

que cette cause, quelle qu'elle soit, réside essentiellement dans les parois des utricules. M. Donné (*Ann. Sc. nat.*, X, p. 346) l'a parfaitement prouvé en observant le premier, que les granules verts disposés en séries à la face interne des longues utricules du *chara hispida*, sont doués d'un mouvement qui leur est propre. Détachés des parois, ces granules exécutent des mouvements de rotation tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, mouvements parfaitement indépendants du liquide. Quand par la compression on parvient à enlever une série composée de plusieurs granules, cette série qui ressemble à un chapelet se recourbe en cercle qui se meut comme une roue, quelquefois s'étend de nouveau pour se ployer dans un autre sens. Si l'on examine avec beaucoup d'attention ces granules détachés et en mouvement, on les voit environnés d'une auréole plus transparente. N'est-il pas prouvé que ces granules fixés aux parois des utricules, doivent, par ce mouvement propre qui les anime, déterminer la progression du liquide? C'est ce dont on sera convaincu quand on verra l'influence manifeste qu'ils exercent sur lui, même quand ils sont fixés. En effet, M. Donné a démontré que les corpuscules du liquide qui suit les rangées de ces grains verts, éprouvent toujours une petite déviation dans leur cours; quand ils passent près de ces derniers, ils décrivent de petites sinuosités en rapport avec la circonférence de ces grains, sans jamais les toucher. En un mot, ils suivent à une certaine distance le contour de l'auréole existante autour de chaque granule.

Quand on voit ce fluide en mouvement dans l'intérieur des utricules, on se demande s'il ne serait pas excité à se mouvoir par des cils ou appendices qui tantôt naîtraient des parois elles-mêmes, tantôt des grains qui y sont adhérents et qui agiraient à la manière des cils vibratiles des membranes muqueuses. Mais jusqu'à présent l'existence de ces appendices n'a pu être constatée par l'observation directe.

Nous avons dit précédemment que quand il n'existe pas de granules pariétaux, le fluide suivait la direction des lignes de matière organique qui garnissent l'intérieur des utricules. On peut donc considérer cet enduit comme exerçant sur le liquide la même action que les grains verts. Enfin, quelquefois cette matière elle-même n'est pas discernable, mais alors encore l'analogie doit faire supposer que c'est la paroi même des utricules, qui réagit sur le fluide qui les baigne et met en mouvement les granules qu'il contient.

Les mouvements de giration ne sont perceptibles qu'à une condition, c'est que le fluide contient des corpuscules opaques que l'on peut suivre. Car si ces corpuscules manquent, il est alors impossible de voir le mouvement d'un fluide parfaitement homogène et incolore. Or, c'est ce qui doit arriver dans le plus grand nombre des cas. Aussi pensons-nous que ce phénomène, qui n'a été constaté jusqu'à pré-

sent que dans un certain nombre de végétaux, est à peu près général. En effet, ceux dans lesquels on l'a observé, représentent toutes les grandes divisions du règne végétal, acotylédones, monocotylédones, dicotylédones. Il est donc plus que probable que quand on ne peut le discerner, c'est que le fluide circulant dans les utricules est parfaitement incolore et dénué de tous granules qui permettraient d'en suivre le mouvement.

Nous ne parlerons de la cyclose ou circulation du latex qu'après avoir décrit les phénomènes nutritifs dont les feuilles sont le siège.

§ III. De la transpiration.

La transpiration ou émanation aqueuse des végétaux est cette fonction par laquelle la sève, parvenue dans les organes foliacés, perd et laisse échapper la quantité surabondante d'eau qu'elle contenait.

C'est en général sous forme de vapeur que cette eau s'exhale dans l'atmosphère. Quand la transpiration est peu considérable, cette vapeur est absorbée par l'air à mesure qu'elle se forme, et elle n'est pas visible pour nous. Mais si la quantité augmente, et si la température de l'atmosphère est peu élevée, on voit alors ce liquide transpirer sous forme de gouttelettes extrêmement petites, qui souvent se réunissent plusieurs ensemble, et deviennent alors d'un volume remarquable. Ainsi, on trouve fréquemment, au lever du soleil, des gouttelettes limpides qui pendent de la pointe des feuilles d'un grand nombre de Graminées, d'Amomées, d'Aroïdées ou de plantes appartenant à d'autres familles. Les feuilles du chou en présentent aussi de très-apparentes dans les bullosités ou enfoncements qui existent à leur face supérieure. On avait cru longtemps qu'elles étaient produites par la rosée; mais Musschenbroeck prouva le premier, par des expériences concluantes, qu'elles provenaient de la transpiration végétale condensée par la fraîcheur de la nuit. En effet, il intercepta toute communication à une tige de pavot avec l'air ambiant, en la recouvrant d'une cloche, et avec la surface de la terre, en recouvrant le vase dans lequel était la plante d'une plaque de plomb, et le lendemain matin les gouttelettes s'y trouvèrent comme auparavant.

Hales fit également des expériences pour évaluer le rapport existant entre la quantité des fluides absorbés par les racines et celui que les feuilles exhalent. Il mit dans un vase vernissé un pied d'*helianthus annuus* (grand soleil), recouvrit le vase d'une lame de plomb percée de deux ouvertures, l'une par laquelle passait la tige, l'autre destinée à pouvoir l'arroser. Il pesa exactement cet appareil pendant quinze jours de suite, et vit que pour terme moyen la quantité d'eau expirée pendant les douze heures du jour était de vingt onces environ. Un temps sec et chaud favorisait singulièrement cette transpiration, qui

s'éleva à trente onces dans une circonstance semblable. Une atmosphère chargée d'humidité diminuait au contraire sensiblement cette quantité : aussi la transpiration n'était-elle au plus que de trois onces pendant la nuit, et même quelquefois la quantité de liquide exhalée devenait insensible quand la nuit était fraîche et humide. Ces expériences ont été depuis répétées par MM. Desfontaines et de Mirbel, qui ont encore eu occasion d'admirer l'exactitude et la sagacité du physicien anglais.

Sénébier a prouvé, par des expériences multipliées, que la quantité d'eau rejetée était à celle absorbée par le végétal, dans le rapport de 2 à 3 ; ce qui démontre encore qu'une partie de ce liquide est fixée ou décomposée dans l'intérieur de la plante.

