l'automne, lorsqu'il perd son feuillage, il saigne de nouveau, mais peu et seulement dans les journées les plus chaudes.

Ces diverses circonstances n'offrent rien d'analogue à l'irritabilité des systèmes animaux; dans ceux-ci le cœur et les artères ne cessent jamais de battre. Les fonctions qu'ils remplissent ne sont interrompues dans aucun climat et dans aucune saison. En hiver, au printemps, sous le soleil brûlant du tropique, au milieu des frimats du nord, elles s'accomplissent avec une régularité invariable. Le sommeil périodique auquel la plupart des animaux se livrent pendant la nuit, celui même auquel certaines espèces sont sujettes dès que le froid se fait sentir, ne les suspend pas. Elles sont liées avec l'animalisation, et restreintes aux seuls êtres qui jouissent de la spontanéité. Elles naissent et s'éteignent avec la vie.

On peut considérer les végétaux comme des

systemes vivans , en ce sens qu'ils possèdent les moyens de communiquer une organisation à la matière ordinaire , soit par l'assimilation soit par la reproduction. Mais il ne faut pas nous tromper nous-mêmes en donnant au mot *vie* une signification trop étendue , ni imaginer dans les plantes quelque principe semblable à celui qui nous anime. Les fonctions végétales ne s'accomplissent à la rigueur qu'au moyen d'agens physiques ; et dans l'économie animale ces agens sont subordonnés à une intelligence supérieure. Pour le dire sans détour , quelques naturalistes voudraient nous faire admettre l'existence de quelque chose d'immatériel qui vivifie les végétaux. Cette idée est poétique ; l'imagination peut aisément donner des dryades aux arbres et des sylphes aux fleurs ; mais les dryades , les sylphes sont repoussés par la physiologie végétale ; et l'irritabilité , l'animalisation ne sont pas moins chimériques.

Aussitôt que l'action des divers agens physiques cesse et que la sève se ralentit , les substances qu'elle tenait dissoutes au moyen de la chaleur se déposent sur les parois des tubes dont le diamètre est considérablement diminué. Elles forment une provision de matières nutritives qui servent à alimenter les plantes aux premiers

jours du printemps , à faciliter l'ouverture et l'expansion des bourgeons quand le mouvement est encore faible faute de feuilles.

Ce beau principe d'économie végétale posé par Darwin , a été confirmé par les nombreuses expériences de M. Knight. Ce savant a fait diverses incisions dans l'aubier du sycomore , du bouleau , et a reconnu que la sève est d'autant plus douce et plus mucilagineuse que l'entaille d'où elle provient est plus élevée. Cet effet ne peut être attribué à aucune autre cause qu'au sucre et au mucilage dissous et tenus en réserve pour la mauvaise saison.

Il examina l'aubier de plusieurs billiets de chêne abattus dans la même forêt , aux époques les plus opposées , et acquit la conviction que ceux qui avaient été coupés pendant l'hiver contenaient la matière la plus soluble et la plus dense.

Cette circonstance n'est pas particulière aux arbres , elle se présente aussi dans les arbrisseaux et les gramens. Les nœuds des tiges herbacées vivaces contiennent alors plus de matières saccharines et mucilagineuses qu'en aucune autre partie de l'année , et c'est pour cette raison que le fiorin ou *agrostis alba* forme un excellent fourrage d'hiver.

C'est au cœur de cette saison que les racines des arbrisseaux renferment le plus de substances nutritives; la bulbe, dans les plantes qui en sont pourvues, est le réceptacle qui les reçoit.

La production des fleurs et des semences dans les plantes annuelles, semble en dépouiller totalement la sève; et il n'existe aucun système capable de les retenir.

Les herbes vivaces broutées, sur la fin de l'automne, jusqu'à la racine, ont une végétation constamment faible au printemps. Cet effet, fréquemment observé par les agriculteurs, provient de ce que la tige est détruite et ne peut recevoir la sève concrétée qui eût servi à la première nutrition.

On préfère, pour les constructions maritimes, le chêne dénudé au printemps, et coupé dans l'automne ou l'hiver qui suivent. La sève épaissie, s'épuise par la pousse des feuilles; elle ne peut se renouveler, parce que la circulation est détruite; et le bois, dont les pores sont dégagés de matière saccharine, est moins susceptible de se décomposer par l'action de l'humidité et de l'air.

Il se produit chaque année, dans les arbres, du nouvel aubier, et par conséquent un nouveau système de vaisseaux qui se remplissent

des substances nutritives destinées à l'année suivante; en conséquence, les bourgeons, ainsi que la plumule de la semence, sont pourvus d'un réservoir de matière essentielle à leur premier développement.

L'ancien aubier se convertit peu à peu en bois de cœur. Pressé d'une manière continue par la force expansive des nouvelles fibres, il devient plus dur, plus dense, et enfin perd tout-à-fait sa structure vasculaire. Il obéit, après un certain temps, aux lois qui régissent la matière morte, il dépérit, se décompose, se résoud dans ses principes constituans, en fluides aériformes et en charbon.

La décomposition du bois de cœur semble constituer la limite de l'âge et de la grandeur des arbres. Elle arrive plutôt dans les branches de ceux qui ont vieilli, que dans les branches d'égale durée de ceux qui sont encore jeunes; la même chose a lieu pour les greffes. Le sujet sur lequel on les transporte ne fait que les alimenter au moyen de la sève. Leurs propriétés ne changent pas; les feuilles, les fleurs et les fruits ne diffèrent pas de ceux qu'elles donnaient d'abord. Le seul avantage de cette méthode, est de fournir au rameau une nourriture plus saine, plus abondante, de le rendre

momentanément plus vigoureux , de lui faire produire des fleurs plus belles et des fruits plus succulens. Mais il ne participe pas seulement aux propriétés de l'arbre d'où il provient , il contracte toutes ses infirmités et ses dispositions à languir ou à s'éteindre.

Ce fait paraît établi par les observations et les expériences de Knight. Dans un grand nombre de cas, ce savant a greffé de jeunes rejetons et des pousses vigoureuses, provenant de vieux arbres à bon fruit , sur des sauvages peu avancés. Ils végétèrent très-bien pendant deux à trois ans , mais cessèrent ensuite de prospérer , et montrèrent les mêmes signes de vicillesse et de décadence que les arbres d'où ils avaient été extraits.

C'est par cette raison que tant de variétés de pommes , renommées autrefois pour leur goût et l'excellent cidre qu'elles donnaient , se sont peu à peu détériorées , et menacent de disparaître tout-à-fait. Le *golden pippin* , la calvine rouge et le *moil* , si parfaits dans le commencement du dernier siècle , ont atteint le terme extrême de leur détérioration. On a beau chercher à les maintenir par des greffes choisies , on ne fait que multiplier des variétés malades et épuisées.

Les arbres qui vivent le plus long-temps sont ceux dont le bois de cœur est le plus dur et le moins poreux.

En général, la quantité de charbon qu'on retire du bois, indique d'une manière passablement exacte la durée dont ils sont susceptibles. Ceux qui en contiennent davantage et renferment en même temps beaucoup de matière terreuse, sont les plus durables; et ceux qui se composent d'une très-grande proportion de substances gazeuses, les plus destructibles.

Parmi les arbres qui croissent dans nos contrées, le marronnier et le chêne, sous ce rapport, sont supérieurs à tous les autres. Le premier donne beaucoup plus de matière charbonneuse que le deuxième.

Dans les vieux édifices gothiques, ils ont été souvent confondus l'un avec l'autre; il est cependant facile de les distinguer. Les pores de l'aubier du chêne, sont larges et serrés; tandis qu'on ne distingue ceux du marronnier qu'au moyen d'une loupe.

Le bois de cœur de ces deux arbres se décompose très-lentement; aussi, quand ils végètent dans des circonstances favorables, parviennent-ils à un âge qui se prolonge au-delà de mille ans.

Le hêtre, le frêne et le sycomore, suivant toute apparence, n'atteignent pas la moitié de cette période. La durée du pommier ne dépasse pas deux cents ans : suivant Knight, le poirier vit plus du double. On suppose que la plupart de nos meilleurs pommiers ont été introduits en Angleterre par un jardinier de Henri VIII : ils sont maintenant dans la vieillesse.

Le chêne et le marronnier se détériorent plus promptement, et donnent un bois moins ferme dans un lieu humide, que dans un sol sec et sablonneux. Les vaisseaux séveux sont plus dilatés, quoiqu'ils transmettent moins de matières nutritives, et la texture générale des couches ligneuses est nécessairement plus lâche. Ces sortes de bois se fendent aisément, et sont sensibles aux moindres variations atmosphériques.

En général, les arbres de même espèce vivent plus long-temps dans les contrées du nord, que dans celles du midi. Cette différence paraît due à ce que le froid s'oppose au développement de la fermentation, de la décomposition, et qu'à une basse température les substances animales et végétales résistent mieux à la putréfaction. Dans les contrées septentrionales, toutes les

fonctions des végétaux, la décomposition même, sont suspendues pendant l'hiver.

On en a eu dernièrement une preuve sensible. On a trouvé en Sibérie des rhinocéros et des mammouths parfaitement conservés, quoiqu'ils fussent là probablement depuis le déluge. J'ai examiné un fragment de la peau d'un de ces derniers animaux; elle était encore revêtue de quelques poils grossiers, et avait tous les caractères de celle qui est récemment desséchée.

Les arbres qui croissent exposés aux vents, produisent un bois plus dur et plus ferme que ceux qui végètent à l'ombre. La sève devenue plus dense se porte, en vertu de l'agitation que lui impriment les rameaux, vers le tronc et les branches considérables dont le nouvel aubier devient plus épais et plus ferme. C'est dans les arbres ainsi exposés qu'on trouve ces pièces courbées, si précieuses pour les usages de la marine. Les vents qui les travaillent dans les situations élevées leur donnent peu à peu la forme la plus avantageuse pour opposer une longue résistance. Le chêne de montagne se développe robuste et vigoureux, se cramponne fortement dans la terre, et brave les tempêtes.

