

mouvoir de manière à la favoriser : on voit, par exemple, les étamines s'approcher du stigmate, y déposer le pollen, puis s'en éloigner. Il arrive encore que des étamines placées naturellement dans une position inclinée par rapport au pistil se redressent subitement pour lancer leur pollen sur l'organe femelle, et reprennent ensuite leur première situation. On a constaté sur plusieurs fleurs un dégagement de chaleur assez considérable aux approches de la fécondation. Chez certains *arums* la température s'est élevée à 40° ou 50° centig. Il est très-probable que ce phénomène est général et qu'il varie seulement dans l'intensité avec laquelle il se manifeste.

La fécondation accomplie, le rôle de la fleur est terminé. Elle se fane et tombe. L'ovaire fécondé augmente graduellement ; parvenu à sa maturité, il offre deux parties distinctes qui par leur réunion constituent le fruit : le péricarpe et la graine. Le péricarpe, qui enveloppe toujours la graine, est formé, à l'extérieur, de l'épiderme ou pelure ; à l'intérieur, de l'endocarpe : l'épaisseur laissée entre ces deux corps est remplie par une matière charnue ou amylacée, le sarcocarpe. Dans la graine séparée du péricarpe, on distingue l'épisperme, pellicule qui recouvre l'amande ou endosperme. L'embryon est quelquefois associé à l'amande, comme dans le blé ; quelquefois aussi l'embryon occupe seul l'épisperme, comme dans les légumineuses, où il n'y a pas d'endosperme.

La germination des graines, le développement des végétaux, ne se réalisent que sous certaines condi-

tions physiques dont nous devons faire une étude particulière.

Nous avons établi que pour qu'une semence puisse germer, il lui faut le contact de l'eau, la présence de l'air et l'influence d'une température suffisamment élevée. Les mêmes conditions continuent à être indispensables, lorsque la plante est organisée, mais il faut en outre le concours de la lumière.

Les racines vont chercher dans le sol l'humidité et certains principes qui doivent vivifier l'ensemble du végétal. Ces organes sont terminés par des fibres chevelues très-déliées, à l'aide desquelles s'opère l'absorption. On peut avoir la preuve qu'il en est ainsi par l'expérience suivante : que l'on place une racine pivotante, un navet par exemple, de manière que son extrémité chevelue plonge dans l'eau, la plante continuera à vivre, bien que la presque totalité du corps de la racine demeure hors du liquide ; que l'on dispose maintenant l'expérience de telle sorte, que le chevelu soit mis hors de l'eau, et que le corps de la racine soit immergé : les feuilles de la plante ne tarderont pas à se faner.

La force qui détermine la succion des racines, réside dans presque toutes les parties de la plante : ainsi, une tige, une branche, exercent cette succion lorsqu'on les plonge dans l'eau ; mais l'absorption opérée de cette manière a un terme, et bientôt on se trouve obligé de faire des sections fraîches aux extrémités qui ne se renouvellent pas, comme le font les fibres chevelues qui terminent une racine.

comme les fibres ligneuses elles-mêmes ; mais dans certains cas, la sève peut se dévier de la direction rectiligne. Hales l'a montré par une expérience que nous devons rapporter. Il fit sur un arbre quatre entailles superposées ; chaque entaille occupait le quart du tronc et pénétrait jusqu'au centre. De cette manière toutes les fibres ligneuses se trouvaient coupées à des hauteurs diverses, et la sève pour continuer son ascension devait nécessairement éprouver une série de déviations latérales. C'est en effet ce qui eut lieu.

La sève ascendante, telle qu'on a pu l'examiner jusqu'à présent, est un liquide extrêmement aqueux, qui tient en dissolution une très-faible dose de matières salines, et de différentes substances organiques. Parvenue jusqu'aux feuilles, la sève s'y modifie, se concentre en perdant de l'eau. En même temps, elle éprouve, de la part de l'air atmosphérique sous l'influence de la lumière, une modification profonde dans sa constitution. Ainsi élaborée, la sève prend un mouvement descendant en suivant le liber, et se dirige vers la terre ; elle exécute donc, en parcourant le végétal, une sorte de circulation. On démontre la marche descendante de la sève, en faisant une ligature au tronc d'un arbre : après un certain temps, il se forme au-dessus du point lié, un renflement, un bourrelet, dû à l'accumulation des principes de la sève, et l'arbre ne prend plus d'accroissement au-dessous de la ligature. Cette route descendante de la sève élaborée n'est pas un effet de la pesanteur : car si l'on établit une compression annulaire sur une