M. L. C. Treviranus (*Zeitschrift für Physiol.*, III, p. 72) a publié un travail spécial et fort intéressant sur les sécrétions aqueuses des plantes. L'eau qu'on observe à la pointe de certaines feuilles, ou dans ces réservoirs singuliers qui terminent celles des *nepenthes*, *sarracenia* et *cephalotus*, est bien certainement le produit d'une sécrétion naturelle, comme l'auteur l'a confirmé par de nouvelles expériences. Il fait remarquer que, dans l'*amomum zerumbet*, dont les fleurs accompagnées de larges bractées concaves forment un épi imbriqué, une grande quantité d'eau, produite par la transpiration, s'amasse à la base de ces écailles, disparaît en partie pendant le jour, pour se renouveler ensuite pendant la nuit. Un phénomène semblable se reproduit tant que dure la floraison.

Ces faits prouvent, d'une manière incontestable : 1° que les végétaux transpirent par leurs feuilles, c'est-à-dire qu'ils rejettent une certaine quantité de fluides aqueux ; 2° que cette transpiration est d'autant plus grande que l'atmosphère est plus chaude et plus sèche ; tandis que, quand le temps est humide, et surtout pendant la nuit, la transpiration est presque nulle ; 3° que cette fonction s'exécute avec d'autant plus d'activité que la plante est plus jeune et plus vigoureuse ; 4° que la nutrition se fait d'autant mieux que la transpiration est en rapport avec l'absorption. Car, lorsque l'une de ces deux fonctions se fait avec une force supérieure à celle de l'autre, le végétal languit. C'est ce que l'on observe, par exemple, pour les plantes qui, exposées aux ardeurs du soleil, se fanent et perdent leur vigueur, parce que la transpiration trop abondante n'est plus en équilibre avec la succion exercée par les racines.

§ IV. De la respiration dans les végétaux.

C'est aujourd'hui un fait hors de doute que les végétaux respirent comme les animaux. Seulement on doit s'attendre à trouver quelques différences dans la manière dont cette fonction s'exécute dans ces deux classes de corps vivants. Le but de la respiration dans les ani-

maux est de mettre le sang ou fluide nutritif en contact avec l'air atmosphérique, pour qu'en absorbant une certaine quantité d'oxygène, il acquière les qualités nutritives qui lui sont nécessaires. Une semblable fonction se remarque dans les plantes. La sève qui monte des racines, arrivée dans les feuilles, s'y trouve en contact avec l'air atmosphérique, en absorbe l'acide carbonique, le décompose ainsi qu'une partie de l'air sous l'influence de la lumière solaire, retient le carbone de l'acide et une petite proportion de l'oxygène de l'air, et, par son contact avec ces substances, se convertit en fluide capable de nourrir le végétal.

Les feuilles sont les organes essentiels de la respiration des plantes, c'est-à-dire que c'est en elles que s'opère l'élaboration du suc nutritif. Elles sont donc les analogues des poumons dans les animaux supérieurs. Mais, de plus, les plantes ont des tubes ou vaisseaux aériens répandus dans tous leurs organes, à l'exception du système cortical, et qui sont une dépendance des organes principaux de la respiration végétale. Ces vaisseaux pneumatophores font participer les fluides de toutes les parties au milieu desquelles ils sont placés à la révivification, par leur contact médiat avec l'air atmosphérique. Les trachées, et les vaisseaux ponctués ou rayés, sont, comme nous le verrons, les conduits chargés de porter l'air dans toutes les parties de la plante.

La respiration est donc une fonction extrêmement étendue dans les végétaux, qui réunissent en eux deux des modes que cette fonction présente dans la série animale, savoir, la respiration par un organe limité dans lequel les sucs viennent se révivifier, ou *respiration pulmonaire*, et la respiration par des canaux portant l'air dans toutes les parties, ou *respiration trachéenne*.

La structure des feuilles est merveilleusement en rapport avec les fonctions qu'elles doivent remplir. Les belles recherches de notre ami M. Adolphe Brongniart sur ce point nous ont fait voir la disposition singulière que présente le parenchyme de ces organes, disposition d'où résultent, surtout à la face inférieure, des cavités irrégulières qu'on a nommées poches aériennes ou pneumatiques, et qui communiquent toutes les unes avec les autres. Les expériences de M. Dutrochet (*Mém. sur les org. pneumatiq. des végétaux*) confirmées par celles de M. Delile (respiration des feuilles du *Nelumbium*, *Compt. rend.*, 4 oct. 1841, et *Ann. sc. nat.*, XVI, p. 328), ont prouvé que non-seulement ces cavités aériennes communiquent ensemble, mais encore avec les vaisseaux pneumatophores du pétiole, et, par leur intermédiaire, avec ceux de la tige.

Les phénomènes de la respiration des plantes ont été étudiés avec un soin tout particulier par M. Théodore de Saussure, dans son ouvrage fondamental et classique (*Recherches chimiques sur la végétation*). Depuis l'époque où ce livre a paru (1804), l'on a

bien peu ajouté aux résultats obtenus par ce savant expérimentateur.

Les feuilles plongées dans l'atmosphère tendent sans cesse à absorber l'air qui pénètre dans leur tissu, et s'accumule particulièrement dans les lacunes ou poches aériennes qu'on observe dans son parenchyme. Or, l'air atmosphérique contient toujours une certaine quantité (2 ou 3 dix-millièmes) d'acide carbonique.

Pendant le jour, et particulièrement quand la plante est exposée à l'action directe des rayons lumineux, les feuilles décomposent l'acide carbonique contenu dans l'air, retiennent le carbone, et rejettent à l'extérieur la plus grande partie de l'oxygène qui le tenait à l'état d'acide carbonique. Cette décomposition est continue; elle commence avec le jour, et se poursuit tant que le soleil est au-dessus de l'horizon. Cependant les feuilles retiennent toujours une certaine quantité de l'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique. Tel est l'effet général qu'elles exercent sur l'atmosphère tant qu'elles sont sous l'influence de la lumière directe. Mais, pendant la nuit les phénomènes suivent une marche inverse, les feuilles absorbent en général du gaz oxygène dans l'air, et il se forme un volume de gaz acide carbonique libre, inférieur au volume du gaz oxygène consommé pendant l'expérience. Cet acide carbonique se forme, dans le végétal, aux dépens du carbone qu'il contient. Quand le tissu de la plante contient beaucoup d'eau, l'acide carbonique formé y est retenu en tout ou en partie. Son émission au dehors est toujours accompagnée de celle d'une certaine quantité d'azote. Non-seulement les plantes soustraites à l'action directe et puissante de la lumière, rejettent ainsi de l'acide carbonique qu'elles ont formé aux dépens de leur propre carbone et de l'oxygène emprunté à l'air, mais semblables à des espèces de filtres, elles laissent dégager l'acide carbonique absorbé par les racines, qui traverse leur tissu sans y éprouver d'altération. Cependant quelques végétaux, surtout parmi les plantes grasses, absorbent bien à l'obscurité l'oxygène de l'air, mais ils ne le remplacent pas par de l'acide carbonique. Dans cette circonstance, on peut admettre que le gaz oxygène absorbé a été assimilé, mais seulement en partie, par le végétal, car dès que la plante est exposée à l'action des rayons lumineux, elle rend une portion de l'oxygène qu'elle avait conservé.