La dégénération des meilleures variétés d'ar-

bres à fruit, multipliées par la greffe, est d'autant plus fâcheuse, qu'il n'y a aucun remède pour la prévenir, et que le seul moyen de la réparer, est de semer des graines.

Quand une espèce a été améliorée par la culture, ses semences, toutes choses égales d'ailleurs, donnent des plantes plus vigoureuses et plus parfaites. C'est à cette circonstance que paraît due la supériorité dont jouissent aujourd'hui les produits de nos champs et de nos jardins.

Dans son état indigène, comme production naturelle du sol, le blé semble n'avoir été qu'un gramen extrêmement faible; la prune et la pomme étaient encore plus débiles. Les diverses espèces cultivées de celle-ci proviennent, suivant toute apparence, de celle des bois. A peine cependant pourrait-on citer deux fruits qui diffèrent plus par l'apparence, la couleur et le volume, que la prune sauvage et le *magnum bonum*.

Les semences des plantes perfectionnées par la culture, donnent constamment des espèces plus grosses, plus parfaites, mais dont le parfum et même la couleur varient par une foule de circonstances. Cent graines, par exemple, de pommes de pépin (*golden pipin*),

produisent toutes des sujets à feuilles larges, fines. Les fruits en sont considérables, mais différent tous des pommes primitives, et n'offrent même entre eux qu'une faible ressemblance : les uns sont doux, acides ou amers; les autres insipides ou aromatiques. Ceux-là sont jaunes ou verts; ceux-ci rouges ou bigarrés. Il n'y en a néanmoins aucun, qui ne soit supérieur à ceux que donnent les semences de la pomme sauvage. Celle-ci ne développe que des arbres de même espèce, lesquels se chargent de fruits également acides et petits.

Le jardinier multiplie les bonnes espèces, au moyen de la greffe; mais il ne peut les rendre permanentes. Les fruits que nous récoltons aujourd'hui, sont dus à quelques pousses choisies parmi une multitude d'autres; ils sont les résultats du travail, de l'industrie et d'expériences nombreuses.

Les sauvageons promettent des variétés de fruits, d'autant meilleures, qu'ils ont des feuilles plus larges, plus épaisses, et des bourgeons plus épanouis. Ceux dont le feuillage est court doivent être rejetés; ils tiennent de trop près au sujet primitif, tandis que les qualités opposées annoncent déjà l'influence de la culture.

Les semences qui proviennent des variétés

de plantes les mieux cultivées, paraissent être en général celles qui donnent les produits les plus vigoureux. De temps à autre, cependant, il est nécessaire de les changer, ou, comme on dit, de croiser les races.

En secouant le pollen, renfermé dans l'étamine d'une fleur, sur le pistil d'une autre de la même espèce, on obtient aisément une nouvelle variété. Les expériences de M. Knight donnent l'espérance que cette méthode de propagation est susceptible des résultats les plus avantageux.

Les pois qu'elle a fournis à son inventeur sont célèbres parmi les jardiniers, et seront bientôt cultivés en grand.

J'ai vu plusieurs de ses pommes croisées qui promettent de rivaliser un jour avec les meilleures espèces que la vieillesse a détériorées dans les contrées à cidre.

Les expériences faites par ce savant pour croiser les blés, et qui consistent simplement à en semer plusieurs espèces ensemble, conduisent à un résultat bien important; il nous apprend que, « dans les années 1795 et 1796, ils furent tous gâtés, hors ceux qui avaient été obtenus par cette méthode, quoiqu'ils eussent végété dans des sols et des expositions fort di-

verses. » (Transactions philosophiques pour 1799.)

Les procédés du jardinage, qui tendent à accroître le nombre des branches fruitières, ou à perfectionner les fruits sur certaines branches, sont tous fondés sur les principes que nous exposons dans cette leçon.

Dans les espaliers, la force de la gravitation est plus spécialement dirigée vers les parties latérales des branches, et la sève afflue davantage sur les bourgeons à fruit. Aussi les arbres sont-ils plus productifs dans la situation horizontale que dans la verticale.

On recommande souvent comme un moyen de rendre les branches plus fécondes, de les lier avec des fils métalliques ou des liens du règne végétal. La ligature empêche la sève de pénétrer dans l'écorce; elle la retient, et l'oblige d'alimenter les parties développées.

Dans l'opération de la greffe, les vaisseaux de l'écorce du sujet et ceux du rameau ne sont jamais en contact aussi immédiat que ceux de l'aubier, qui sont plus nombreux, et distribués d'une manière uniforme. Cette circonstance gêne probablement la circulation de la sève descendante, et augmente la disposition de ce liquide à développer les bourgeons à fruits.

La taille diminue la consommation des substances nutritives , et favorise la végétation des branches conservées : car la sève ne circule pas moins dans une direction horizontale que verticale. Les mêmes considérations expliquent l'augmentation de volume que prennent les fruits dont on affaiblit le nombre.

Au moyen de bonnes méthodes de culture, les plantes sont susceptibles de s'améliorer et de vivre plus long-temps ; mais aussi, quand elles se trouvent dans des circonstances défavorables, elles souffrent, vieillissent promptement, et ne tardent pas à périr.

Les plantes des climats chauds, transportées dans les pays froids, celles des pays froids transportées dans les climats chauds, deviennent constamment languissantes quand elles résistent à cette épreuve.

On sait qu'il n'y a qu'un petit nombre des plantes du tropique qui puissent se cultiver dans nos contrées, à moins qu'on ne les tienne dans des serres chaudes. La vigne souffre même au milieu de nos étés (en Angleterre), et son fruit contient presque toujours un excès d'acide. Quand le pin gigantesque du nord est transporté dans les régions équatoriales, il dégénère et se rabougrit. On peut

citer un grand nombre de faits du même genre.

On a beaucoup écrit, et les naturalistes ont fait des remarques très-ingénieuses sur ce qu'on nomme les habitudes des plantes. Un arbre transplanté meurt ou languit s'il n'a pas la même position par rapport au soleil. Les semences, apportées des climats chauds dans nos contrées, y germent beaucoup plus vite que celles de même espèce qu'on tire des pays froids. Le pommier de Sibérie, où un été de trois mois succède immédiatement aux plus rigoureux hivers, fleurit la première année de sa transplantation en Angleterre, dès que la belle saison approche, et souvent il est détruit par les dernières gelées du printemps.

Il n'est pas difficile de rendre raison de ce phénomène : le germe, renfermé dans les semences ou les bourgeons, doit différer suivant que la chaleur est plus ou moins forte, ou que les alternatives de chaud ou de froid l'affectent davantage pendant qu'il se forme. Ces circonstances ne peuvent qu'influer sur la nature de son expansion. Dans les climats variables, il est souvent interrompu dans son développement, et se compose de différentes couches successives. Lorsque la température est uni-

forme , il est lui-même uniforme , et l'action des causes nouvelles et soudaines est vivement sentie.

Les arbres changent peu à peu de dispositions en diverses circonstances , et supportent les différences de climats. Le mirthe , indigène dans le midi de l'Europe , périt toutes les fois qu'on l'expose encore tendre aux rigueurs de nos hivers ; mais si , pendant quelques années , il passe la mauvaise saison dans les serres , et qu'on le soumette par degrés aux basses températures , il devient bientôt capable de résister aux froids les plus vifs. Naturalisé par cette méthode dans l'Angleterre méridionale , il fleurit , porte des semences comme un arbre ordinaire , et les couches dont il se compose sont beaucoup plus dures que s'il eût été élevé dans une serre.

L'*arbutus* , propagé sans doute par la même méthode , fait aujourd'hui le principal ornement des lacs de l'Irlande méridionale. Il prospère jusque sur les cimes des montagnes , et pourrait aisément se multiplier.

L'influence de la sécheresse et de l'humidité repose sur les mêmes principes que celle de la chaleur et du froid. Les rejetons d'un arbre venu dans un sol humide , périssent si on les

transporte dans un terrain sec, quoique celui-ci soit d'ailleurs très-propre à cette espèce. Nous l'avons déjà dit, les futayes qui ont crû au centre des forêts sont promptement détruites, si on abat les pièces qui les protègent.

Toutes les fois que les arbres sont exposés à l'action du soleil, de la pluie et des vents, ils s'élèvent peu, et n'offrent jamais de tiges droites et gracieuses; mais ils deviennent robustes et propres aux constructions maritimes. Ceux qui croissent, au contraire, dans des circonstances opposées, à l'abri de la chaleur et des orages, filent à des hauteurs prodigieuses; mais ils ne produisent que des branches menues et faibles, des feuilles pâles, malades, et ne donnent jamais de fruits. D'après les recherches de Bonnet, cette différence n'est due qu'à l'absence de la lumière. Cet ingénieux physiologiste sema trois graines de pois dans la même variété de sol; il en abandonna une à l'air libre, enferma l'autre dans un tube de verre, et la dernière dans un tuyau de bois. La seconde se développa, et crût comme si elle eût été en plein champ; mais la troisième, qui était privée du contact de la lumière, blanchit, s'effila, et devint beaucoup plus haute qu'elle ne l'est communément.

Les plantes qui végètent dans un sol dépourvu d'engrais ou de matière organisée morte, sont en général très-petites; leurs feuilles sont brunes ou vert-foncées, et leur fibre ligneuse abonde en terre. Celles qui croissent dans un terrain tourbeux, ou dans un fonds qui renferme un excès de matières animale et végétale, se développent rapidement, se couvrent d'un beau feuillage, contiennent beaucoup de sève, et sont presque toujours printanières.

Quand le blé végète avec trop de force, on fauche assez communément les premières pousses; c'est un moyen de corriger l'exubérance de la terre, et d'empêcher que les céréales ne se couchent avant que le grain atteigne sa maturité. Un fonds trop riche ou trop pauvre est également funeste aux espérances de l'agriculteur. Le plus productif est celui qui résulte d'un mélange convenable de matières terreuses, d'engrais légèrement humides, et qui ne contient pas plus d'un quart de son poids de substances végétales ou animales.

La carie, ou érosion de l'écorce du bois, est souvent due à la maigreur du sol; elle n'attaque que les arbres qui vieillissent, et paraît dépendre d'un excès de matières alcalines et terreuses contenues dans la sève descendante.

