

Le marnage s'applique, d'ailleurs, avec succès, pour d'autres causes. C'est ainsi, qu'employé dans les terres argileuses, il les rend plus meubles, en même temps que la chaux favorise la décomposition des silicates.

L'action des sels de chaux paraît favoriser la production de l'amidon, qui, sous l'influence de la potasse, se transforme en glucose. L'excès de chaux se dépose dans les feuilles, où il s'accumule, sous forme d'oxalate ou de carbonate, par le simple départ de l'acide carbonique du bicarbonate de chaux amené par la sève.

**Silicates.** — Selon Risler, les silicates sont décomposés par l'acide carbonique du sol, ou par la matière organique, partiellement transformée en acide humique. Il se forme alors, soit des carbonates, soit et surtout des humates, plus stables, tandis que la silice se dissout dans l'eau, grâce à son état naissant. En dehors de ces deux causes de solubilité de la silice, on a reconnu que le silicate de chaux se dissout (0,0006) dans certaines conditions (P. Thénard); que le silicate d'alumine et de chaux est soluble (Gunning et Feichtinger); que la silice est dissoute principalement par l'ammoniacque du sol réagissant sur les silicates (Wolff).

**Oxydes d'alumine, de fer, etc.** — On a vu que le phosphate de chaux, en dissolution dans l'eau chargée d'acide carbonique, est décomposé par les oxydes de fer et d'alumine, en produisant des phosphates insolubles. D'autre part, quand on filtre, à travers une couche de terre, une solution organique ou saline, le liquide qui passe ne contient plus que des traces de la substance primitivement dissoute. Cette action du sol a évidemment pour cause la propriété absorbante, que possèdent tous les corps poreux; mais il est évident aussi que la matière dissoute doit être retenue, parce qu'elle est décomposée et entre dans de nouvelles combinaisons. Ce que nous avons dit des propriétés des composés ci-dessus étudiés justifie cette manière de voir, en ce qui concerne les dissolutions salines. Mais, comment sont retenues les matières organiques? P. Thénard a montré que, en se décomposant, ces matières donnent naissance à un acide azoté, qu'il appelle *Acide fumique*. Il a vu que les *fumates*, d'abord à base alcaline et par conséquent solubles, se décomposent au contact des oxydes de fer et d'alumine, pour former des sortes de laques insolubles, qui se modifient lentement, redeviennent solubles et forment ainsi des matériaux alibiles, que les racines absorbent. Lorsque les oxydes terreux et métalliques deviennent insuffisants, pour réagir sur les *fumates* alcalins, la prédominance de ces *fumates* rend les terres *aigres*. L'apparition des *Rumex* sur le sol et la diminution de sa fertilité sont des indices de cet état, qui cesse par l'addition de marnes aluminocalcaires. Mais la modi-

fication des *fumates* et leur retour à la solubilité sont lents: il faut donc favoriser leur transformation. L'expérience enseigne qu'elle se fait sous l'action de trois influences concomitantes: 1° l'air ou mieux l'oxygène ozonisé; 2° l'eau; 3° le carbonate de chaux en excès.

La présence de l'ozone est suffisamment expliquée, par les réactions qui se produisent au sein des matières organiques. Sous son influence, selon P. Thénard, les *fumates* insolubles se transforment en acide carbonique et en *fumates* solubles. P. Thénard s'est assuré, d'ailleurs, que l'oxygène ordinaire agit plus lentement que l'ozone.

Nous avons examiné longuement les effets du carbonate de chaux.

On a vu, d'autre part, le rôle important de l'eau, dans toutes les modifications des matières du sol, dont les principes solubles sont, par elle, répandus dans toutes les portions du terrain.

De ce qui précède, il résulte que, si les plantes trouvent dans le sol tous les matériaux des principes qu'elles absorbent, l'air et l'eau sont indispensables pour assurer la formation et la dissolution de ces principes. L'air n'arrive jamais en trop grande quantité dans un sol, si ce sol reçoit une portion d'eau suffisante; mais celle-ci ne doit jamais s'y trouver en excès: elle empêche alors l'accès de l'air, et change un terrain fertile en marécage. %