Indépendamment de l'acide carbonique et de l'oxygène de l'air, que les feuilles et en général toutes les parties vertes des végétaux absorbent, elles inspirent également de l'air atmosphérique. Or, cet air contient de l'eau à l'état de vapeur, c'est-à-dire de l'oxygène et de l'hydrogène, il contient également des vapeurs ammoniacales, c'est-à-dire de l'hydrogène et de l'azote. Ces corps pénétreront dans le végétal par la respiration. Ce sont ces différents gaz qui réagissent sur la sève qui a été amenée dans les feuilles par le mouvement ascensionnel des fluides. Cette sève, en

absorbant soit de l'oxygène, soit quelqu'un des autres gaz existant dans les feuilles, soit tout simplement en se trouvant en contact médiat avec ces gaz, acquiert des qualités nouvelles. En même temps qu'elle perd, par la transpiration, une partie de l'eau qu'elle contenait, il se passe dans sa composition intime des changements tels, que sa nature se modifie; des globules d'une matière organique se développent souvent, et, restant suspendus dans le liquide aqueux, lui donnent une coloration plus ou moins marquée; en un mot, la sève ascendante se change en suc nutritif. Mais là ne se bornent pas les changements que l'acte respiratoire amène dans la constitution du végétal. Nous verrons un peu plus tard, en traitant de l'assimilation, que tous les principes immédiats qui constituent la plante, tirent leur origine de ces éléments constitutifs, carbone, oxygène, hydrogène, azote, que la respiration a introduits dans l'organisme végétal, ou qui y ont pénétré par ses racines.

Ainsi, la respiration végétale dans les feuilles se fait par des mouvements alternatifs, mais insensibles, d'inspiration et d'expiration, soit de gaz acide carbonique, soit d'air atmosphérique, d'oxygène ou d'azote, suivant les diverses époques de la journée et l'action plus ou moins directe de la lumière. En pénétrant par le moyen des stomates dans les cavités pneumatiques des feuilles, ces différents gaz réagissent sur la sève qui y a été apportée, et lui communiquent les qualités qu'elle n'avait pas eues jusque-là, et qui la rendent propre à servir d'aliment au végétal.

Mais ce n'est pas dans les feuilles seulement que se passent les phénomènes de la respiration, c'est-à-dire de l'élaboration de la sève. Les cellules aériennes de la feuille communiquent toutes les unes avec les autres. L'air qui les remplit baigne en quelque sorte la surface des vaisseaux spiraux qui existent dans les nervures. Nous avons dit précédemment que ces vaisseaux contenaient de la sève pendant la première période de la végétation, c'est-à-dire quand le fluide séveux monte en abondance dans la tige, et que les feuilles sont encore peu développées. Mais quand celles-ci ont pris tout leur accroissement, et offrent une énorme surface d'exhalation, on voit petit à petit les sucs nutritifs disparaître de dedans les vaisseaux spiraux, qui bientôt se remplissent d'air. C'est ce qu'il est si facile de vérifier en coupant sous l'eau par une section transversale une tige qui a développé ses feuilles; on voit alors de petites bulles d'air sortir de l'orifice béant des vaisseaux spiraux. C'est dans cette seconde période qu'ils deviennent des organes respiratoires. Or, comme ces vaisseaux sont répandus dans toutes les parties de la plante, l'air se trouve ainsi porté dans tous les points intérieurs du végétal. Par les matières qui le constituent, par celles qui y sont mélangées ou dissoutes, il devient en partie le principe des composés qui se forment ou se modifient dans les divers organes du végétal. Par ce moyen, les sucs

qui y sont contenus se trouvent à chaque instant en rapport avec le fluide gazeux destiné à leur élaboration. Cette seconde respiration est tout à fait analogue à celle qui a lieu dans les insectes, c'est-à-dire que c'est le fluide modifiant qui va chercher le suc nutritif dans toutes les parties où il se trouve, au lieu que ce soit ce dernier qui vienne se faire vivifier dans un organe unique et central, comme cela se passe dans les feuilles et dans les animaux à respiration pulmonaire.

M. Dutrochet s'est assuré par l'expérience que l'air contenu dans les diverses parties de la plante éprouve des altérations dans sa composition, à mesure qu'on l'observe plus loin des feuilles par lesquelles il a dû pénétrer. Ainsi, déjà l'air contenu dans la tige du nénuphar n'offrait plus que seize parties d'oxygène sur cent, et celui des racines huit seulement pour cent. Il est évident, d'après cela, qu'à mesure qu'il circule dans les vaisseaux pneumatiques, l'air se dépouille d'une partie de son oxygène qui est absorbée par la sève à mesure qu'elle traverse le tissu végétal.

L'air contenu dans les organes aërières des végétaux est non-seulement essentiel à leur nutrition, mais indispensable à la manifestation des autres phénomènes vitaux. Ainsi, M. Dutrochet a reconnu qu'une sensitive, dont on avait expulsé l'air par le moyen de la machine pneumatique, non-seulement ne présentait plus aucun des mouvements qui paraissent sous la dépendance de la lumière, mais ses feuilles étaient insensibles aux agents qui d'ordinaire ont une action si marquée sur leurs mouvements.