J'ai vu souvent du carbonate de chaux sur les bords de la plaie cancéreuse qui consume les pommiers, et de l'ulmine qui contient de l'alcali fixe abonde dans celle qui s'attache aux ormes. Leur vieillesse offre, sous ce point de vue, quelque analogie avec celle des animaux. Les sécrétions de la matière osseuse solide sont toujours en excès dans ceux-ci, et ils manifestent la plus grande tendance à la solidification.

Les moyens qu'on emploie ordinairement contre cette maladie consistent à couper l'extrémité de l'écorce, à en mettre de fraîche sur la plaie, ou à la recouvrir d'une couche de terre ; mais ces moyens, quelque vantés qu'ils soient, sont peu efficaces. Peut-être serait-il plus avantageux de faire usage d'un acide faible ; quand l'arbre est précieux, on peut le laver avec de l'eau acidulée. La nature de l'affection morbifique indique ce remède ; mais il est possible que des circonstances imprévues s'opposent au succès de l'expérience.

Outre les maladies qui prennent leur source dans la constitution de la plante, et l'influence des causes extérieures, il y en a d'autres, peut-être plus funestes, qui sont engendrées par l'action et la puissance des êtres vivans. Ce sont

celles auxquelles il est moins facile de porter remède, et qui sont les plus préjudiciables aux agriculteurs.

Les plantes parasites de toute espèce, qui s'attachent aux arbres et aux arbrisseaux, qui se nourrissent de leur sève, les énervent et les détruisent, abondent dans toutes les contrées; elles sont les ennemis les plus redoutables des grandes espèces végétales.

La rouille, si souvent funeste aux blés, et qui le fut surtout en 1804, est une espèce de fungus si petit, qu'on ne le discerne bien qu'à la loupe, et qui se propage rapidement par sa graine.

Ce fait, reconnu par divers botanistes, a été constaté par les belles recherches du président de la société royale.

L'espèce de fungus dont il s'agit passe d'une tige à l'autre, s'attache aux cellules qui communiquent avec les tubes communs, s'approprie et consomme la nourriture destinée au grain.

On n'a pas encore trouvé le moyen de remédier à cette maladie; mais comme le fungus se multiplie par la diffusion de ses semences, on doit apporter le plus grand soin à éloigner les tiges attaquées, des engrais employés dans

les terres à blé. Si quelques plantes se montrent au printemps, il faut les arracher et les détruire (1).

L'idée généralement répandue parmi les fermiers, que le voisinage de l'épine-vinette infecte les blés, mérite d'être examinée. S'il était prouvé que l'espèce de fungus qu'on trouve fréquemment sur cet arbrisseau, peut se convertir en fungus à blé, l'explication s'offrirait d'elle-même.

Les recherches de sir Joseph Banks tendent à établir que le charbon est dû à une plante parasite du même genre qui s'attache aux grains. Les produits qu'elle donne à l'analyse sont les mêmes que ceux qu'on obtient de la vesse de loup. Il est difficile de concevoir que

(1) On garantit les blés d'une manière beaucoup plus sûre en introduisant dans les fumiers une certaine quantité de chaux caustique. Ce moyen est usité dans quelques villages aux alentours de Liège. A mesure qu'on saupoudre le tas, un ouvrier recueille les eaux d'égoût, et l'humecte. Il se fait une espèce de lessive, et l'alcali détruit non-seulement le virus déjà formé, mais encore les larves des insectes et les semences des plantes adventices qui eussent végété aux dépens du bon grain.

le grain subisse un changement si complet sans l'intervention de quelque substance organisée.

Le gui et le lierre, les mousses et les lichens détériorent plus ou moins les arbres auxquels ils s'attachent. Ils vivent aux dépens de la sève qui circule dans les organes latéraux, et privent les branches d'une partie de leur nourriture.

Les insectes ne sont pas moins dommageables que les plantes parasites.

Si on voulait faire l'énumération de tous les ennemis du règne végétal, il faudrait dresser un catalogue de la plus grande partie des classes dont se compose la zoologie. Chaque espèce de plantes est, pour ainsi dire, le siège de quelque famille d'insectes; et depuis la sauterelle, la chenille et le limaçon jusqu'aux aphids, une variété inconcevable de ces animalcules désolent les végétaux et vivent à leurs dépens.

J'ai fait mention, plus haut, des mouches qui attaquent les feuilles séminales des turneps.

Celle de Hesse, encore plus funeste aux blés, a quelquefois menacé les États-Unis de la famine; et le gouvernement français, au

moment où j'écris (1), prend des mesures pour détruire les larves des sauterelles.

En général, les saisons humides favorisent la multiplication des fungus, de la rouille, des petites plantes parasites; et les saisons sèches, celle des insectes. Au milieu de ses mutations, la nature s'occupe sans relâche à produire et à multiplier la vie. Les agents qui contrarient nos espérances et détruisent nos ressources, loin d'être inutiles à l'économie générale du système, exaltent nos facultés. L'inclemence des saisons éveille l'industrie de l'homme et aiguillonne son activité; les obstacles qu'il rencontre excitent, développent ses talens, il regarde dans l'avenir, il voit que le règne végétal, au lieu d'être un héritage assuré et inaltérable qui fournisse spontanément à ses besoins, est une possession douteuse et incertaine qui ne se conserve que par le travail et ne s'étend que par la sagacité.

(1) Juin 1813.

NOTES.

A. Il faut ajouter, aux corps simples que l'auteur vient de décrire, le sélénium, le thorinum, le lithium et le cadmium, métaux découverts depuis que son ouvrage est publié.

La thorine ou oxide de thorium, a été découverte en 1817 par M. Berzelius, dans une gadolinite. Pour l'obtenir, on traite la substance minérale réduite en poudre par l'acide hydro-cloro-nitrique bouillant ; on filtre la dissolution qui en résulte, on la sature par l'ammoniaque caustique, et on y verse du succinate acidulé de cette même base ; l'acide s'unit au fer et le précipite : on filtre de nouveau, et on ajoute à la liqueur du sulfate de potasse qui en sépare l'oxide de Cerium à l'état de sel double. L'itria et la thorine sont elles-mêmes précipitées par un excès d'ammoniaque, puis recueillies sur un filtre, lavées et redissoutes dans l'acide hydro-chlorique ou nitrique. On évapore jusqu'à siccité les hydro-clorates ou nitrates qui en résultent, on fait bouillir le résidu avec de l'eau qui s'empare du sel d'itria et décompose la majeure partie de celui de thorine, de manière que cette base se trouve presque entièrement mise en liberté. Rassemblée sur un

filtre, elle forme une masse gélatineuse et demi-transparente : lorsqu'on veut l'avoir pure, on la lave, on la sèche et on la calcine.

Elle est blanche, infusible, absorbe l'acide carbonique de l'air à la température ordinaire, et le laisse dégager à une chaleur rouge; elle se dissout dans les acides, même après avoir subi une forte calcination. Cette propriété la distingue de la zircone, avec laquelle elle a beaucoup d'analogie. Un autre caractère qui empêche d'ailleurs de les confondre, c'est que les dissolutions de sels de la première base sont troublées par l'oxalate d'ammoniaque, tandis que ceux de la deuxième ne le sont pas.

Le même chimiste, M. Berzelius, a découvert une substance nouvelle en examinant la poudre rouge qui se forme dans la fabrique d'acide sulfurique de Fahlun, à laquelle il a donné le nom de sélénium (de selené, lune), à cause du rapport de cette substance avec le tellure (terre). Voici comment il la décrit dans une lettre adressée à M. Berthollet et insérée dans les *Annales de Chimie et de Physique*, tome VII.

« Sa couleur vue en masse est grise, avec un éclat métallique très-fort; sa cassure vitreuse comme celle du soufre, ou comme celle des fahlerz, dont elle possède la couleur, mais elle a plus d'éclat; sa pesanteur spécifique est 4,6 environ; elle est dure, mais très-friable, à peu près comme le soufre. Par la trituration, elle donne une poudre rouge qui par-ci par-là prend un poli métallique, comme celle des autres métaux cassans. A la température de l'eau bouillante elle se ramollit, et à une température un peu plus élevée elle entre en fusion. Pendant son refroidissement, elle conserve

une espèce de fluidité, comme le soufre ou la cire d'Espagne, de manière qu'on peut la pétrir entre les doigts, et, dans cet état, elle se laisse étendre en forme de fils menus, doués d'un vif éclat métallique; mais qui, entre l'œil de l'observateur et la lumière, sont entièrement transparens, laissant entrevoir une couleur rouge très-foncée. A une température un peu plus élevée, ce corps bout et distille en gouttes métalliques et opaques. Pendant la sublimation, le globe de la cornue est rempli d'un gaz jaune, dont la couleur est cependant moins forte que celle du soufre gazeiforme. Si on le distille dans une cornue à col large, il se sublime en forme de fleurs d'une belle couleur de cinabre, lesquelles fleurs cependant ne sont point oxidées, et dont on obtient la même masse métallique et grisâtre par la simple fusion. Si on le sublime dans l'air sans qu'il puisse prendre feu, il s'évapore en forme d'une fumée rouge, qui n'a aucune odeur particulière. Si, au contraire, on y dirige la flamme d'une chandelle, ou si on y souffle avec un chalumeau, il colore la flamme d'une belle couleur bleu d'azur, en répandant une odeur de raifort si forte, qu'un 50^e de grain évaporé de cette manière suffirait pour empester l'air dans un grand appartement. Klaproth a dit que le tellure répand cette même odeur. Cependant, ni le tellure purifié, ni son oxide, ni ses combinaisons avec les métaux, ne produisent cette odeur. Ce n'est que lorsque j'ai enfermé un morceau de tellure dans une petite boule de verre mince, et soufflant dessus avec le chalumeau jusqu'à ce que le tellure gazeifié fit un trou dans le verre amolli, que j'ai pu produire l'odeur en question: elle était alors entièrement la même que celle de la nouvelle

substance. Je ne déciderai point si cette odeur leur appartient à tous les deux, ou si le tellure est souvent accompagné de la substance nouvelle. Cependant, pour rappeler les rapports de cette dernière avec le tellure, je l'ai nommée *sélénium*.