#### ÉTUDE DES RÉACTIONS QUI SE PRODUISENT DANS L'INTÉRIEUR DE LA PLANTE

##### A. Formation des principes immédiats

Les plantes vertes dégagent de l'oxygène ou de l'acide carbonique, selon qu'elles sont soumises ou non à l'action de la lumière: l'oxygène dégagé provient de la décomposition de l'acide carbonique qu'elles absorbent dans l'air; l'acide carbonique expiré provient des profondeurs de la plante, où il se forme par l'action de l'oxygène sur le carbone des éléments. D'un autre côté, les matériaux organiques, absorbés par les racines, sont modifiés au sein des cellules, soit par le protoplasma cellulaire, soit par réaction réciproque, soit par l'oxygène. On doit penser que la modification ou la formation des principes s'effectuent dans les diverses parties du végétal; mais il est à croire qu'elles se font surtout dans les feuilles et, toutes les fois qu'intervient l'oxygène, sous l'influence de l'oxygène naissant, c'est-à-dire, de celui qui résulte de la réduction de l'acide carbonique. Dans les réactions qui se produisent, l'eau intervient, sans contredit, soit par elle-même, soit par ses

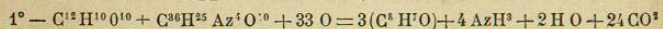
éléments. D'autre part, les azotates et l'ammoniaque, que nous avons dit être absorbés par les racines, se décomposent, pour fournir au protoplasma et aux diverses matières protéiques l'azote dont ils ont besoin. Il se produit encore ici des combinaisons nouvelles. On ne sait, en aucune façon, comment agit la nature, pour fabriquer les principes immédiats, avec des éléments, en définitive, à peu près tous de nature inorganique. Il semble pourtant, qu'on peut arriver à comprendre cette production, si l'on veut bien admettre la possibilité des réactions que nous allons indiquer, au moyen de formules évidemment hypothétiques, d'ailleurs.

Nous savons que les plantes absorbent : de l'eau (HO), de l'acide carbonique (CO<sup>2</sup>), de l'ammoniaque (AzH<sup>3</sup>), et que, dans leur sein, se produit de l'oxygène ozonisé (O).

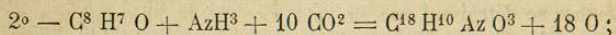
Nous savons aussi qu'elles contiennent :

De l'amidon (C<sup>12</sup> H<sup>10</sup> O<sup>10</sup>), du glucose (C<sup>12</sup> H<sup>12</sup> O<sup>12</sup>), de la cellulose, qui est une sorte d'amidon condensé, de la protéine (C<sup>36</sup> H<sup>25</sup> Az<sup>4</sup> O<sup>10</sup>, selon Mulder), de la chlorophylle (C<sup>18</sup> H<sup>10</sup> Az O<sup>3</sup>, selon Morot), une matière grasse spéciale (C<sup>8</sup> H<sup>7</sup> O, selon Morot), du tannin (C<sup>54</sup> H<sup>22</sup> O<sup>34</sup>), de la mannite (C<sup>12</sup> H<sup>14</sup> O<sup>12</sup>), etc.

Voyons ce qui se passe dans l'évolution d'un bourgeon. Ce bourgeon contient de la protéine et de l'amidon; il absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique, tandis qu'une matière grasse, de couleur jaune, apparaît dans les jeunes feuilles :

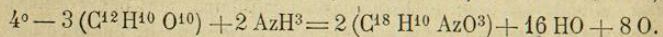
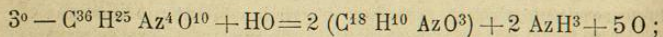


Les jeunes feuilles commencent à s'étaler; elles produisent de la chlorophylle et dégagent de l'oxygène, par simple combinaison des principes formés selon la formule n° 1.

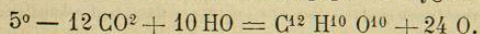


De nouvelle chlorophylle se produit d'abord aux dépens de la protéine (form. n° 3) et ensuite de l'amidon, qui se combine à l'ammoniaque (form. n° 4) résultant de la décomposition de la protéine.

On a donc successivement :

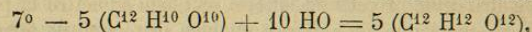
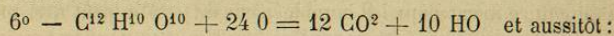


Sous l'influence de la chlorophylle ainsi produite, l'acide carbonique absorbé par les feuilles s'empare de l'eau formée selon la formule n° 4; il se produit de l'amidon et il se dégage de l'oxygène :

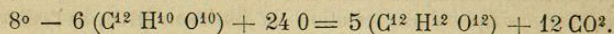


Ce résultat est déterminé par la fonction chlorophyllienne, sous

l'influence de la lumière. Pendant la nuit, la réaction s'établit en sens inverse, mais on le sait, avec une bien moindre intensité. Sur 6 parties de l'amidon formé pendant le jour, une seule est réduite en acide carbonique, tandis qu'il se forme de l'eau; cette eau se combine aux 5 autres parties d'amidon, qui se transforment en glucose. On a donc :



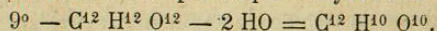
ou, en combinant ces deux formules :



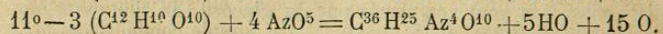
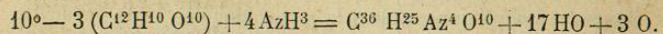
Le dégagement de l'acide carbonique peut s'effectuer aussi, par destruction d'une partie du protoplasma, selon la formule n° 1.