Ainsi les plantes, comme les animaux, ont une véritable respiration. Cette fonction y est complexe. En effet, elle a lieu non-seulement dans les feuilles qui en sont les principaux agents, mais aussi dans presque toutes les autres parties de la plante par le moyen des vaisseaux spiraux. Les végétaux, comme nous l'avons déjà dit, réunissent donc à la fois les deux modes de respiration par un organe parenchymateux (les feuilles) analogue aux poumons des animaux supérieurs et par des tubes aëriens (vaisseaux spiraux) tout à fait semblables aux organes respiratoires des insectes. Mais tandis que, par suite de l'acte respiratoire, les animaux vicent l'air en lui enlevant une portion de son oxygène qu'ils remplacent par de l'acide carbonique, les plantes, au contraire, débarrassent l'atmosphère de ce principe si peu propre à la respiration des animaux, et lui rendent en échange de l'oxygène, principe de la vie. Il y a donc ici une admirable corrélation entre les plantes et les animaux, qui, par l'un des actes les plus indispensables de leur vie, se fournissent mutuellement le fluide sans lequel ils ne sauraient exister.

Lorsqu'une plante est morte ou languissante, l'expiration cesse entièrement, ou bien le fluide expiré est constamment du gaz azote. Il est certains végétaux qui, même exposés à l'influence des rayons du soleil, n'expirent que de l'azote : tels sont la sensitive, le houx,

le laurier-cerise, et quelques autres. Il nous paraît difficile d'indiquer la véritable cause d'une pareille anomalie. Peut-être de nouvelles expériences seraient-elles nécessaires pour en constater la réalité.

§ V. Des excrétiions végétales.

Les excrétiions végétales sont des fluides plus ou moins épais, susceptibles quelquefois de se condenser et de se solidifier, que certains végétaux rejettent à l'extérieur par différentes parties, et souvent dans des circonstances particulières. Leur nature est très-variée. Ce sont tantôt des résines, de la cire, des huiles volatiles; tantôt des matières sucrées, de la manne, des huiles fixes, etc. Toutes ces substances sont rejetées à l'extérieur par la force de la végétation. Ainsi, le *fraxinus ornus*, et quelques autres espèces de frênes, laissent suinter, quand on entame leur écorce, un liquide épais et sucré, qui, en se desséchant à l'air, se concrète et forme la manne. Les feuilles de plusieurs espèces d'érables, et surtout de l'érable à sucre (*acer saccharinum*), se couvrent pendant l'été d'une exsudation de matière sucrée, que l'on extrait même de cette dernière espèce pour les usages domestiques dans quelques parties de l'Amérique du Nord. Dans le *dracena fragrans*, j'ai trouvé, au-dessous de chacune des grandes bractées qui accompagnent chaque groupe de fleurs, des amas de matière sucrée concrète et d'une saveur extrêmement agréable. Les feuilles du mélèze présentent aussi quelquefois des gouttelettes concrètes de sucre, connues sous le nom vulgaire de manne de Briançon. Les pins, les sapins, et en général tous les arbres de la famille des Conifères, fournissent des quantités considérables de matières résineuses. Beaucoup de végétaux, tels que le *ceroxylon andicola*, superbe espèce de palmier des Andes, décrite par MM. de Humboldt et Bonpland, le *myrica cerifera* de l'Amérique septentrionale, et plusieurs autres, donnent une grande quantité de cire utilement employée dans la patrie de ces végétaux. Ces différentes matières doivent être considérées comme des substances excrémentielles, qui sont tout à fait inutiles à la nutrition de la plante.

On avait admis jusque dans ces derniers temps que les racines excrétaient, c'est-à-dire rejettent par leur surface certaines substances excrémentielles qui finissent par s'accumuler dans le lieu où ces végétaux habitent. Brugmans et Macaire (*Mém. soc. de phys. de Genève*, tom. V) avaient surtout contribué à répandre cette opinion, et M. Decandolle s'en était emparé pour donner une théorie nouvelle des assolements. On sait en effet et l'expérience journalière est là pour le prouver : 1° qu'en général on ne peut cultiver plusieurs années de suite la même espèce de plantes dans un champ; qu'ainsi on ne saurait faire deux récoltes abondantes de blé ou de toute autre céréale dans un même champ pendant deux années consécutives;

2° qu'une plante prospère parfaitement dans un champ tout à fait impropre à une autre espèce; 3° que le voisinage de certaines plantes semble exercer une influence délétère sur certaines autres; ainsi, le chardon hémorrhoidal (*serratula arvensis*) nuit à l'avoine, l'*erigeron acre* au froment, la scabieuse au lin, etc., etc. On avait expliqué ces différents phénomènes et plusieurs autres analogues, par les matières que l'excrétion des racines déposerait dans le sol et qui le vicieraient de manière à nuire à la végétation dans le même lieu d'autres individus de la même espèce, ou d'espèces différentes: expliquant de la même manière au contraire comment ces excréctions pouvaient être favorables à certaines autres espèces.

Mais M. Walser (*Ann. sc. nat.* XIV, p. 100) a repris toutes les expériences faites avant lui et en a tenté un grand nombre d'autres, et est arrivé à ce résultat que les racines n'offrent véritablement pas d'excrétions. Quand, ainsi que l'avait annoncé Duhamel, on trouve la terre plus onctueuse, plus colorée, plus grasse dans les points qui avoisinent les racines d'un arbre qui a vécu longtemps dans un même lieu, ces qualités différentes du sol proviennent, non d'excrétions, produites par la racine, mais de la destruction annuelle du chevelu, qui forme une sorte de terreau ou d'humus en se décomposant. Si l'on ne peut cultiver avec avantage, pendant plusieurs années consécutives, une même plante dans un même lieu, c'est que chaque plante puise dans le sol les sels ou autres matières anorganiques qui sont nécessaires à sa végétation. Au bout d'un certain temps ces matières disparaissent, ou sont en quantité trop faible pour activer la végétation. Mais une autre plante n'ayant pas besoin des mêmes principes, pourra vivre et végéter, là où la première ne trouvait plus l'aliment qui lui était nécessaire.

Tels sont les différents phénomènes qui dépendent de la présence de la sève quand elle est parvenue à la partie supérieure des végétaux. Suivons-la maintenant dans son cours rétrograde des feuilles vers les racines.

§ VI. De la sève descendante.