Le *sélénium* se combine avec les métaux, souvent en produisant une vive ignition. Le séléniure de potassium forme un bouton métallique blanc-grisâtre, qui se dissout avec rapidité et sans effervescence dans l'eau, à laquelle il communique une couleur de bière forte, et un goût absolument ressemblant à celui du sulfure de potasse. Les acides en dégagent un gaz dont l'odeur, lorsqu'il est étendu, est, à s'y méprendre, celle du gaz hydrogène sulfuré; mais qui, lorsqu'il est introduit, même en très-petite quantité, dans le nez, produit des sensations extrêmement douloureuses, suivies d'une inflammation très-forte et de symptômes catarrhals. L'hydro séléniure de potasse dissous dans l'eau se recouvre d'une pellicule d'abord rouge de cinabre, mais qui, à mesure qu'elle s'épaissit, devient grisâtre. Mêlée avec de l'acide muriatique, la liqueur se trouble et dépose une poudre rouge: ce qui prouve qu'elle tient en dissolution une partie de la substance nouvelle ajoutée en excès, tout comme cela a lieu dans les hydrosulfures sulfurés. Le sélénium se dissout dans les alcalis fixes, tant par la voie humide que par la fusion. Les séléniures des alcalis sont d'un rouge de cinabre. Ceux de baryte et de chaux sont de la même couleur; mais ils sont insolubles. Le sélénium se dissout aussi dans les huiles grasses, auxquelles il communique une couleur rouge. Les dissolutions n'ont aucune odeur hépatique comme celle du soufre.

» Le sélénium se dissout dans l'acide nitrique à l'aide de la chaleur. La solution, évaporée dans une cornue, donne un sel qui se cristallise et se sublime aisément en forme d'aiguilles cristallines, qui souvent ont la longueur d'un pouce. Le sublimé est très-soluble tant dans l'eau que dans l'alcool. Il a un goût purement acide, rougit fortement le tournesol, et donne avec les alcalis des sels particuliers : il est donc un acide à base de sélénium. Les séléniates alcalins cristallisent difficilement et attirent l'humidité de l'air. Le séléniat d'ammoniaque, exposé à la chaleur, se décompose ; il se dégage un peu d'ammoniaque, et de l'acide sélénique se sublime après ; mais la plus grande partie de l'ammoniaque est décomposée ; il se dégage de l'eau et du gaz azote, et le sélénium reste en état de fusion ; il peut être sublimé ensuite. Le séléniat de baryte est soluble dans l'eau, mais presque insoluble dans l'alcool. Il cristallise en aiguilles dont les extrémités se recouvrent d'un pinceau d'autres aiguilles plus petites. Leurs interstices se remplissent peu à peu, et, de cette manière, ce sel forme des cristaux globuliformes, dont la surface, même sous le microscope, paraît unie et lisse.

» Si, dans une solution d'un séléniat, on verse un peu d'acide muriatique, et qu'on y place ensuite un morceau de zinc, le sélénium se précipite en forme métallique ; le zinc paraît d'abord recouvert d'une pellicule de cuivre ; ensuite le sélénium se dépose en flocons rouges de cinabre. Si, au lieu d'acide muriatique, on y verse de l'acide sulfurique, le précipité se fait plus difficilement, prend une couleur grise et contient du sulfure de sélénium. Si, dans une solution d'acide sélénique, on fait passer un courant de gaz hydrogène

sulfuré, le sélénium est précipité avec une couleur orange; le précipité devient rouge par l'exsiccation; au feu, il se fond, se laisse distiller, et donne une masse orange et transparente. »

M. Arfredson a découvert en 1817 un alcali fixe dans la petalite d'Uto, substance composée sur 100 de 80 de silice, 17 d'alumine, et 3 de ce nouvel alcali auquel il a donné le nom de lithine pour rappeler son origine minérale. On le prépare par la méthode ordinaire, qui consiste à calciner la pierre en poudre avec du carbonate de baryte, et en séparer toutes les terres.

Voici quels sont les principaux caractères de ce corps.

La plupart de ses combinaisons avec les acides sont très-fusibles; le sulfate et le muriate se liquéfient longtemps avant d'être portés à une chaleur rouge. Le carbonate entre en fusion lorsqu'il commence à devenir rouge; et, dans cet état, il attaque le platine presque aussi fortement qu'un nitrate d'un autre alcali. Le sulfate se cristallise assez aisément, et les cristaux ne contiennent point d'eau de combinaison. Leur dissolution ne se précipite point par le muriate de platine ni par l'acide tartrique. Le muriate est extrêmement déliquescent, et surpasse en cette qualité peut-être même le muriate de chaux. Le nitrate cristallise en rhomboïdes; mais il attire avidement l'humidité. Le carbonate est difficilement soluble dans l'eau; par l'évaporation, on l'obtient cristallisé en prismes, mais ordinairement très-petits. Cet alcali a une plus grande capacité de saturer les acides que les autres alcalis fixes, et surpasse même la magnésie.

M. Vest avait annoncé la découverte d'un nouveau métal ; mais on a reconnu que ce qu'il prenait pour une substance simple était un mélange de fer , de nickel et de soufre.

MM. Hausmann et Stromeyer , en examinant de l'oxide de zinc employé dans quelques pharmacies du Hanovre , ont découvert un nouveau métal qui est plus oxidable que le zinc, dont les propriétés métalliques ont beaucoup d'analogie avec celles de l'étain. On n'a, jusqu'à présent , que peu de données sur cette substance.

Le Cadmium ressemble beaucoup à l'étain , mais il est un peu plus dur. Il cristallise facilement en octaèdre , et pèse 8,6. Fusible avant la chaleur rouge , il se volatilise à une température voisine de celle du mercure bouillant.

Soumis à l'action de l'air ou de l'acide nitrique , il donne naissance à un oxide jaune formé de 69, 6 de métal et 10 d'oxygène. Irréductible lorsqu'il est seul , il se décompose facilement par le charbon , et donne avec le borax un globule vitreux ; il se dissout dans l'eau forte , l'ammoniaque , mais il résiste aux autres alcalis.

L'oxide de cadmium forme des sels qui sont en général solubles et cristallisables.

Le métal se combine très-bien avec le soufre , l'iode , le chlore et les métaux.

Il faut ajouter aux corps simples non métalliques une substance découverte en 1813 par M. Courtois , et à laquelle M. Gay-Lussac a donné le nom d'iode.

Elle est soluble à la température ordinaire , lamelleuse , bleuâtre , et pèse 4,946 à 16°, 5. Elle entre en fusion à 107 , et en ébullition à 175°. Sa vapeur , dont la densité est de 8,695 , est d'un beau violet.

L'oxygène gazeux est sans action sur l'iode ; mais à l'état de gaz naissant , il se combine avec ce corps , et donne naissance à l'acide *iodique*.

Il a beaucoup d'affinité pour l'hydrogène ; il l'enlève à un grand nombre de corps , et forme avec ce fluide élastique l'acide *hydriodique*.

Il s'unit au soufre , au phosphore , au chlore , à l'azote , et produit avec ces principes des combinaisons plus ou moins remarquables.

On l'extrait en traitant les eaux-mères de la soude de Vareck par l'acide sulfurique , et en chauffant doucement le mélange dans une cornue de verre munie d'un récipient. L'iode devenue libre se vaporise et se condense en lames cristallines qui ont l'aspect du carbure de fer. On les lave , on les mêle avec l'eau contenant un peu de potasse , et on distille de nouveau.

B. Depuis la publication de cet ouvrage , divers acides ont été découverts. Nous allons en peu de mots décrire les plus importants.

L'acide iodique : il a une saveur très-aigre et astringente , il détruit la teinture de tournesol , est inodore et plus dense que l'acide sulfurique.

Soumis à une chaleur inférieure à celle qui fait bouillir l'huile d'olive , il se fond , se décompose et se transforme en iode et en oxygène. Il agit avec énergie sur les combustibles. Chauffé avec le charbon , le soufre , le sucre , les résines , quelques métaux divisés , il donne lieu à une détonation subite. Dissous dans l'eau , il attaque tous les métaux même l'or et le platine.

Il est formé en poids de 100 d'Iode et de 31, 927 d'oxygène.

L'acide chlorique : Il n'existe ni libre ni combiné dans la nature. Il se forme toutes les fois qu'on met le chlore en contact avec une dissolution de potasse, de soude, de baryte, de strontiane, ou de chaux. L'eau est décomposée, son oxygène s'unit au chlore; de-là un chlorate qu'on décompose par l'acide sulfurique; celui-ci s'unit à la base, forme un sulfate et met l'acide chlorique en liberté.

Il est liquide, blanc, sans saveur et sans action sur la dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique, ne trouble point la dissolution d'argent et ne précipite aucune de celles qui sont métalliques. Soumis à une chaleur un peu forte, il se décompose et se résout en chlore et en oxygène.

Il est composé, en poids, de 100 de chlore et de 111,6 d'oxygène.

Acide sélénique : il peut être obtenu soit directement, soit au moyen de l'acide nitrique.

Il est blanc, infusible, volatile, et cristallise dans l'eau en aiguilles striées. Il est composé de 49,6 de sélénium et de 10 d'oxygène.

Il a, comme les acides phosphorique et borique, une grande tendance à former des sels avec excès d'alcali.

Acide hypo-phosphoreux : cet acide, récemment découvert par M. Dulong, se forme toutes les fois qu'on délaye un phosphure alcalin dans l'eau.

Il est liquide, très-sapide, incristallisable, et rougit fortement le tournesol; sa pesanteur spécifique est inconnue. Soumis à l'action du feu dans une cornue de verre, il ne tarde point à se décomposer : du gaz hy-

drogène phosphoré, du phosphore et de l'acide phosphorique sont les produits de cette décomposition.

L'eau le dissout en toutes proportions; il agit sur divers corps brûlés comme un désoxidant très-énergique.