branche pendante vers la terre, le bourrelet se forme entre la ligature et le sommet de la branche ; la matière qui s'accumule coule donc, dans cette disposition, dans le sens opposé à celui dans lequel s'exerce la pesanteur. La sève descendante parcourant les couches corticales, doit nécessairement contribuer à leur formation, et il est à peu près certain qu'elle est l'origine du *cambium* qui, d'après l'expérience capitale de Duhamel, se change en liber et concourt ainsi à l'accroissement des arbres. La concentration de la sève ascendante, lors de son séjour dans les feuilles, par le seul fait de l'évaporation, est le phénomène que l'on désigne sous le nom de transpiration des plantes ; cette transpiration, on le comprend aisément, est favorisée par la température, la sécheresse et l'agitation de l'air. Dans ces circonstances favorables, l'eau s'échappe à l'état de vapeur. Hales comparait l'exhalation aqueuse des végétaux à la transpiration des animaux, et il s'appliqua à déterminer la quantité de vapeur aqueuse exhalée par les plantes dans les conditions ordinaires de leur culture.

Hales planta un soleil (*helianthus annuus*) dans un vase imperméable, dont l'orifice pouvait se fermer hermétiquement par un couvercle en plomb. Ce couvercle était percé de deux trous : l'un destiné à laisser passer la tige de la plante, l'autre servant à introduire l'eau pour l'arrosage. Pendant quinze jours l'appareil fut pesé régulièrement. On reconnut qu'en moyenne, les parties vertes de l'hélianthus perdirent 610 grammes en douze heures de jour. L'évaporation

était toujours favorisée par un temps sec et chaud ; un air humide la diminuait : aussi pendant la nuit l'évaporation se réduisait quelquefois à 9 décagrammes. Il arriva même qu'elle devint nulle.

L'évaporation, ou si l'on veut la transpiration, est favorisée par le grand développement des feuilles. Dans l'expérience de Hales rapportée plus haut, les feuilles de l'hélianthus avaient 4, 12 mètres carrés. Comme en définitive l'eau évaporée provient du sol, où elle est puisée par la racine de la plante, il faut bien que cet organe ait un développement qui soit dans un certain rapport avec celui des feuilles : c'est ce qui a lieu, en effet. Ainsi, en mesurant exactement toutes les parties d'une racine d'hélianthus, Hales reconnut, que l'ensemble du système racinaire avait une longueur de 470 mètres, avec une circonférence moyenne de 3 1/2 millimètres, ce qui donnerait aux racines une surface totale de 1,67 mètre carré.

Dans une autre expérience, Hales trouva qu'un chou *transpirait* en 12 heures de jour 580 grammes d'eau. La surface des feuilles était de 2 mètres carrés, la longueur totale des racines de 153 mètres, leur surface d'environ 2 décimètres carrés.

Il n'y a pas à douter que l'aspiration de l'eau du sol par les racines ne soit en grande partie la conséquence de l'évaporation qui a lieu par les feuilles, car en enlevant ces dernières du végétal l'évaporation est considérablement atténuée. On en jugera par les résultats obtenus par Hales avec une

branche de poirier. La branche, garnie de feuilles, laissait évaporer, dans un temps donné, de 500 à 800 grammes d'eau. Dans le même temps, et après avoir arraché les feuilles, l'eau évaporée n'a plus dépassé 30 grammes. On voit que les feuilles déversent dans l'air de grandes quantités de vapeur aqueuse.

D'après ce qui a été exposé précédemment, on trouve, par exemple, qu'un champ de choux d'un hectare dont les plants seraient espacés à 50 centimètres peut, en 12 heures, émettre 20.000 kilogr. de vapeur, répondant à 20 mètres cubes d'eau. Suivant Hales, les parties vertes d'un plant de houblon, dans des circonstances favorables, *transpirèrent*, en douze heures, 122 grammes d'eau ; par conséquent, un hectare de houblon renfermant 20.000 plants en laisserait évaporer 2.440 kilogrammes.

Dans les jours pluvieux, pendant les brouillards, l'évaporation cesse, la plante devient malade, il s'y développe de la moisissure ; et c'est à cette suppression que Hales attribuait la nielle dont les ravages sont si fréquents dans les houblonnières de certaines contrées.

La vie végétale paraît intimement liée au phénomène de l'évaporation. D'après des recherches que j'ai entreprises sur ce sujet, si digne à tous égards d'attirer l'attention des observateurs, il semble résulter qu'une plante ne se développe qu'autant qu'elle peut transpirer ; et qu'en empêchant cette transpiration on arrête, on suspend réellement la végétation.

Nous entrevoyons, dès à présent, dans le phénomène de l'exhalaison l'origine de certaines substances qui se rencontrent dans l'organisation des plantes, bien qu'elles existent en quantités à peine appréciables dans l'eau qui sert à arroser : c'est que l'eau les abandonne en s'évaporant ; et comme la masse du liquide aspiré par les racines et exhalé par les parties vertes est considérable, on conçoit comment ces substances peuvent être accumulées dans un végétal, bien qu'elles existent en quantité infiniment petite dans l'eau qui sert à abreuver les plantes.