Nous savons que le glucose formé pendant la nuit est transporté, soit aux lieux où doit se faire un dépôt de glucose ou d'amidon, soit dans les points où s'effectue la multiplication ou l'accroissement des cellules, auquel cas, l'amidon se change en son isomère la cellulose.

Cette modification se fait par simple déshydratation du glucose :



Comme, d'autre part, la multiplication cellulaire nécessite une augmentation du protoplasma, cette augmentation se fait par la combinaison de l'acide azotique ou de l'ammoniaque apportés par la sève ascendante, avec l'amidon transporté par la sève élaborée. On a :

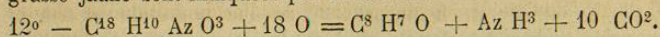


Quand les feuilles vieillissent, et deviennent jaunes, les éléments protéiques se détruisent ou s'en vont. Comme la chlorophylle est détruite et la chaux précipitée, il ne se forme plus d'amidon; celui qui restait se change en glucose, sous l'influence des sels de potasse et quitte les feuilles avec eux<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Cette propriété de la potasse, de favoriser la production du sucre, paraît démontrée par le tableau suivant, dont nous empruntons les éléments aux *Etudes... sur l'agriculture du pays de Caux*, par E. Marchand. On y verra que la quantité de sucre fournie par les Betteraves est en raison directe de la proportion d'argile (celle-ci étant, comme on le sait, le seul élément du sol capable de céder de la potasse aux plantes) et en raison inverse de la proportion de chaux. Il semble donc que, si la chaux favorise la production de l'amidon, la potasse est nécessaire pour transformer cet amidon en sucre.

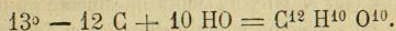
En parlant de l'amidon, nous avons dit (p. 19) que, selon Nobbe, la potasse paraît nécessaire à la production de l'amidon : un peu plus loin (p. 21), nous avons émis l'opinion que le chlorure de calcium pourrait bien être l'un des dissolvants de cet amidon. Or, des faits ci-dessus, il résulte que la chaux est l'agent producteur et la potasse l'agent modificateur de ce principe. L'expérience de Nobbe aurait-elle été mal interprétée ? Nous n'osons pas le dire, nos renseignements à ce sujet étant incomplets. Quant à l'influence

La destruction de la chlorophylle et l'apparition de la matière grasse jaune sont indiquées par la formule n° 2 renversée:



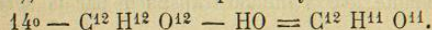
L'ammoniaque, dont la production est indiquée ici, ne se forme pas sans doute. Il est probable que l'azote et l'hydrogène, qui la constituent, entrent dans les combinaisons de nature protéique, qui évacuent les feuilles à cette époque.

On a vu que l'amidon apparaît en bien des circonstances, soit qu'il provienne du dédoublement de divers principes, soit qu'il résulte d'une simple déshydratation du glucose. Cet hydrocarbure n'est, en définitive, qu'un mélange de carbone et d'eau; il peut donc aussi se produire par simple combinaison de l'eau avec le carbone, au moment où celui-ci est mis en liberté par la réduction de l'acide carbonique :

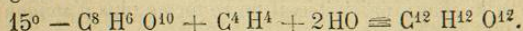


Quel rôle joue la chaux dans la formation de l'amidon? n'est-elle que l'agent de transport de l'acide carbonique? on ne sait pas. Mais l'expérience montre que, là où manque la chaux, il ne se fait pas d'amidon.

La transformation du glucose en sucre de Canne, qui est emmagasiné dans des organes spéciaux (tige de la Canne à sucre; racine de Betterave), résulte d'une simple déshydratation :



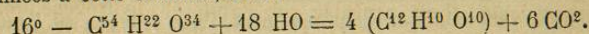
Buignet a montré que, pendant la maturation des fruits, les acides disparaissent et sont remplacés par du glucose. En supposant que l'acide disparu est de l'acide malique, on voit que, pour le changer en glucose, il suffit de le combiner avec de l'eau et du bicarbonate d'hydrogène :



attribuée au chlorure de calcium, il se peut, si elle est réelle, qu'elle s'exerce conjointement avec celle de la potasse, ou que le chlorure de calcium agisse au défaut de cette dernière.