Ce point a été l'objet d'un grand nombre de discussions parmi les physiologistes. Plusieurs, en effet, ont longtemps nié et nient encore aujourd'hui l'existence d'une sève descendante. Mais les phénomènes sensibles de la végétation et les expériences les plus précises ont démontré qu'il existe une seconde sève, qui suit une marche inverse de celle que nous avons précédemment examinée. En effet, si l'on fait au tronc d'un arbre dicotylédon une forte ligature, il se formera au-dessus d'elle un bourrelet circulaire qui deviendra de plus en plus saillant. Or, ce bourrelet pourrait-il être formé par la sève qui des racines monte vers les feuilles? On conçoit qu'alors il devrait se présenter au-dessous de la ligature, et non au-dessus. Mais le contraire a lieu; ce bourre-

let ne peut donc dépendre que de l'obstacle éprouvé par les sucres qui descendent de la partie supérieure vers l'inférieure, à travers les couches corticales. Donc il existe une sève descendante. De même quand on enlève un anneau d'écorce sur une tige ou sur une branche d'arbre dicotylédoné, on voit un bourrelet se former à la lèvre supérieure, l'inférieure n'en présentant presque aucune trace.

La sève descendante, dépouillée de la plus grande partie de ses principes aqueux, beaucoup plus élaborée, contenant plus de principes nutritifs que la première, concourt essentiellement à la nutrition du végétal. C'est elle qui par diffusion va se répandre dans tous les organes susceptibles d'accroissement, en fournissant à chacun d'eux le fluide nutritif qui doit servir à y entretenir la vie et à fournir à son développement.

Examinons encore de plus près les phénomènes qui résultent de la ligature circulaire faite au tronc d'un arbre dicotylédon, et nous verrons que non-seulement il se forme un bourrelet au-dessus de cette ligature, mais que la partie du tronc située au-dessous d'elle cesse de s'accroître, et qu'aucune couche nouvelle de bois ne s'ajoute à celles qui existaient déjà. Or, ne voyons-nous point ici, de la manière la plus évidente, l'usage de la sève descendante? C'est elle qui renouvelle et entretient continuellement le cambium: c'est donc elle qui concourt essentiellement à l'accroissement et au développement des végétaux.

Mais, selon un grand nombre de physiologistes, cette seconde sève n'est point de la même nature dans tous les végétaux. Il en est dans lesquels elle forme un suc blanc et laiteux, comme dans les Euphorbes, les Apocynées; dans d'autres (les Papavéracées), c'est quelquefois un suc jaunâtre; dans les Conifères, elle est plus ou moins résineuse, etc. Néanmoins, nous devons faire remarquer que, suivant d'autres physiologistes, les sucres propres des végétaux ne sont pas de la sève descendante, mais des fluides que l'acte de la végétation en sépare. La diversité de nature que présentent ces sucres, leur présence dans quelques végétaux seulement, leur situation dans des réservoirs déterminés et en petit nombre, nous paraissent autant de preuves qui étayent cette dernière opinion.

Les sucres propres, en effet, ne nous paraissent être que des fluides excrémentitiels, analogues, non point au sang des animaux, comme quelques physiologistes l'ont admis, mais à la bile, à la salive, qui ne concourent qu'indirectement à la nutrition. Cette opinion a surtout été mise dans tout son jour par les travaux du professeur Treviranus. Ainsi donc les sucres propres ne sont pas la sève descendante, comme le pensent plusieurs auteurs, puisque dans la majeure partie des végétaux, qui tous ont une sève descendante, il n'y a point de sucres propres. Mais ces fluides sont un produit, une excrétion de la sève descendante.

C'est à tort, selon nous, que quelques physiologistes ont confondu le latex avec la sève descendante. Il nous en paraît différent, bien que très-probablement il offre la même origine et la même destination. La sève descendante, en effet, existe dans toute l'épaisseur de l'écorce, dans le tissu cellulaire et dans les faisceaux fibreux qui la constituent. La sève descendante est incolore comme celle qui monte par les couches ligneuses. Le latex, au contraire, circule dans un système spécial et limité de vaisseaux, les vaisseaux laticifères. Ces vaisseaux sont souvent peu abondants; le latex est un suc généralement coloré par des corpuscules organiques. Ces deux fluides sont donc différents. Nous reviendrons sur ce point en traitant tout à l'heure de la cyclose, ou mouvement du latex dans les vaisseaux qui le contiennent.

III. De la cyclose ou du mouvement circulatoire du latex dans les vaisseaux qui le contiennent.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, on donne le nom de *Cyclose* au mouvement du latex contenu dans les vaisseaux laticifères. C'est à M. Schultz, de Berlin, qu'on doit la découverte et la généralisation de ce phénomène. Déjà, en 1820, cet habile phytotomiste avait annoncé que dans les feuilles de la chélidoine (*chelidonium majus*), on peut apercevoir le mouvement du suc nutritif dans les vaisseaux qui le contiennent. Depuis cette époque il a multiplié ses observations et a publié un mémoire extrêmement étendu, qui, en 1833, a remporté le grand prix de physiologie de l'Académie des sciences de l'Institut. Ce mémoire a paru, en 1841, dans le tome 7 des *Mémoires des savants étrangers*, publiés par l'Académie des sciences.

Nous allons faire connaître avec quelques détails les phénomènes de la *cyclose*.

Nous avons, précédemment, exposé la structure et la position des vaisseaux laticifères, qu'on désigne aussi quelquefois sous le nom de *vaisseaux vitaux*, nous rappellerons seulement ici que ces vaisseaux existent dans les nervures des feuilles, accolés aux faisceaux formés par les vaisseaux spiraux, que par conséquent on les voit également dans les organes constituants de la fleur: les sépales, les pétales, les carpelles, etc., qui ne sont que des feuilles modifiées. On les trouve aussi dans l'organe central, c'est-à-dire dans la tige et ses ramifications, et dans la souche qui la continue inférieurement. Dans les végétaux dicotylédons, c'est surtout à la face interne de l'écorce que les vaisseaux du latex sont réunis, tantôt en une sorte de couche continue, tantôt en faisceaux, tantôt enfin isolés les uns des autres. On en trouve également dans la moelle. Dans les monocotylédons, ces vaisseaux existent en dehors et sur les côtés des faisceaux vasculaires, toujours dans le voisinage des vaisseaux spiraux.