Cependant il est susceptible de s'unir à un grand nombre de bases salifiables, et de former des sels qui possèdent des propriétés particulières. Ces sels sont remarquables par leur extrême solubilité; il n'y en a aucun d'insoluble; ceux de baryte et de strontiane ne cristallisent même que très-difficilement; ceux de potasse, de soude, d'ammoniaque sont solubles en toutes proportions dans l'alcool très-rectifié; celui de potasse est beaucoup plus déliquescent que l'hydro-chlorate de chaux; ils absorbent lentement l'oxygène de l'air, et deviennent acides; ils se décomposent par l'action de la chaleur en donnant les mêmes produits que l'acide hypophosphoreux.

L'acide hypo-phosphoreux est formé de 100 de phosphore et de 37,44 d'oxygène: M. Dulong est parvenu à ce résultat en transformant une quantité indéterminée de cet acide en acide phosphorique, et déterminant, 1° la quantité de chlore employé; 2° la quantité d'acide phosphorique produit; 3° la proportion des principes constituans de celui-ci. (360) *Mém. d'Arcueil*, t. III, p. 415.

Acide hidriodique: gazeux, il est encore très-sapide, éteint les corps en combustion, répand dans l'air des vapeurs blanches, et pèse spécifiquement 4,4288.

Une chaleur rouge, le chlore, le potassium, le sodium, le zinc, le fer, etc., le décomposent; les métaux s'emparent de l'iode et dégagent l'hydrogène.

Il est composé de 100 d'iode et 0,833 d'hydrogène. On le prépare en traitant le phosphore d'iode humecté, par une chaleur légère.

Acide hypo-sulfurique : MM. Welter et Gay-Lussac ont découvert un acide tenant le milieu entre l'acide sulfurique et l'acide sulfureux.

On obtient l'acide hypo-sulfurique en faisant passer un courant de gaz acide sulfureux dans l'eau tenant de l'oxide de manganèse en suspension. Il en résulte un sulfate et un hypo-sulfate de manganèse. Par la barite tout l'acide sulfurique est précipité, et il reste dans la liqueur de l'hypo-sulfate de barite. Par la cristallisation il est rendu parfaitement pur. En le traitant ensuite par l'acide sulfurique, jusqu'à précipitation complète de la barite, on a l'acide hypo-sulfurique libre.

Cet acide est inodore. Il se concentre en perdant son eau. A 1,47 il commence à se décomposer en donnant de l'acide sulfureux et de l'acide sulfurique. A la température ordinaire, il n'est altéré ni par le chlore, ni par l'acide nitrique concentré. Il forme des sels neutres et solubles avec la barite, la chaux, l'oxide de plomb, et probablement avec toutes les bases.

Il est formé de 40 de soufre et de 50 d'oxygène. Il ne sature que la quantité de base que peut neutraliser l'acide sulfurique qu'il contient; de sorte qu'un hypo-sulfate neutre conserve sa neutralité, lorsque par la chaleur il perd son acide sulfureux.

Acide méconique. Il ne se trouve que dans l'opium. Fusible de 120 à 125°, il est très-soluble dans l'eau et l'alcool. Il forme, avec la potasse, la soude, l'ammoniaque, la chaux, la morphine et la baryte, des sels

plus ou moins solubles. Avec les dissolutions de fer per-oxide, il donne une couleur rouge des plus intenses, mais ne produit aucune précipitation; il détermine au contraire, au bout d'un certain temps, un dépôt pulvérulent d'un jaune pâle, dans celles de sulfate de cuivre. Il trouble les solutions de sublimé corrosif. On le prépare en traitant une infusion d'opium par la magnésie. On filtre après un quart-d'heure d'ébullition. On lave la matière solide par l'eau froide. On la soumet successivement à l'action de l'alcool faible, de l'alcool concentré et de l'acide sulfurique. On filtre, on lave de nouveau, et on évapore toutes les liqueurs réunies. Dès qu'elles sont suffisamment concentrées, l'acide méconique se sépare sous forme de houppes rayonnées d'un jaune rougeâtre.

Acide sorbique. Il se trouve non-seulement dans les fruits du sorbier, d'où il tire son nom, mais encore dans les pommes, les prunes, les prunelles, les baies de l'épine-vinette et le verjus.

M. Braconot indique, pour obtenir cet acide, le procédé suivant :

« Prenez, dit-il, les fruits du sorbier des oiseleurs
» *sorbus aucuparia*, LIN.) un peu avant leur parfaite
» maturité, broyez-les dans un mortier de marbre,
» et, à l'aide d'une forte pression, exprimez-en le
» jus; faites-le bouillir dans une bassine, et projetez-y
» du carbonate de chaux jusqu'à ce qu'il ne se mani-
» feste plus d'effervescence; évaporez jusqu'en consis-
» tance de sirop, en ayant soin d'enlever l'écume à
» mesure qu'elle se forme: il ne tarde point à se pré-
» cipiter un sel grenu, assez abondant, de sorbate de

» chaux , qui adhère fortement à la bassine si l'on n'a
 » la précaution d'agiter de temps en temps. Au bout
 » de quelques heures , décantez le liquide sirupeux
 » surnageant le sorbate de chaux , que vous laverez
 » avec un peu d'eau froide, après quoi vous le pres-
 » serez dans du linge usé pour bien le sécher. Ce sel
 » a une légère teinte de fauve qui indique qu'il n'est
 » pas bien pur ; faites-le bouillir pendant un quart
 » d'heure avec un poids égal au sien de sous-carbo-
 » nate de soude cristallisé étendu d'une certaine quan-
 » tité d'eau ; il en résultera un sorbate neutre de
 » soude , sali par une matière colorante rouge. Pour
 » lui enlever cette matière , faites-le chauffer pendant
 » quelques minutes avec de l'eau de chaux ou un peu
 » de lait de chaux qui s'emparera de la matière colo-
 » rante , et laissera le sorbate de soude intact ; filtrez
 » la liqueur, qui passera limpide et incolore ; faites-y
 » passer un courant de gaz acide carbonique pour en
 » séparer la chaux qu'elle contient , puis vous y ver-
 » serez du sous-acétate de plomb , qui y formera un
 » précipité très-blanc de sorbate de plomb , duquel ,
 » après l'avoir bien lavé , vous dégagerez l'acide sor-
 » bique par le moyen de l'acide sulfurique affaibli ,
 » aidé de la chaleur. »

Cet acide est plus dense que l'eau , et d'une saveur analogue à celle des acides tartarique et nitrique.

Il est formé , d'après M. Vauquelin , de

Carbone.	28, 3
Oxygène.	54, 9
Hydrogène	16, 8

Traité à chaud par l'acide nitrique, il se convertit promptement en acide oxalique. Il s'unit aux bases salifiables, et forme, avec la plupart, des sels plus ou moins solubles.

La morphine est une base salifiable, composée d'hydrogène, d'oxygène, de carbone et d'azote, récemment découverte.

Inodore, lorsqu'elle est pure, elle est sans couleur, plus pesante que l'eau, et susceptible de cristalliser en parallépipèdes. Exposée à une douce chaleur, elle se fond, imite l'aspect du soufre qui a éprouvé le même phénomène, et forme en se refroidissant une masse cristalline. Projetée sur des charbons incandescens, elle s'enflamme tout-à-coup. Distillée en vases clos, elle donne du carbonate d'ammoniaque, un charbon qui brûle sans résidu, et en général tous les produits qu'engendre la décomposition des substances animales.

Elle se combine avec tous les acides, les neutralise, et forme avec eux des sels cristallisables.

On l'obtient en traitant une infusion concentrée d'opium par la magnésie, et en soumettant le dépôt qui se forme à l'action de l'alcool, d'abord faible, puis concentré. Les liqueurs bouillies et passées au filtre laissent, en se refroidissant, déposer des cristaux de morphine.

C. M. Brande a continué ses recherches sur les quantités d'alcool contenues dans les vins. Le tableau de ses résultats, publié récemment dans le *Journal de l'Institution royale*, et traduit dans les *Annales de*

Chimie et de Physique, d'où nous l'extrayons, prouve qu'elles varient autour de la moyenne, que nous nous bornons à rapporter, d'environ $\frac{1}{10}$ pour ceux de même pays et de même année, et quelquefois de $\frac{1}{5}$, lorsqu'ils sont d'années différentes.

Noms des vins.	Proportions d'alcool sur 100 parties de vin en volume.	Noms des vins.	Proportions d'alcool sur 100 parties de vin en volume.
Lissa.	25,41	Nice	14,63
Vin de raisin sec (raisin wine).	25,12	Barsac	13,86
Marsala	25, 9	Tinto.	13,30
Madère	22,27	Champagne.	13,80
Vin de groseilles	20,55	Champagne mousseux	12,61
Xerès	19,17	Hermitage rouge	12,32
Ténériffe	19,79	Grave	13,37
Colares	19,75	Frontignan.	12,79
Lacryma-Christi	19,70	Côte-Rôtie	12,32
Constance blanc	19,75	Vin de groseilles à maque- reau	11,84
Idem, rouge	18,92	V. d'oranges fait à Londres	11,26
Lisbonne	18,94	Tokay.	9,88
Malaga (de 1666).	18,94	Vin de baies de sureau (elder wine).	9,87
Bucellas.	18,49	Cidre, le plus spiritueux.	9,87
Madère rouge.	20,35	Idem, le moins spiritueux.	5,21
Muscato du Cap	18,25	Poiré	7,26
Madère du Cap.	20,51	Hydromel.	7,32
Vin de raisin	18,11	Aile de Burton (bière).	8,88
Carcavello	18,65	Aile d'Edinburgh.	6,20
Vidonia	19,25	Aile de Dorchester.	5,56
Alba-Flora.	17,26	Moyenne	6,87
Malaga.	17,26	Bière forte, brune (brown stout)	6,80
Hermitage blanc.	17,43	Porter de Londres.	4,20
Roussillon.	18,13	Petite bière de Londres.	
Claret ou vin de Bordeaux.	15,10		
Malvoisie de Madère	16,40		

Lunel	15,52	Eau-de-vie	53,39
Chiras	15,52	Rhum	53,68
Syracuse	15,28	Genièvre (Gin)	51,60
Sauterne	14,22	Whiskey d'Ecosse (eau-	
Bourgogne	14,57	de-vie de grains)	54,32
Hock (vin du Rhin)	12,08	Whiskey d'Irlande	53,90

D. M. Vauquelin a fait à ce sujet un travail beaucoup plus étendu. Ses résultats sont consignés dans les Mémoires du Muséum d'histoire naturelle, tome 3 : en voici le tableau.