NATURE DES PRINCIPES	QUANTITÉS TROUVÉES DANS LES PROPRIÉTÉS DE MESSIEURS :				
	MARCHAND	DUTOT	DAUSSY	DUFARC	REQUIER
Carbonate de chaux 00/00 . . . . .	116,4	20,7	9,5	7,1	5,6
Argile 00/00 . . . . .	20,3	68,9	71,4	77,1	117,8
Sucre 0/0 de Betterave . . . . .	7,05	9,54	13,55	11,13	15,4

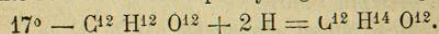
En traitant du tannin et de ses fonctions (v. p. 24), nous avons montré, par des formules : 1° que ce principe peut se transformer en acide gallique et en glucose : 2° que l'acide gallique se change en glucose et celui-ci en cellulose. En combinant les formules données à cette occasion, on a :



Le tannin serait donc un facteur de la cellulose, comme l'avait pensé Rochleder.

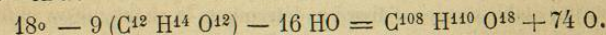
De Luca a vu de la mannite se produire dans les feuilles de l'Olivier, puis en disparaître, à mesure que l'huile se forme dans le fruit.

La mannite résulte d'une simple hydrogénation du glucose :



On peut concevoir, mais à l'aide d'une formule plus qu'hypothétique, sa transformation en oléine, par addition d'eau et d'oxygène.

La formule de l'oléine étant  $3(C^{34} H^{31} O^4)$ ,  $C^6 H^8 O^6$  ou  $C^{108} H^{110} O^{18}$  on a :



Les formules successives, que nous venons de donner, permettent, dans une certaine mesure, d'expliquer comment les éléments organiques absorbés par les plantes et les principes immédiats préexistants peuvent se combiner entre eux ou se transformer en d'autres principes. Rien ne prouve, d'ailleurs, que les divers principes, dont nous avons étudié la formation, se produisent exactement comme ces formules semblent l'indiquer.

Nous avons montré que la marche ascendante de la sève se ralentit pendant la nuit; nous savons que l'amidon et le glucose se forment successivement, sous les influences contraires de la lumière et de l'obscurité. Tout porte donc à croire également, que les matières azotées nouvellement produites doivent aussi se redissoudre pendant la nuit. Il en résulte la conclusion que l'équilibre instable, déterminé par l'accumulation des sucres et des matériaux formés le jour se rétablit dans la plante, pendant la période du repos nocturne, et que les matières alors dissoutes, se transportent là où elles sont nécessaires.

#### B. Marche des matériaux inorganiques

La pénétration se fait par endosmose et par diffusion. La théorie enseigne que c'est surtout par diffusion, que certains sels pénètrent dans les plantes.

Soient deux liqueurs salines, A + B, séparées par une membrane poreuse. Il se présente deux cas :

1<sup>o</sup> *Les sels en présence ne se précipitent pas :*

α) Si A et B contiennent le même sel, mais en proportion différente, la marche de la matière saline s'établit de la liqueur la plus concentrée vers l'autre et réciproquement : l'une cède son sel, l'autre son eau.

β) Si A et B renferment des sels différents, ceux-ci passent de A en B et de B en A, tant que l'un des sels est en excès dans l'une des liqueurs ; à la limite, les deux sels sont également répartis dans chaque liqueur.

2<sup>o</sup> *Les sels en présence se précipitent mutuellement ou l'un d'eux, seul, précipite l'autre :*

α) Si A contient un sel précipitable par le sel de B, le courant s'établira, soit de A vers B, soit de B vers A, selon la facilité relative avec laquelle l'un ou l'autre sel traversera la membrane interposée.

β) Si A contient deux sels, l'un précipitable par la liqueur de B, le courant établi servira d'abord à déterminer la précipitation, suivant la règle établie dans le cas précédent. Quand tout le sel précipitable aura été soustrait, le deuxième sel commencera sa diffusion, qui se continuera jusqu'à ce que l'équilibre soit établi. Dans l'un et l'autre cas, si l'un des deux sels qui se précipitent est en excès, il se répartira ensuite dans l'une et l'autre liqueur, comme s'il était seul.

Cette théorie de la diffusion est exactement applicable aux plantes. Mais, ici, intervient un autre agent : la réduction possible de la substance saline, par la matière organique.