Le latex ou suc vital, comme l'appelle M. Schultz, est un liquide ordinairement de consistance un peu visqueuse, généralement coloré, soit en blanc, soit en jaune, soit en une teinte rouge, brune ou verdâtre. Il se coagule avec la plus grande facilité, est peu miscible à l'eau, sur laquelle il surnage en formant des flocons nuageux. Abandonné à lui-même il se partage en deux parties, l'une qui reste liquide, et l'autre qui surnage et se prend en masse. Examiné au microscope, le latex montre que sa coloration, comme celle de beaucoup de liquides animaux, le lait et le sang par exemple, est due à de nombreux globules tenus en suspension dans un liquide incolore. Ce sont donc ces globules qui offrent les teintes que nous venons d'indiquer. Ils sont toujours excessivement petits: ceux du latex de l'hyèble (*sambucus ebulus*), qui comptent parmi les plus gros, ont environ $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre, mais quelquefois on ne leur trouve pas au delà de $\frac{1}{30}$ de diamètre. Mais le latex n'est pas toujours coloré. Dans certaines plantes il est à peu près incolore et aqueux. Dans ce cas encore il offre des globules, mais en petit nombre et transparents. Ces deux états se rencontrent dans la même plante. Ainsi, très-souvent, le latex, qui est laiteux dans la tige, est incolore dans les jeunes branches, comme dans le figuier, le liseron des haies par exemple. Le contraire a lieu quelquefois, c'est-à-dire que le latex perd son aspect laiteux dans les vieilles tiges, ainsi qu'on le remarque dans le mûrier noir et l'acer *platanoides*, dont les jeunes branches contiennent cependant un latex coloré en blanc. Enfin, certaines plantes tropicales, qui dans leur patrie ont un suc coloré, en offrent un aqueux et incolore quand elles sont cultivées dans nos pays tempérés: telles sont beaucoup d'espèces de Cactées par exemple.

Nous avons dit que le latex, abandonné à lui-même, surtout exposé à l'air, dans un vase large et peu profond, se partage en un coagulum qui offre la coloration, ou blanche ou jaune, et en un sérum, ordinairement d'une teinte brune; ce coagulum est tenace et élastique comme du caoutchouc, et se fond à la chaleur presque comme de la cire. Selon M. Schultz, les globules du latex se composent essentiellement de matières grasses et céraées. Les plus petits sont formés de cire, les plus grands se composent d'une vésicule remplie de graisse ou de cire. M. Mohl nie l'existence de cette membrane. Ces granules contiennent aussi une certaine quantité d'une matière identique avec le caoutchouc. Ce principe, en effet, n'est autre chose, comme chacun sait, que le latex de quelques arbres, et en autres de l'*hecca guyannensis*. Comparé à la lymphe ou séve du bois, dit M. Schultz, le latex est beaucoup plus concentré, il contient une plus grande quantité de parties solides et beaucoup moins de parties aqueuses. Par cette raison, la perte d'une petite quantité de suc laiteux nuit beaucoup à la plante, tandis que de grandes quantités de lymphe peuvent s'échapper sans inconvénients.

C'est le suc que nous venons de décrire, qui circule dans les vaisseaux laticifères. Ce phénomène peut être observé de diverses manières : 1° Si l'on place une jeune feuille de chélidoine ou de salsifis, un pétale de pavot, un sépale de chélidoine, etc., encore adhérents à la plante, et qu'on les observe après les avoir placés entre deux verres et humectés d'une goutte d'eau ou d'huile, avec un bon microscope, on voit le suc en mouvement dans les vaisseaux qui, avec les tubes trachéens, constituent les nervures. Les globules qui nagent dans le latex permettent de suivre la direction du liquide, et comme ses vaisseaux présentent de nombreuses anastomoses, on le voit passer d'un vaisseau dans un autre, pour revenir quelquefois au point d'où on l'avait d'abord vu partir; c'est ce mouvement, en quelque sorte circulaire, qui ramène les mêmes globules fréquemment dans les mêmes points, qui a fait donner le nom de *Cyclose* à ce genre de circulation.

2° Quand les parties qui contiennent les vaisseaux laticifères ne sont pas assez transparentes pour permettre de voir et de suivre ces vaisseaux, on peut en détacher des tranches minces que l'on observe de la même manière, et dans ce cas le mouvement paraît encore plus rapide à cause de l'écoulement qui s'est fait par les orifices béants de ceux qui ont été coupés ou déchirés. L'un des organes dans lesquels on les voit avec le plus de facilité, est sans contredit la grande stipule à demi transparente qui embrasse et recouvre le bourgeon terminal du *ficus elastica*. Il suffit d'en enlever l'épiderme d'un côté pour mettre à nu le réseau des laticifères dans lesquels on peut suivre le cours rapide et varié du latex. On peut également l'apercevoir dans une tranche mince et longitudinale enlevée au mois de mai de la face interne de l'écorce dans l'*acer platanoides*.

Indépendamment de ce mouvement général de translation, M. Schultz a cru en reconnaître un particulier, qui a lieu entre les globules qui nagent dans le latex. Ces globules jouiraient de deux forces, l'une qui tend à les rapprocher et à les réunir, l'autre qui les éloigne les uns des autres. L'oscillation des molécules du latex, dit M. Schultz, est un mouvement organique, qui, différent de tous les phénomènes physiques, est produit uniquement par des causes organiques. Ce mouvement consiste essentiellement en ce que les molécules organiques s'attirent et se repoussent, ou plutôt se réunissent et se séparent mutuellement; mais de telle manière que ce procédé recommence toujours de lui-même, et est une alternation continuelle de réunion et de séparation réciproques des molécules, sans qu'un repos se fasse remarquer à la réunion. Il nomme *autosyncrise* l'attraction ou réunion organique, et *autodiocrise*, la répulsion ou séparation. Ce sont des forces primitives organiques semblables à l'attraction et à la répulsion dans le monde physique.

Plusieurs causes déterminent le mouvement du suc vital dans ses

vaisseaux. Parmi ces causes les unes sont externes et générales; ainsi la température exerce une grande influence sur ce mouvement qu'elle accélère ou ralentit, suivant qu'elle est plus ou moins élevée. Les phénomènes d'endosmose en faisant sans cesse passer des sucs aqueux et plus fluides dans les vaisseaux du latex, contribuent aussi à son mouvement. M. Schultz admet de plus une cause inhérente aux vaisseaux laticifères eux-mêmes, la propriété qu'ils ont de se contracter; mais peu de physiologistes partageront à cet égard l'opinion de M. Schultz. Jusqu'à présent on n'a pu apercevoir aucun mouvement de contraction organique dans les éléments anatomiques qui composent les végétaux, pas plus dans les laticifères que dans les autres espèces de vaisseaux. La véritable cause du mouvement du latex est encore à trouver.