Analyse de différentes espèces de pommes de terre, sur 500 grammes.

Nos	NOMS DES ESPÈCES.	COULEUR EXTÉRIEURE.	COULEUR INTÉRIEURE.	Amidon.	Paren- chyme.	Paren- chyme et amidon	Pommes de terre desséch.
1	Hollande	Rouge.	Jaune verdâtre.	76 gr.	27	6, 80	432, 50
5	La duagienne. .	Idem.	Jaune.	»	»	»	155
6	Violette franche	Idem.	Jaune verdâtre.	75	26	13	160
13	Id. dégénérée. .	Idem.	Bl. var. de rouge.	96	34, 50	18	155
16	Rouge longue. .	Idem.	Idem.	90, 70	29, 50	3	157, 50
20	Berbourg. . . .	Idem.	Blanche.	92	22, 50	4, 80	140
29	Chair-rouge. . .	Idem.	Jaune et rouge.	61	32, 50	18, 50	145
61	Decroisilles. . .	Rosée.	Blanche jaunât.	119	28	3, 50	152, 50
28	Calcinger. . . .	Rouge.	Blanche.	98	24, 50	1	162, 50
33	Bavière.	Idem.	Jaune.	85	29, 50	10, 50	150
34	Patraque-rouge.	Idem.	Blanche jaunât.	69	26, 50	11	122, 50
36	Prune - rouge , prem. levée. . .	Idem.	Jaune et rouge.	81, 50	22	5, 50	125
366	Id. trois pied. .	Idem.	Idem.	92	25	12	157, 50
37	Truffe d'août. .	Idem.	Jaune var. de r.	90	24, 50	8	127, 50
30	Belle-ardenne. .	Idem.	Blanche jaunât.	87	20, 50	1, 40	135
40	Claire-bonne. . .	Rosée.	Bl. points rouge.	102	30	1	115
41	Belle-ochereuse.	Rougeâtre.	Blanche jaunât.	93	20, 50	1	112, 50
42	Coton.	Rouge.	Jaune var. de r.	89	32	4	132, 50
48	Tardive-ar- denne	Idem.	Jaune.	107	27	9	152, 50
54	Zelingen	Idem.	Idem.	105	28, 50	8, 50	165
52	Divergente. . . .	Idem.	Idem.	90	26, 50	2	145
57	Mouffen	Idem.	Blanche jaunât.	98, 50	31	3, 50	125
63	Patraque blan.	Blanche rosée.	Bl. var. de rose.	68	22	6	117, 50
122	Beaulieu - mar- brée.	Rosée.	Jaune.	87, 50	23	1	110
64	Long-brin. . . .	Idem.	Idem.	100	26	3	127, 50
65	Rangoise. . . .	Jaune rougeâtre	Id. var. de rouge.	107	25, 40	1, 50	120
79	Patraque-jaune.	Jaune.	Jaune.	91	23	3	127, 50
80	Grosse-zéclan- daise.	Idem.	Idem.	89	25, 50	5	155
86	Jaune-tardive. .	Idem.	Idem.	86, 50	27, 50	7	122, 50
127	Champion	Rosée.	Idem.	79, 50	22	2, 50	140
128	Oxnohle	Blanche jaunât.	Idem.	111, 50	23, 50	2	132, 50
129	Shan	Blanche verdât.	Jaune verdâtre.	94	24	1, 50	155
130	Veine-à-chassis.	Blanche jaunât.	Blanche jaunât.	86, 50	25	4, 50	125
93	Petite-holland.	Jaune.	Jaune.	111	27	2, 70	145
96	L'épais-buisson.	Idem.	Idem.	92	20	4	127, 50
99	L'orpheline. . .	Jaune et rouge.	Idem.	122	29	2	122, 50
100	La chinoise. . .	Jaune.	Idem.	88, 50	20	1, 60	127, 50
103	Jaubriquée. . .	Idem.	Blanche.	92, 50	26	7, 50	160
107	Permentière . .	Idem.	Jaune.	94, 50	20, 50	2	140
111	Jaune-haricot. .	Idem.	Blanche.	106, 50	23, 50	3	157, 50
135	Kidney.	Jaune verdâtre.	Jaune verdâtre.	82	22	1	112, 50
113	Violette.	Violette.	Jaune	88	32, 50	1, 50	140
114	Blanc-des-forêts	Rouge violencé.	Blanche.	98	28	2	157, 50
115	Rennoise	Idem.	Idem.	71	22	3	125
116	Blanc-de-Zé- lande	Idem.	Idem.	98	26	1	150
117	Violette à chair marbrée. . . .	Violette.	Bl. vein. de viol.	93	26	1	125
118	Blanc noirâtre .	Violet foncé.	Blanche et viol.	82, 50	25	1	142, 50

Quarante-sept variétés, dit l'auteur, ont été l'objet de ce travail : 11 variétés ont fourni depuis le cinquième jusqu'au quart de leur poids d'amidon ; deux seulement n'en ont donné que le huitième.

11 variétés n'ont diminué que des deux tiers par la dessiccation, et ce sont justement celles qui ont donné le plus d'amidon ; dix ont perdu les trois quarts, et six près des quatre cinquièmes, par la même opération.

La proportion d'amidon dans les pommes de terre est plus grande que celle qui est exprimée dans le tableau : je me suis assuré par des expériences que le parenchyme contient depuis les deux tiers jusqu'aux trois quarts de son poids d'amidon ; d'où il résulte que la plus pauvre des pommes de terre que nous avons examinées, contient au moins un cinquième de son poids d'amidon, et la plus riche vingt-huit pour cent.

E. Quoique le calcul qui conduit à ces résultats soit fort simple, il n'est peut-être pas inutile d'en donner les détails.

L'eau seule pèse 400 grains ; l'eau et la terre équivalent à 600 : le poids d'une demi-fiole de terre est donc de 400, puisque celui du même volume de liquide n'est que de 200. La densité de la terre est donc double de celle de l'eau.

Dans le deuxième exemple, l'augmentation de poids est de 165 grains : l'eau et la terre pèsent en conséquence 565. La demi-fiole de terre en pèse donc 365, le poids du même volume d'eau étant toujours 200. En divisant ces deux nombres l'un par l'autre, et prenant la densité de l'eau pour 1000, on trouve 1825 pour celle de la terre.

Il s'est glissé deux fautes d'impression dans le paragraphe auquel cette note se rapporte. Ligne 8, au lieu de, qu'elle sera deux fois aussi pesante que l'eau ; *lisez*, qu'il sera deux fois aussi pesant que l'eau.

Ligne 9 : au lieu de s'il pèse ; *lisez*, s'il augmente de.

F. Le granit abonde dans le midi de la France, où il forme le noyau des grandes chaînes primitives. Il constitue la masse centrale des Alpes, où on le voit tantôt supportant le gneiss, les schistes micacés et argileux, et tantôt se montrant à découvert même sur les plus hautes sommités. Il est subordonné au trapp dans les Pyrénées, système de montagnes distingué des autres chaînes, par son abondance en matières calcaires qui alternent avec les roches primitives. L'Auvergne est entièrement couverte d'un vaste plateau granitique, sur lequel se sont élevées postérieurement des montagnes volcaniques. Les monts de la Lozère et des Chalanches, présentent aussi le granit avec le gneiss et le calcaire ancien. D'autres chaînes granitiques se dirigent vers l'ouest, en traversant les départemens de l'Ardeche, de la Loire et de l'Allier, reparaissent aux environs de Nantes, dans le Morbihan, et jusques dans le département de la Manche, où l'on rencontre de plus la siénite et le porphyre. Le gneiss domine dans la constitution des montagnes de Sainte-Marie dans les Vosges. La pegmalite, ou le granit graphique, qui est composé de feldspath et de quartz, existe à Marmagne, département de Saône-et-Loire. Les schistes micacés et talqueux, et le schiste commun ou de transition, se trouvent dans le département de l'Ouest, et les schistes novaculaire et

l'ardoise dans ceux des Ardennes , du Rhin-et-Moselle. Ce dernier renferme en outre le schiste alumineux, qui est très-abondant en France. On trouve la grauwacke avec des débris de corps organisés dans la houillère de Quimper. Les terrains volcaniques s'étendent le long de la rive gauche du Rhin, dans les départemens de la Sarre et de Rhin-et-Moselle ; on les rencontre aussi dans le département de l'Hérault, de la Loire, et surtout en Auvergne, où le basalte et les laves anciennes reposent soit sur le granit soit sur les terrains d'alluvion. Les dépôts de charbon sont extrêmement nombreux, surtout dans la partie du nord. C'est aussi dans cette partie de la France, ainsi que dans celle du centre, que les formations secondaires sont les plus abondantes. Le sol de la Flandre, du Hainault et de l'Artois est presque entièrement formé de calcaire compacte, de grés blanc, et de terrain meuble. Le vaste bassin de la Seine n'offre pour ainsi dire que de la craie supportée par le calcaire coquillier, qui occupe la presque totalité de la France. Cette craie est recouverte en plusieurs endroits d'un plateau sableux, notamment dans la Beauce, en Champagne, et en Picardie. A Montmartre, près de Paris, le gypse alterne avec la marne, et recèle des débris nombreux de végétaux anciens, et d'animaux marins et terrestres.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS LE PREMIER VOLUME.

PREMIÈRE LEÇON. — Idée générale des objets du Cours, et de l'ordre dans lequel ils seront discutés. Pages.
I

DEUXIÈME LEÇON. — Des puissances générales de la matière qui influencent la végétation. — De la gravitation, de la cohésion, de l'attraction chimique, de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, des substances pondérables, des éléments de la matière, et particulièrement de ceux qu'on trouve dans les végétaux. — Lois qu'ils suivent dans leurs combinaisons et arrangements. 32

TROISIÈME LEÇON. — De l'organisation des plantes. — Des racines, du tronc et des branches. — De leur structure. — De l'épiderme, des parties corticales et parenchymateuses des feuilles, des fleurs et des semences. — De la constitution chimique des organes des plantes, et des substances

qu'elles renferment. — Des substances mucilagineuse, saccharine, résineuse, huileuse, et autres composés végétaux. — De leurs arrangemens dans les organes des plantes, de leurs composition, changemens et usages.