Aux causes de l'absorption que nous avons examinées, il faut donc en ajouter deux autres :

1<sup>o</sup> La tendance que le liquide de la plante et le liquide venu du sol ont à égaliser leur composition ;

2<sup>o</sup> La précipitation de certains matériaux, par la matière organique.

Il convient, toutefois, de remarquer que la quantité du liquide salin absorbé sera d'autant plus considérable que la transpiration sera plus active, mais à la condition que la substance saline pourra être déposée ou neutralisée. Dans ce dernier cas, tantôt la matière entre en combinaison stable avec les tissus, tantôt elle est simplement emmagasinée, pour être utilisée plus tard.

Il n'est question ici, bien entendu, que des matières assimilables et non de celles qui détruisent le protoplasma, par nocuité directe ou par obstruction.

Les expériences faites par de Saussure, relativement à l'élection de certains matériaux salins, par les racines, ont été discutées plus haut. Il a été démontré que ces expériences ne prouvent rien.

Dehérain a cherché aussi à élucider cette question. Après avoir vainement essayé de résoudre le problème par l'expérimentation directe, il a tourné la difficulté, en employant des solutions salines, soit réunies par un tube en U, ou par de la bagasse de Canne à sucre, ou par une bande de tulle, soit séparées par une cloison poreuse. Nous ne pouvons ici résumer ces expériences. Elles nous ont paru confirmer exclusivement les lois de Berthollet, dont l'application était, selon le cas, aidée ou entravée par la diffusion seule, ou par la diffusion et la capillarité, ou par ces deux causes aidées par l'évaporation, soit de l'eau, soit de l'acide carbonique.

Les expériences de ce genre, basées sur l'application des lois physiques et chimiques, seules ou combinées, ne peuvent rien enseigner de précis. Force est donc de s'en rapporter à l'observation directe de ce qui se passe dans la nature.

On a vu que les matériaux salins de la sève se portent avant tout dans les feuilles, où elles s'emmagasinent ; ensuite, selon leur nature, ils en sont retirés, ou ils y restent et s'y accumulent. Ceux qui partent sont les sels de potasse et les phosphates, que l'analyse montre si abondants dans les jeunes organes et dans les graines. Ceux qui restent, sont les sels de chaux et la silice. Aussi voit-on augmenter progressivement le poids des cendres obtenues des feuilles prises aux périodes successives de la végétation, comme le montre le tableau suivant, emprunté aux *Etudes sur le Colza*, par I. Pierre :

ÉPOQUES DES OBSERVATIONS	CENDRES OBTENUES PAR KIL. DE MATIÈRE SÈCHE		
	PLANTE ENTIÈRE	FEUILLES VERTES	FEUILLES MORTES
22 Mars. . . . .	107,92	130,41	»
2 Avril. . . . .	104,31	132,42	179,02
6 Mai. . . . .	110,24	201,57	280,98
6 Juin. . . . .	97,56	288,30	327,48

Voici l'explication des différences observées.

Au 22 mars, les plantes, viennent d'être repiquées ; toutes les feuilles sont en bon état ; la teneur en cendres est presque égale dans la plante entière et dans les feuilles ; toutefois, ces dernières en laissent un peu plus : elles ont commencé à emmagasiner.

Au 2 avril, les plantes ont souffert, par le repiquage, et quelques

feuilles sont mortes, entraînant avec elles une grande proportion de cendres ; celles-ci ont donc diminué dans la plante et ont à peine augmenté dans les feuilles.

Au 6 mai, la plante est dans toute sa vigueur et, bien qu'elle ait perdu beaucoup de matières salines, par la mort de quelques feuilles, les feuilles vertes donnent un poids de cendres presque double de celui de la plante entière.

Enfin, au 6 juin, la plante commence à fructifier ; l'accumulation des matières salines, dans les feuilles, a continué. La faible différence observée, entre les feuilles vertes et sèches, tient à ce que les premières contiennent encore beaucoup de sels solubles, tout en possédant déjà une grande quantité de matières insolubles. Les feuilles vertes fournissent un poids de cendres plus de trois fois supérieur à celui que donne la plante entière, et les feuilles sèches en laissent presque quatre fois autant.

Les matières insolubles, ainsi déposées dans les feuilles, sont formées de silice et de carbonate ou d'oxalate de chaux. Les sels de chaux qui ont pénétré dans la plante sont surtout de l'azotate ou du bicarbonate de chaux. L'azotate se décompose en azote ou en ses combinaisons, immédiatement utilisés par le protoplasma ; le bicarbonate a perdu son excès d'acide carbonique, sous l'action des acides organiques. Quant à la chaux de ces deux sels, elle reste à l'état de carbonate, ou se combine aux acides oxalique, malique, etc.