Dans une plante en plein développement, une partie de l'eau qu'elle absorbe doit nécessairement entrer dans sa constitution ; dès lors l'eau exhalée par la transpiration des feuilles ne doit pas représenter la totalité de celle qui a été absorbée par les racines. Sennehier a cherché à établir le rapport qui existe entre l'absorption et l'exhalaison ; il a trouvé pour le cas particulier dans lequel il a observé, que le tiers environ de l'eau absorbée se fixe dans la constitution du végétal.

CHAPITRE II.

PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA VÉGÉTATION.

Les phénomènes chimiques de la végétation s'accomplissent par le concours des éléments de l'atmosphère, de l'eau, et de certaines substances qui se trouvent répandues dans le sol.

L'action de l'atmosphère sur les plantes offre deux phases parfaitement distinctes : la germination, et la végétation proprement dite qui comprend le développement, l'accroissement et la multiplication de l'espèce.

De la germination.

Nous avons reconnu que la graine considérée sous le rapport de son organisation consiste : 1° dans un embryon qui comprend les germes de la racine et de la tige ; 2° le cotylédon. Envisagées sous le point de vue de leur constitution chimique, les graines présentent une certaine analogie de composition. Elles contiennent : 1° un corps non azoté, comme l'amidon, la gomme ; 2° une matière fortement azotée analogue au caséum du lait et à l'albumine animale : c'est cette matière que l'on désigne communément

On n'a pas encore expliqué d'une manière satisfaisante l'ascension des liquides dans les végétaux; mais il est permis de supposer que le mouvement de la sève provient en grande partie, de la capillarité dont est doué le tissu des plantes, et de la surface d'évaporation présentée par les feuilles. On sait qu'à température égale, les hauteurs auxquelles l'eau s'élève au-dessus de son niveau, dans des tubes très-étroits ou capillaires, dépendent du diamètre de ces tubes: Les hauteurs atteintes par le liquide sont en raison inverse des diamètres. Ainsi, l'expérience prouve, qu'à 10 degrés de température, l'eau s'élève, dans un tube :

De :	1	millimètre de diamètre,	à	3	centimètres de hauteur.
	1/10	de millimètre	idem.	à	30 centimètres —
	1/100	de millimètre	idem.	à	3 mètres. —

Or, les espaces tubulaires présentées par les cellules, les fibres, les vaisseaux des plantes, ayant à n'en pas douter un diamètre moindre que 1/100 de millimètre, on conçoit que par le simple effet de la capillarité la sève puisse s'élever à une hauteur de plusieurs mètres au-dessus des racines dont les radicales puisent l'humidité dans le sol. Mais après avoir atteint cette hauteur, le liquide resterait stationnaire, si, d'après Hales, l'évaporation qui a lieu par la surface des feuilles n'intervenait pas pour le mettre en mouvement. La force qui détermine l'ascension est considérable, c'est ce que Hales a démontré par des expériences importantes.

A l'extrémité d'une racine de poirier dont la pointe

avait été coupée, on adapta un tube plié en angle droit et rempli d'eau; la partie de tube opposée à celle qui était réunie à la racine plongeait dans un bain de mercure. En quelques minutes une partie de l'eau contenue dans le tube fut absorbée, et le mercure s'éleva de 22 centimètres au-dessus de la surface du bain.

Dans les premiers jours d'avril, Hales coupa un cep de vigne à 89 centimètres au-dessus de la surface du sol. Le cep ne portait aucun rameau, et sa section à peu près circulaire présentait un diamètre de 16 à 18 millim. A cette section il adapta un siphon renversé. Les choses ainsi disposées, il versa du mercure, qui en quelque temps, par l'effet de la pression exercée par la sève qui tendait à s'échapper, s'éleva dans une des branches du siphon, et resta fixé à 86 cent. au-dessus de son niveau primitif. Cette colonne de mercure représente, comme on voit, une pression bien supérieure à celle de notre atmosphère.

La marche ascendante de la sève dans les arbres se fait par les couches ligneuses. On peut s'en convaincre en faisant absorber aux plantes une teinture aqueuse de cochenille. On peut ensuite, en faisant plusieurs sections dans la tige, reconnaître la trace suivie par le liquide absorbé; c'est évidemment la route qu'aurait prise la sève ascendante. On ne voit aucun indice de matière colorante dans la moelle, ni dans l'écorce; le ligneux seul est coloré, quelquefois en totalité, mais le plus souvent dans ses parties les plus jeunes. Les traces colorées qui résultent de cette injection du bois, sont en lignes et parallèles