62

QUATRIÈME LEÇON. — Des sols. — Des parties constitutantes, de l'analyse et des fonctions des sols. — Des roches ou strata qui se trouvent au-dessous des sols. — De l'amélioration de ceux-ci.

186

CINQUIÈME LEÇON. — Nature et constitution de l'atmosphère. — Son influence sur les végétaux. — Germination des graines. — Fonctions des plantes aux diverses époques de leur croissance. — Coup-d'œil général sur les progrès de la végétation.

248

FIN DE LA TABLE.

Fig. 1.

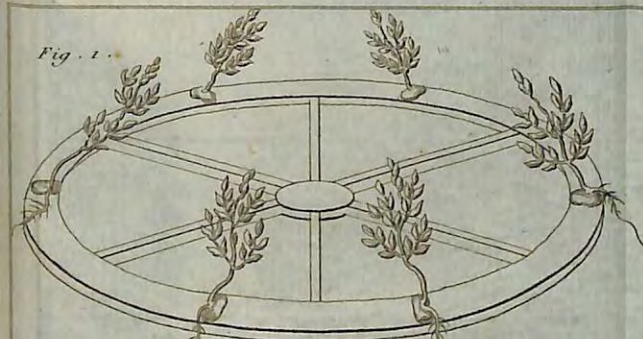


Fig. 2.

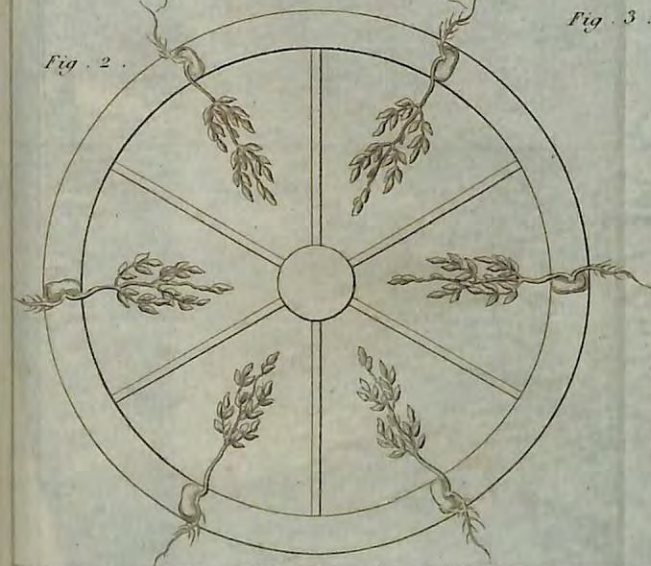


Fig. 3.

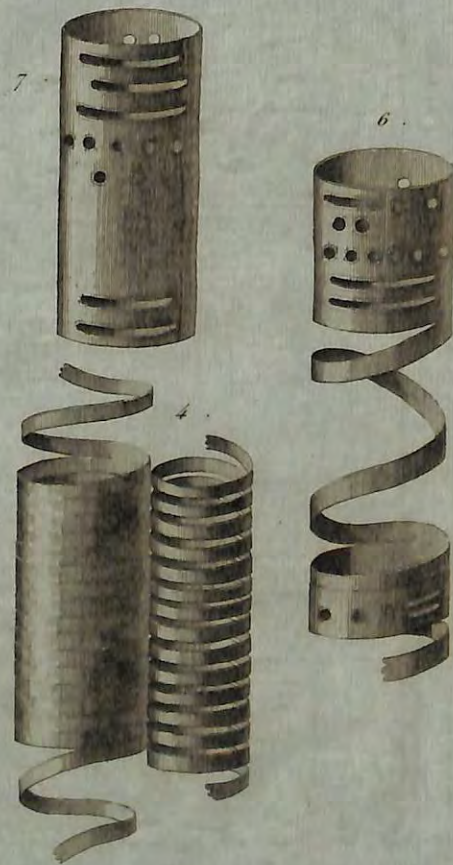


Fig. 8.

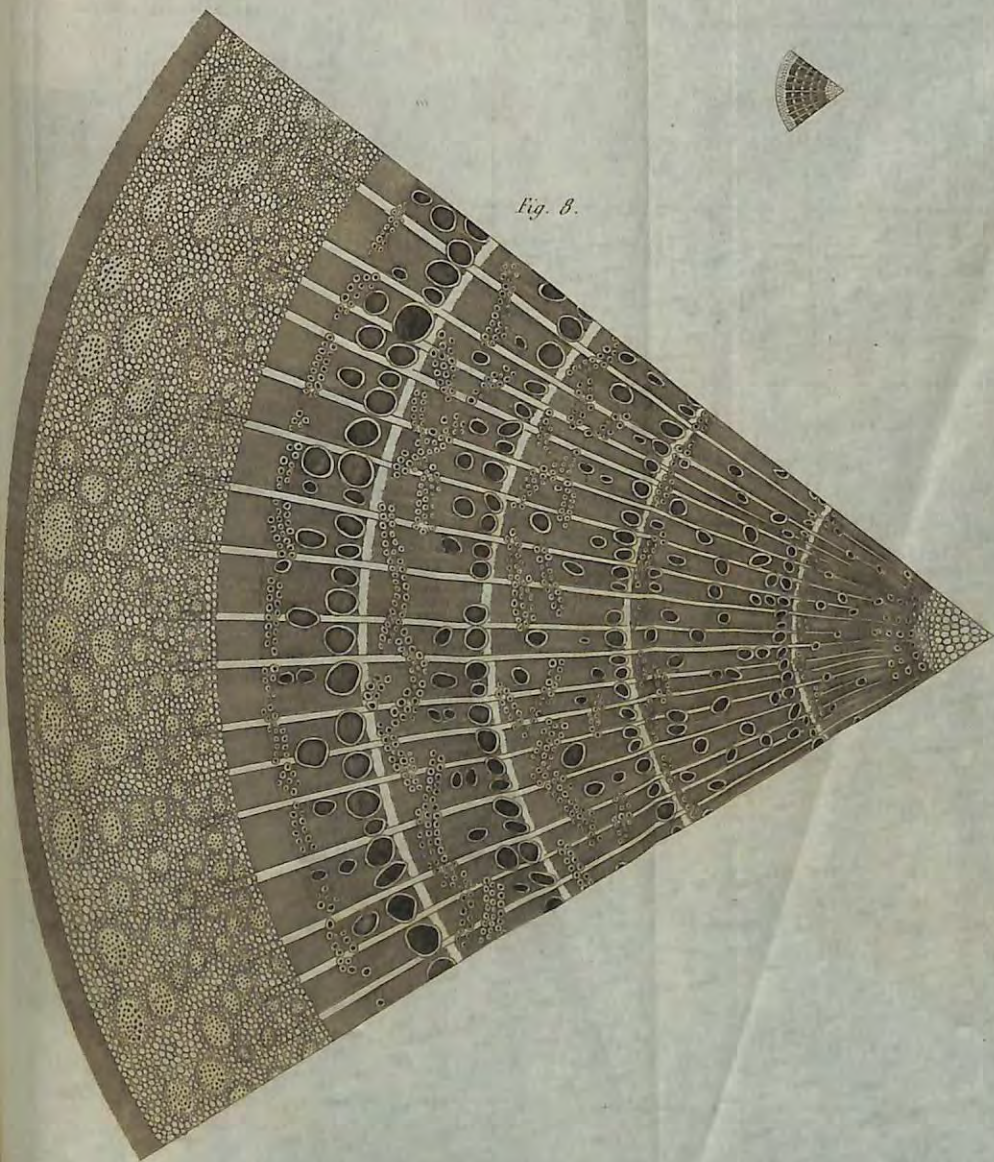


Fig. 9.