La silice et les silicates ont pénétré à la faveur de la matière organique : ils en ont été séparés, par la combinaison de leur dissolvant, avec les principes immédiats de la plante, et se sont isolés sous forme d'incrustation dans certains tissus ou se sont combinés aux éléments de ces tissus.

Cette combinaison des substances inorganiques, avec la matière organique vivante, se traduit souvent, lorsqu'on incinère une plante, par l'obtention d'un squelette, qui conserve tous les détails de structure des tissus.

Les matériaux ainsi déposés sont loin d'être inutiles. En outre de la rigidité qu'ils communiquent aux tissus, ils ont servi avant leur précipitation : la chaux, à la production de l'amidon et à l'introduction d'une grande quantité d'acide carbonique dans la plante ; la silice, à l'introduction d'une partie de la matière organique assimilable.

Les matières minérales emmagasinées dans les tissus peuvent donc s'y trouver sous deux états :

1° *Libres* et pouvant en être séparées, soit par lavage avec de l'eau, soit à l'aide d'un acide ou d'une solution alcaline.

2° *Combinées*, c'est-à-dire ne pouvant être enlevées par aucun

traitement direct et dont la présence n'est dévoilée que par l'incinération.

Dans cette dernière catégorie se placent : les *phosphates* ou peut-être le *phosphore* combiné aux albuminoïdes ; le *soufre* provenant des sulfates, qui est combiné aussi avec les matières protéiques ; la *silice*, qui est combinée à la cellulose ; l'*iode* et les *iodures*, que les tissus des *Fucus* retiennent obstinément.

De tout ce qui précède, il résulte que le dépôt des substances inorganiques est dû à plusieurs causes : 1° le départ du dissolvant, soit par réduction du sel à l'état neutre, soit par modification de son acide, qui se change en acides oxalique, malique, tartrique, etc. ; 2° la combinaison du dissolvant avec la matière organique de la plante ; 3° la combinaison de la substance dissoute avec la matière des tissus. A ces modes de dépôt, il convient d'en ajouter deux autres, beaucoup plus rares et qui se présentent lorsqu'un sel vénéneux ou réductible pénètre dans les cellules. On observe alors, soit la destruction du protoplasma, avec conservation du principe vénéneux, soit l'obstruction du protoplasma, par réduction du corps vénéneux : *bichlorure de mercure* transformé en *calomel* ; *azotate d'argent*, qui est réduit.

#### RÉCAPITULATION

Arrivés au terme de cette longue étude de la nutrition, examinée dans tous ses phénomènes, nous croyons devoir la résumer.

Il en ressort :

1° Que les matériaux alibiles accumulés dans la graine ou dans le bourgeon se modifient et sont transportés dans la jeune plante ;

2° Que les principes hydrocarbonés (*amidon*, *matières grasses*, etc.) sont décomposés ou modifiés, sous l'influence de l'oxygène et de l'eau, ainsi que sous l'action mystérieuse d'un agent (*diastase*), formé aux dépens de la matière protéique (v. *Germination*) ;

3° Que, sous ces diverses influences, les carbures hydroxygénés se transforment partiellement en acide carbonique, qui se dégage, tandis que la portion non détruite s'allie aux principes aleuriques devenus liquides et, qu'en se combinant entre eux ou avec les matériaux venus du dehors, ils donnent naissance aux éléments de la multiplication des cellules ;

4° Que la jeune plante, enfin pourvue de feuilles et de racines, puise dans le sol et dans l'air les éléments nécessaires à la production et à l'évolution des nouveaux organes ;

5° Que les matières absorbées sont, dans la plante et surtout dans les feuilles, soumises à des manipulations multiples, desquelles ré-

sultent, soit la formation de principes immédiats, soit le dépôt de substances minérales, qui, tantôt se combinent à la trame des tissus et tantôt s'accumulent à l'intérieur des cellules, dont elles amènent l'obstruction et la mort;

6° Qu'enfin, les principes immédiats se modifient à leur tour, deviennent solubles et sont emportés par la *sève élaborée*, jusqu'aux lieux spéciaux où ils redeviennent insolubles et s'emmagentent, pour constituer les matériaux de réserve d'une végétation ultérieure.