M. Schultz compare le latex au sang des animaux, il est donc l'agent essentiel de la nutrition. Il est formé par la sève qui après avoir parcouru dans sa marche ascendante toute la partie axile du végétal, vient se répandre dans les organes latéraux et foliacés, où elle éprouve par son contact avec l'air atmosphérique, par l'eau qu'elle rejette par la transpiration, etc., etc., des modifications qui la changent en suc nutritif ou en latex. On voit que pour M. Schultz le latex est la même chose que la sève descendante. Nous avons tout à l'heure indiqué les principales différences qui nous font considérer ces deux fluides comme différents.

Nous venons d'exposer très-sommairement les idées principales de M. Schultz sur la cyclose ou circulation du latex dans les végétaux. Ces idées ont été admises par la plupart des physiologistes. Cependant nous devons dire que quelques observateurs des plus habiles se sont élevés contre la théorie du botaniste de Berlin, et l'ont combattue dans toutes ses parties, tels sont par exemple, MM. Tréviranus et Mohl. Ce dernier, dans un mémoire spécial (*Ann. sc. nat.*, janvier 1844, p. 5), réfute presque tous les faits admis par M. Schultz. Selon lui le latex n'exécute aucun mouvement dans les vaisseaux qui le contiennent: celui qu'on a cru apercevoir provenait toujours soit de torsion ou de violence quelconque exercée sur les parties, soit de l'écoulement du liquide, quand ces parties avaient été détachées de la plante. M. Mohl est un habile observateur, un physiologiste sagace et ingénieux, cependant nous sommes portés à croire qu'il est ici dans l'erreur. Trop de personnes ont constaté le mouvement du latex dans des parties adhérentes à la plante, pour pouvoir le révoquer en doute. Cependant comme son opinion a toujours beaucoup de gravité à nos yeux, nous regrettons beaucoup qu'au moment où nous écrivons ces lignes, la saison ne nous permette pas de tenter de nouvelles expériences, afin de tâcher de nous éclairer sur ce sujet aussi grave et aussi important dans la physiologie des végétaux. Le seul point où nous nous trouvions complète-

ment d'accord avec MM. Mohl et Tréviranus, c'est que le latex ne soit pas la seule partie nutritive du végétal; mais que les autres fluides qui descendent dans l'écorce doivent être considérés comme concourant à la nutrition, et très-probablement dans une proportion plus grande que le latex lui-même.

§ VII. De l'assimilation ou de la nutrition proprement dite.

Après avoir passé en revue les différents actes ou fonctions spéciales dont se compose la nutrition, examinons maintenant cette fonction considérée dans son ensemble et dans ses résultats.

Les végétaux offrent une organisation complexe. L'analyse chimique nous fait voir qu'ils se composent de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et quelquefois d'azote. Mais ces éléments n'y sont pas ainsi séparés, isolés; ils y sont combinés en proportions diverses, et de leur combinaison résultent des composés jouissant de propriétés spéciales. Ainsi on trouve dans les végétaux de la cellulose, de l'amidon, du sucre, de la gomme, du gluten, des alcaloïdes, des matières résineuses, de la cire, des huiles grasses et volatiles, des acides, etc., etc. Ils contiennent de plus quelques autres matières qui n'en font pas nécessairement partie, comme des sels, des oxydes, de la silice, etc. Recherchons, s'il est possible, l'origine de ces diverses substances.

Comment le carbone s'est-il introduit dans les végétaux? C'est à l'état d'acide carbonique. Cet acide existe dans l'air atmosphérique au milieu duquel les végétaux se développent. Or, nous avons dit précédemment qu'exposées à l'action des rayons du soleil, les plantes décomposent l'acide carbonique, retiennent et s'assimilent le carbone, tandis qu'elles rejettent la plus grande partie de l'oxygène au dehors. De plus, l'acide carbonique existe dans les engrais que l'homme enfouit sans cesse dans le sol pour activer la végétation; cet acide est soluble dans l'eau: l'eau peut servir de véhicule à cette substance active de la végétation. Les racines, en absorbant ce liquide dans le sein de la terre, font pénétrer dans le végétal de nouvelles quantités d'acide carbonique qui, par l'action de la lumière, éprouve la même décomposition que celui qui a été absorbé par les feuilles.

L'oxygène fait également partie de la substance des végétaux. Il nous sera facile d'y expliquer la présence de ce gaz. En effet, comme le prouvent les expériences de Théodore de Saussure, les plantes ne rejettent point tout l'oxygène qui acidifiait le carbone dans l'acide carbonique; elles en retiennent une certaine quantité. L'air atmosphérique qui circule dans les végétaux leur cède également une portion de l'oxygène qu'il contient.

L'eau qui pénètre dans le tissu végétal, soit à l'état de vapeur, soit

à l'état liquide, est souvent en partie décomposée. Sous des influences diverses, tantôt c'est son oxygène que le végétal s'assimile, tantôt au contraire c'est l'hydrogène. Ce dernier principe provient également de la décomposition de l'ammoniaque que la plante absorbe et dont elle retient l'hydrogène.

L'azote existe dans tous les végétaux, ou y a existé. En effet, les analyses de M. Payen ont prouvé que tous les jeunes organismes végétaux contenaient de l'azote. Ce principe a deux origines: il vient de l'atmosphère ou des engrais enfouis dans le sol. Les expériences de M. Boussingault ont démontré que certains végétaux, le topinambour (*Helianthus tuberosus*), par exemple, tirent leur azote de l'atmosphère, tandis que d'autres, comme le froment, l'empruntent aux engrais. C'est à l'état d'ammoniaque que cet azote existe dans ces engrais. L'un des plus importants problèmes de l'agriculture doit donc tendre à se procurer cette ammoniaque en abondance.

Telles sont les éléments qui entrent essentiellement dans la composition du tissu végétal; ce sont eux qui en forment la base. Mais il en est d'autres encore qui, sans faire partie nécessaire de leur organisation, s'y trouvent toujours dans des quantités plus ou moins considérables, et qui n'en sont pas moins nécessaires à l'existence de chaque espèce: tels sont la chaux, la silice, le carbonate, le phosphate et le malate de chaux, les carbonates de soude et de potasse, le nitrate de potasse, le fer, etc.

Or, il est prouvé, d'après les expériences de Théodore de Saussure, que ces substances arrivent toutes formées dans l'intérieur du végétal. Déposées dans le sein de la terre ou dans l'atmosphère, elles sont dissoutes ou entraînées par l'eau qui les charrie et les transporte dans l'intérieur du tissu végétal.