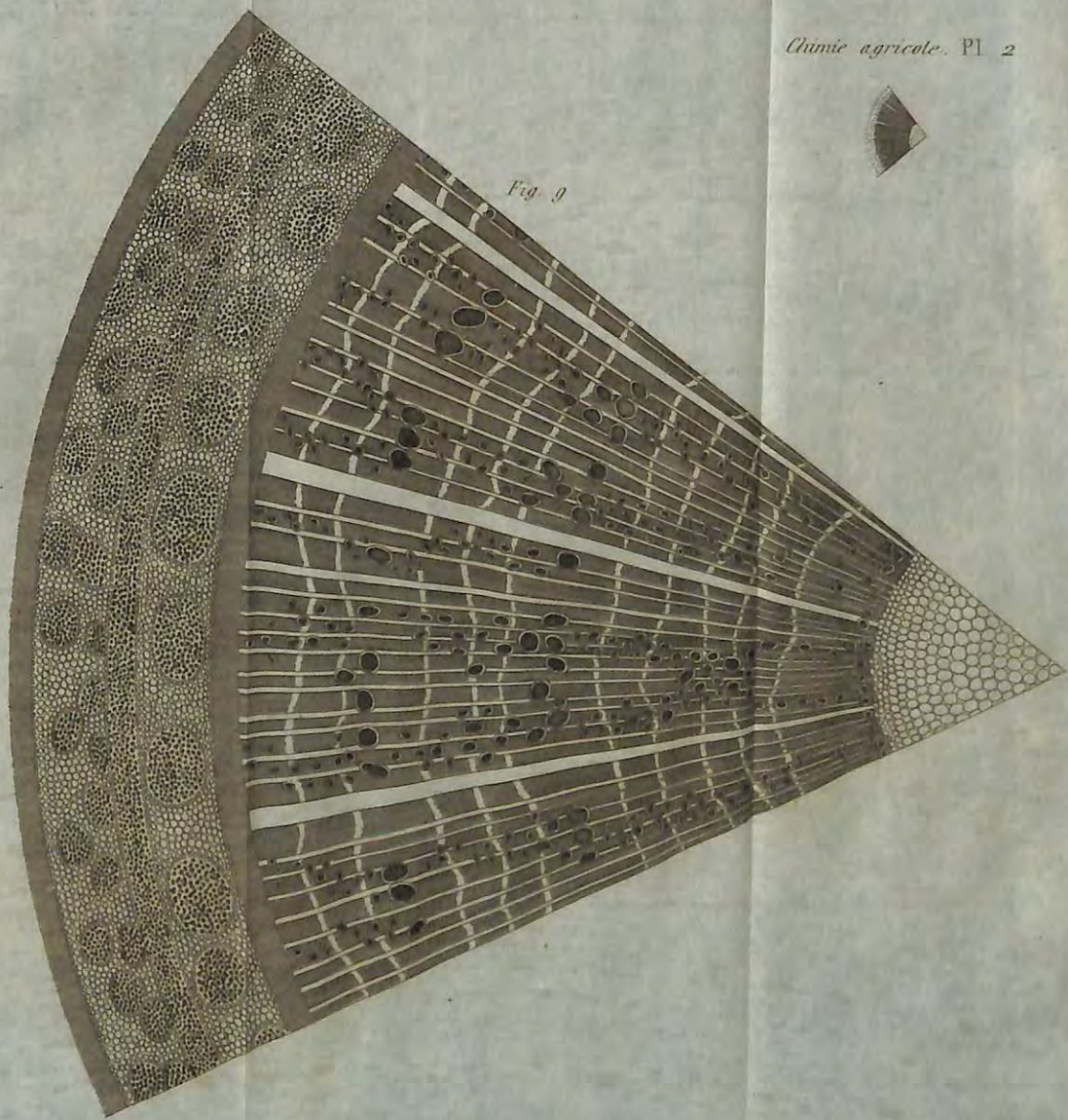


Fig. 11.

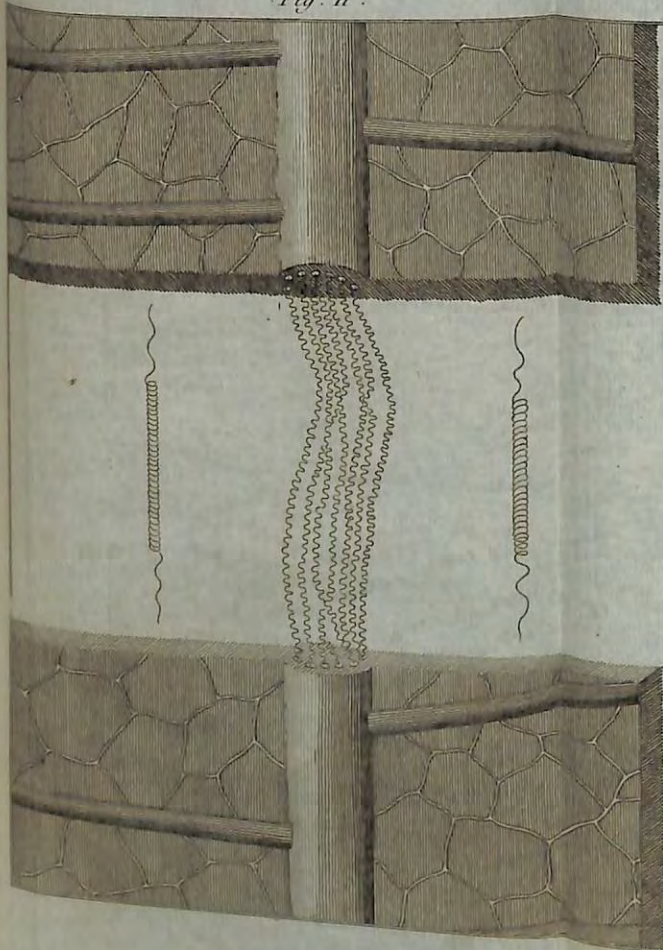


Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 14.

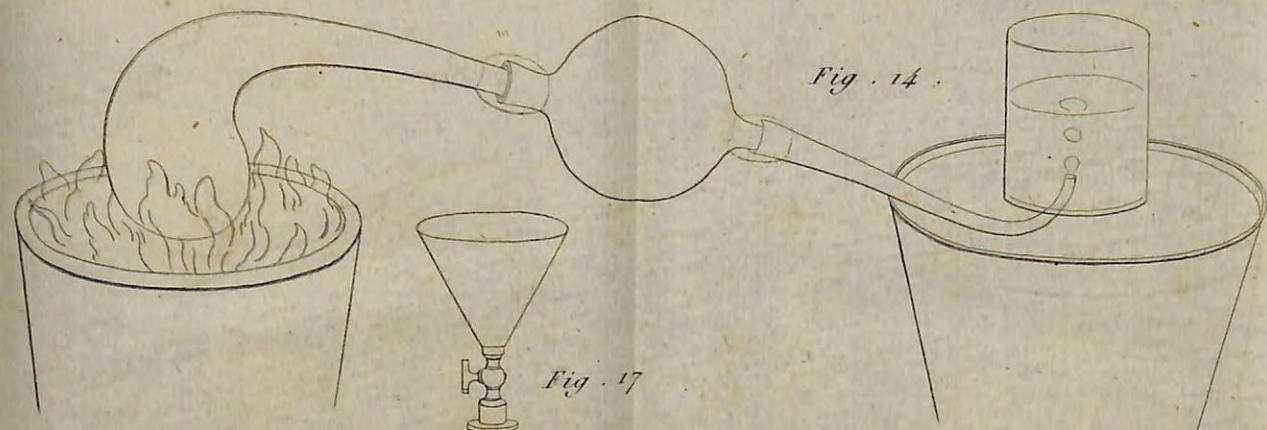


Fig. 17.

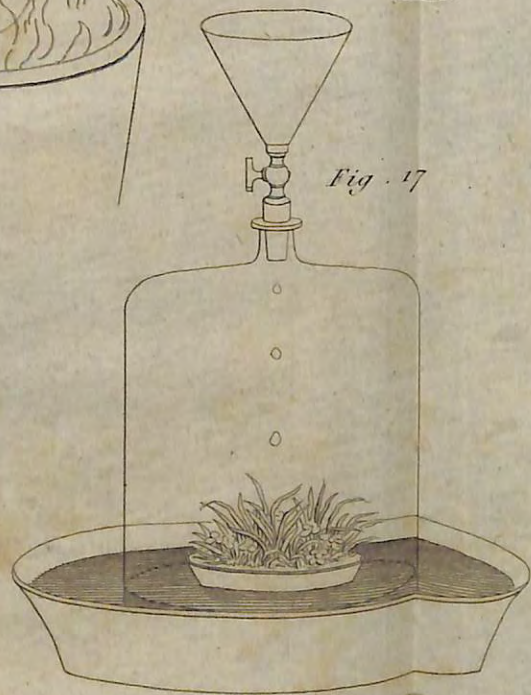


Fig. 15.

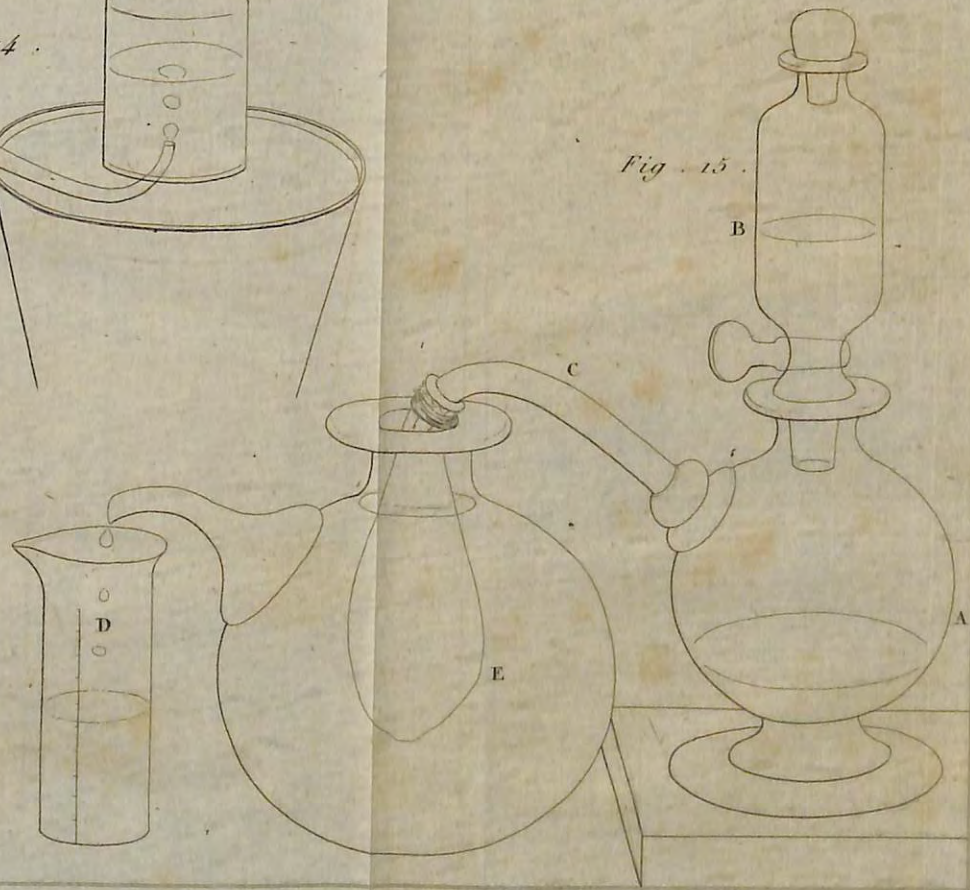


Fig. 16



- 1 Granit
- 2 Gneis
- 3 Schiste Micacé
- 4 Sienite
- 5 Serpentine
- 6 Porphire

- 7 Marbre Granulaire
- 8 Chlorite Schistoide
- 9 Quartz en Roche
- 10 Grauwake
- 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

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

1900

BY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

WILLIAM R. R.

1900

2630

BIBLIOTECA PÚBLICA
DE
AGUASCALIENTES

Sección.....Estante.....

Nº.....

DE LOS LIBROS COMPRADOS CON EL SUELDO
DE SENADOR CEDIDO PARA ESTE OBJETO POR

MIGUEL RUL

1876

476767