Les phénomènes qui président à la vie des plantes peuvent être répartis en trois séries d'actes bien distincts : 1° *Jeune plante* : les matériaux de la graine servent à l'évolution des organes; 2° *Plante adulte* : les matériaux absorbés au dehors se modifient et se transforment en de nouveaux principes, dont une partie sert à la production et à l'évolution des organes, tandis que l'autre partie s'accumule en de certains points; 3° *Plante vieillie* : les matériaux alibiles quittent les parties de la plante, qui doivent se détruire, et vont s'emmagasinier dans les portions qui persistent, ou dans les semences qui doivent en produire une nouvelle.

Pour que ces phases successives s'accomplissent régulièrement, il faut que la plante soit placée dans les conditions normales de la végétation, c'est-à-dire, qu'elle soit soumise à l'action successive de la lumière et de l'obscurité; qu'elle trouve dans le sol les aliments dont elle a besoin. La condition de lumière et d'obscurité successives est habituellement remplie. Il n'en est pas toujours ainsi, pour les matériaux nutritifs.

Quand une graine germe sur un sol incomplètement pourvu, la plante qui en naît a une végétation chétive; parfois, elle n'en accomplit pas toutes les phases et meurt; plus souvent, elle fleurit et fructifie, mais ses graines sont maigres et peu nombreuses. C'est ce que l'on observe, lorsqu'on fait produire à un même champ plusieurs récoltes successives, sans lui restituer les matériaux enlevés par ces récoltes. Nous avons vu que, pour reconstituer les principes solubles et utilisables d'une terre épuisée, il faut non seulement un temps plus ou moins long, mais aussi qu'on doit lui fournir les substances organiques ou minérales nécessaires, pour opérer cette reconstitution.

D'autre part, il a été établi : que chaque espèce de plantes a ses préférences; que les unes ont besoin de potasse, les autres de phosphate de chaux; que certaines ont une affinité plus grande pour la chaux ou pour la silice; qu'enfin, une terre devient rapidement stérile, quand elle est privée du calcaire indispensable à la saturation des acides dérivés de l'humus.

La vérité de ces préférences est montrée par l'observation journalière et c'est pourquoi l'on a pu diviser les plantes en *indifférentes*, *calcicoles*, *silicicoles*, *salines*. Mais l'observation montre aussi que les plantes calcicoles en un pays sont parfois silicicoles en d'autres. Au reste, ces questions sont du ressort de la géographie botanique et seront traitées dans l'article consacré à cette partie de la science. Quant à la réalité d'une élection effectuée par les végétaux, elle a été démontrée depuis longtemps par Malaguti et Durocher (*Recherches sur la répartition des éléments inorganiques*, etc.). Elle ressort de divers exemples cités à l'article *Absorption*, et encore mieux du tableau ci-dessous, empruntée à E. Marchand.

NOMS DES ÉLÉMENTS	QUANTITÉS TROUVÉES DANS 1 KIL. DE FUCUS DÉSÉCHÉS				
	FUCUS SILIQVOSUS	FUCUS VESICULOSUS	FUCUS SERRATUS	FUCUS SACCHARIN.	FUCUS DIGITATUS
Potasse. . . . .	17,25	9,47	13,92	10,98	11,80
Soude. . . . .	17,33	31,08	51,68	32,90	46,02
Chaux. . . . .	11,33	22,14	17,00	14,90	17,36
Chlore. . . . .	37,43	39,42	48,10	38,96	57,40
Iode. . . . .	0,75	1,12	1,54	3,78	9,54
Brome. . . . .	0,73	0,94	1,86	0,34	1,38

Les observations précédentes permettent d'établir les principes, sur lesquels reposent les notions qui doivent présider à toute culture :

1° Faciliter l'accès de l'air, qui réagit sur les matières organiques et détermine la production des éléments solubles du sol, de l'acide carbonique, des composés de l'azote, c'est-à-dire des combinaisons diverses, indispensables, soit directement, soit indirectement, à la vie des plantes;

2° Permettre ou empêcher, selon le cas, la sortie de l'eau, qui est nécessaire pour dissoudre les matières alibiles et favoriser leur transport dans la plante, mais qui ne doit jamais être en excès dans le sol;

3° Restituer au sol les matériaux soustraits par une précédente culture;

4° Donner au sol le temps de reconstituer ses éléments solubles, soit par le repos (*Jachère*), soit par une succession judicieuse des cultures, basée sur la connaissance des aliments indispensables à chacune (*Rotation*).

Même dans ces deux modes de culture, la restitution des matériaux

enlevés au sol est nécessaire, car on ne peut admettre qu'une terre soit inépuisable.

Les matières que l'on dépose sur le sol, à cet effet, ont reçu le nom général d'*Engrais*.