Ce n'est point l'acte de la végétation qui forme ces substances, ainsi que Schrader, M. Braconnot et quelques botanistes et physiiciens l'avaient avancé. C'est la terre, ou le milieu dans lequel les végétaux se développent, qui leur cèdent les alcalis, les terres et les substances métalliques que l'analyse chimique y fait découvrir. Ce fait, déjà prouvé par les nombreux essais de Théodore de Saussure, a été mis dans son dernier degré d'évidence par les expériences de M. Lassaigue. Cet habile chimiste répéta de la manière suivante les expériences de M. Théodore de Saussure.

« Au 2 avril dernier, je plaçai, dit-il, dix grammes de graines de sarrasin (*polygonum sagopyrum*) dans une capsule de platine contenant de la fleur de soufre lavée, et que j'avais humectée avec de l'eau distillée récemment préparée; je la posai sur une assiette de porcelaine qui contenait un demi-centimètre d'eau distillée, et je recouvris le tout avec une cloche de verre, à la partie supérieure de laquelle il y avait un robinet qui, au moyen d'un tube de verre re-

courbé en siphon et terminé par un entonnoir, me permettait de verser de l'eau de temps en temps sur le soufre.

» Au bout de deux ou trois jours les graines avaient germé pour la plus grande partie; on continua de les arroser tous les jours, et dans l'espace d'une quinzaine elles avaient poussé des tiges de six centimètres de hauteur, surmontées de plusieurs feuilles.

» On les rassembla avec soin, ainsi que plusieurs graines qui n'avaient point levé, et on les incinéra dans un creuset de platine; la cendre qu'on en obtint pesait 0,220 grammes; soumise à l'analyse, elle a donné 190 de phosphate de chaux, 25 de carbonate de chaux, et 5 de silice.

» Dix grammes de ces mêmes semences incinérées fournirent la même quantité de cendre, formée exactement des mêmes principes.»

Il résulte évidemment de cette expérience, qui fut répétée une seconde fois, et qui donna le même résultat, qu'après leur développement dans l'eau distillée, les jeunes pieds de sarrasin ne contenaient pas une quantité plus considérable de sels alcalins que les graines dont ils provenaient: d'où l'on peut conclure, avec M. Théodore de Saussure, *que les alcalis et les terres que l'on trouve dans les plantes ont été absorbés et tirés du sol.*

L'existence des quatre principes fondamentaux une fois constatée dans le végétal, on peut concevoir la formation des principes immédiats qui entrent également dans la composition des plantes, et qui tous en effet ne sont que des composés binaires, ternaires ou quaternaires en diverses proportions de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote. Ces principes immédiats sont extrêmement variés et nombreux; mais ceux qu'on rencontre le plus communément sont la cellulose, la gomme, la fécule, le sucre, la résine, les huiles fixes et volatiles, etc. Ces principes, comme on sait, varient non-seulement dans les diverses espèces de végétaux, mais encore suivant les organes dans lesquels on les observe; c'est ainsi, par exemple, que les huiles grasses ne se trouvent guère que dans les semences et quelques péricarpes, que la fécule existe plus spécialement dans la tige aérienne ou souterraine, etc.

Ces principes immédiats étant tous des composés de carbone, d'oxygène, d'hydrogène, et quelquefois d'azote, et ces éléments se formant ou arrivant continuellement dans les tissus végétaux, on conçoit qu'ils doivent servir à la formation de ces principes. Mais comment y servent-ils? En vertu de quelle force ont lieu ces combinaisons? Pourquoi, dans un cas, se forme-t-il de la fécule, dans un autre de la gomme ou du sucre? Toutes ces questions, d'ailleurs si importantes et si pleines d'intérêt, nous paraissent totalement insolubles par l'observation directe. Nous savons seulement que leurs éléments existent dans le tissu végétal; mais nous sommes forcés

d'avouer notre ignorance sur la cause directe qui les produit. Sans doute il y a quelque combinaison chimique, puisqu'en effet nous trouvons dans ces principes immédiats les mêmes éléments, seulement en des proportions diverses. Mais ici nous devons encore admettre que ces changements de composition, qui s'opèrent pendant la nutrition, que ces principes nouveaux sont le résultat de manifestations de la vie et de l'organisation, et non pas seulement des effets de l'affinité chimique. Dans tous les changements qui ont lieu chez les êtres organisés, on ne peut jamais perdre de vue, dans les explications qu'on en donne, ce fait qui domine toute la question, la vie, et par conséquent son influence sur tous les phénomènes qui se produisent. L'organisation joue également un rôle des plus importants dans ces divers actes vitaux. En effet, c'est en vertu des différences, quelquefois si minimes que nous ne pouvons les apprécier, que l'organisation présente dans les différents végétaux et dans les parties d'une même plante, qu'a lieu la formation de tel principe immédiat plutôt que de tel autre. Mais, nous le répétons, ces organes élémentaires, assez différents pour former des produits si divers, nous manquons d'une précision ou d'une délicatesse de nos sens assez grande pour en apprécier les différences. Néanmoins, c'est un fait que nous ne saurions révoquer en doute. Ne voyons-nous pas en effet tous les jours des plantes d'espèces différentes, placées dans le même sol et dans les mêmes circonstances atmosphériques, donner des produits tout à fait différents, tandis que des plantes de même espèce, placées dans des conditions différentes, donneront des produits identiques? C'est donc l'organisation propre de chacune de ces plantes qui détermine la nature de leurs produits.

Nous ne prétendons pas cependant nier l'influence que le sol peut exercer dans un grand nombre de circonstances sur la composition chimique des végétaux. Ainsi, les plantes qui vivent dans le voisinage de la mer contiennent une grande proportion de sel marin; celles qui végètent sur les vieux murs donnent des quantités notables de nitrate de potasse. Mais remarquons néanmoins, et cette observation est fort importante, qu'ici c'est une simple action physique. Les terrains qui avoisinent la mer sont imprégnés d'hydrochlorate de soude; les vieux murs contiennent du nitre; ces deux sels sont également solubles dans l'eau. L'eau, absorbée par les racines, en contient donc une quantité plus ou moins considérable, qu'elle dépose dans l'intérieur du végétal. Mais il n'y a pas là influence directe du sol sur la production des principes immédiats.

Il nous serait impossible de parler ici avec détail des principes immédiats si variés qu'on observe dans les végétaux. Nous nous contenterons d'en présenter un simple tableau, dans lequel nous les rangeons en trois classes, d'après leur composition chimique; après