Les engrais sont de deux sortes : *organiques*, *inorganiques*. Les engrais organiques conviennent surtout aux terres encore riches en substances minérales, dont ils favorisent la dissolution. Ils peuvent être d'origine végétale (*plantes vertes*, *fumier de ferme*, *tourteaux*, etc.), ou d'origine animale (*poudrette*, *guano*, *débris d'animaux*).

Les engrais inorganiques conviennent aux sols épuisés par de précédentes cultures, ou dont il faut modifier la constitution. Leur nature varie donc avec le but à atteindre. Dans le premier cas, on emploie, selon les indications, les sels de potasse, les phosphates, carbonates, sulfates, azotates terreux ou alcalino-terreux. Dans le deuxième cas, on ajoute au sol une terre marneuse, qui sera, selon les besoins, argileuse, argilo-calcaire, calcaire, sablonneuse. Le choix de l'engrais varie donc avec l'effet à produire. Il varie aussi avec la culture, l'expérience ayant démontré que les plantes n'absorbent pas en même quantité les substances minérales (voir le tableau de la page 155), et que, d'autre part, certaines substances sont utiles aux unes, inutiles ou nuisibles à d'autres. C'est ainsi, par exemple, qu'il convient d'ajouter au sol : des *matières azotées* et des *phosphates*, pour les Céréales ; des *sels de potasse*, pour la Vigne et la Betterave ; des *sels de chaux*, pour le Trèfle et la Luzerne.

Disons, en terminant, que l'action des plantes sur le sol est en rapport avec la nature des racines, qui peuvent être *pivotantes* ou *fasciculées*, d'où la nécessité d'enfouir l'engrais plus ou moins profondément, selon le cas.

## ORGANES DE REPRODUCTION

### FLEUR

Lorsque la plante a acquis son complet développement, les feuilles du bourgeon terminal ou des bourgeons axillaires supérieurs se modifient, pour produire de nouveaux organes et une *Fleur* apparaît. Ces nouveaux organes appartiennent à deux catégories.

Les uns sont chargés de perpétuer l'espèce, par la production de germes issus d'une fécondation préalable : on les appelle *Organes reproducteurs*.

Les autres, quand ils existent, sont situés au pourtour des premiers,

auxquels ils forment une enveloppe protectrice, nommée *Périanthe* (περί, autour ; άνθος, fleur).

Ces deux catégories d'organes sont le plus souvent réunies sur un même axe de forme variable, appelé *Réceptacle* ; leur ensemble constitue ce que, dans le langage ordinaire, on appelle une *Fleur*. Mais l'existence d'une fleur n'est pas nécessairement liée à celle des organes de protection. Pour que le but de la nature soit atteint, il suffit que les organes reproducteurs apparaissent et que la fécondation du germe s'effectue.

Une fleur privée d'enveloppes florales est dite *nue* ou *apérianthée* (ἀ priv. ; fig. 139) ; une fleur pourvue d'enveloppes est dite *périanthée*. Si le périanthe est *simple*, c'est-à-dire, formé d'une seule enveloppe, la fleur est dite *monopérianthée* (fig. 140) ou *monochlamydée* (μόνος, un seul ; χλαμύς, vêtement). Si le périanthe est double, la fleur est dite *dipérianthée* ou *dichlamydée* (fig. 141).



FIG. 139. — Fleur mâle apérianthée du *Corylus americana* : a, a', écailles florales ; c, étamines.



FIG. 140. — Fleur monopérianthée du *Clematis erecta*.

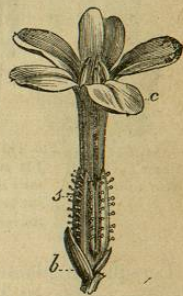


FIG. 141. — Fleur dipérianthée du *Plumbago europea*. — s, calice ; c, corolle ; b, bractée.

On nomme alors *Calice* (κάλυξ) l'enveloppe extérieure, et *Corolle* l'enveloppe intérieure.

Les divisions du calice sont appelées *Sépales* ; celles de la corolle ont reçu le nom de *Pétales*.

L'enveloppe des fleurs monopérianthées est regardée comme un calice, parce que, d'ordinaire, cette enveloppe n'est pas colorée ; c'est pourquoi les fleurs à périanthe simple sont dites *apétales* ou plus simplement *apétales*. Toutefois, chez beaucoup de Monocotylédones, les divisions du périanthe sont colorées et il semble difficile de préciser, si c'est là un calice ou une corolle, bien que trois de ces divisions paraissent extérieures, par rapport aux autres. On est donc convenu de nommer *Périgone* (περί, autour ; γόνος, reproduction) ou *Enveloppe périgoniale*, le périanthe de ces végétaux.