

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

FONCTIONS DE NUTRITION

Maintenant que nous connaissons la forme et la structure des organes fondamentaux, nous devons examiner les fonctions de ces organes dans l'entretien de la vie du végétal ou leur *Physiologie*. Par la nutrition, le végétal croît. Nous aurons à étudier dans ce phénomène complexe : 1° l'absorption des principes nutritifs ; 2° la circulation de la sève et les mouvements des gaz dans la plante ; 3° la respiration des plantes (*fonction chlorophyllienne, chaleur végétale, phosphorescence*) ; 4° la digestion végétale ; 5° les sécrétions et excrétions végétales.

ABSORPTION

Quelques mots sur les principes nutritifs ou aliments des végétaux. — Pour vivre la plante doit trouver dans le milieu qui l'entoure plusieurs corps dont l'ensemble est désigné sous le nom général d'*aliment*. Outre le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote et le soufre qui représentent une première classe de corps simples indispensables à la constitution du végétal, nous devons citer le potassium, le sodium, le calcium, le magnésium, le fer, le phosphore, le chlore qui sont nécessaires à une végétation florissante. D'autres éléments, tels que le manganèse, le silicium, le lithium, le brome, l'aluminium, le cuivre, le zinc, le cobalt, le nickel, le bore, le strontium, le baryum se rencontrent dans un grand nombre de plantes. Le potassium, le calcium et le

magnésium sont absolument indispensables aux végétaux ; ces trois corps paraissent exister à l'état de carbonates dans la paroi des cellules. Le fer est jusqu'aujourd'hui le seul métal auquel on puisse attribuer avec certitude un rôle physiologique actif. Dès qu'on retranche les sels de fer, la plante cesse aussitôt de produire de la matière verte ou chlorophylle. La chlorose (coloration blanche des feuilles par manque de fer) est une maladie de la plante caractérisée par un arrêt de développement qui empêche l'évolution complète des grains de chlorophylle ; les sels de fer agissent en rendant à la chlorophylle la faculté de se développer. On démontre, par des expériences tout à fait concluantes, qu'on peut occasionner la chlorose en élevant les plantes dans des mélanges exempts de sels de fer et la faire cesser en ajoutant cet élément.

L'acide silicique (*silice*) existe à peu près chez tous les végétaux. Ce corps se rencontre dans les parois des cellules épidermiques d'un grand nombre de Phanérogames et de Cryptogames, et les fibres libériennes donnent toujours par la combustion un squelette siliceux. Les Prêles (*Equisetum*), certains Palmiers, la plupart des Graminées et les Algues siliceuses appelées *Diatomées* en possèdent une grande quantité. Chez certains *Bambous*, la silice est accumulée en masses plus ou moins volumineuses où elle forme les concrétions nommées *tabaschir*. Quelquefois l'acide silicique est abondant sans affecter de forme particulière (feuilles des Pins) ; quelquefois aussi, les feuilles dont l'épiderme est siliceux ont, lorsqu'elles sont sèches, un aspect métallique (plusieurs *Rosacées, Saxifragées*). Les poils des feuilles sont seuls silicifiés (*Vipérine, Grand-soleil*) ; ou bien, toute la feuille est silicifiée à l'exception des poils (*Orme, Houblon*). Enfin, lorsque l'épiderme est rempli de silice, il

n'est point rare que les cellules du parenchyme contiennent quelques traces de la même substance. Les faisceaux fibrovasculaires sont silicifiés chez le *Sycomore*, le *Hêtre*, le *Chêne-liège*, etc.

Les Algues marines peuvent contenir outre de l'iode et du brome, du cobalt, du nickel, du bore, du strontium et du baryum. Le manganèse paraît assez répandu ; il existe chez le *Nénuphar*, l'*Hydrocharis* ou *Morrène*, le *Victoria Regina*, etc.

Le cuivre a été constaté dans les cendres de l'*Oranger*, du *Hêtre* et du *Pin*. Les Lycopodiacées contiennent toujours dans leurs cendres de l'aluminium. Le zinc paraît agir d'une façon remarquable sur certaines plantes. Ainsi, les changements d'aspect que subissent le *Viola tricolor* et le *Thlaspi alpestre* lorsqu'ils croissent sur des terrains riches en zinc, sont si considérables et si constants qu'on a voulu en faire deux nouvelles espèces : *Viola calaminaria* et *Thlaspi calaminarium*. On peut dire que les principaux éléments de la nutrition de la plante sont les suivants :

Carbone.	Soufre.	Calcium.	Fer.
Oxygène.	Phosphore.	Sodium.	Zinc.
Hydrogène.	Chlore.	Magnésium.	Manganèse.
Azote.	Potassium.	Silicium.	

Absorption des principes nutritifs. — Pour qu'un organe puisse servir à l'absorption de l'eau et des matières dissoutes, il est nécessaire que sa surface soit en contact immédiat avec le liquide. Ainsi, les parties de la plante qui sont recouvertes d'une couche de cire ou de graisse sur laquelle l'eau se rassemble en gouttelettes et qui paraissent sèches lorsqu'on les a mouillées, ne peuvent pas servir à l'absorption. Si l'on plonge une feuille de maïs fraîche dans l'eau pure, le limbe tout entier paraît recouvert d'une

couche d'air argentée, à l'exception de la nervure médiane qui est mouillée. Au bout d'un certain temps, l'air disparaît et toute la surface offre une apparence uniforme. Ce sont surtout les surfaces riches en stomates qui paraissent protégées contre l'adhésion de l'eau ; les feuilles des plantes aquatiques, comme les *Nénuphars*, les *Hydrocharis*, les *Villarsia* sont mouillées à la surface inférieure qui n'a pas de stomates ; mais, de la face supérieure sur laquelle se rencontrent ces petites ouvertures, l'eau s'écoule en gouttelettes arrondies. La signification de ce phénomène pour l'économie des plantes est évidente : par un contact prolongé dans l'eau, les ouvertures des stomates se fermentaient et empêcheraient ainsi la sortie et l'entrée rapide des gaz.

Expériences de Hales. — Les expériences de *Hales* sur l'absorption des feuilles sont bien connues. La plus célèbre est celle dans laquelle l'une des divisions d'un rameau chargé de feuilles absorbe, par sa surface, assez d'eau pour empêcher le flétrissement des feuilles de l'autre division plongée dans l'air. Nous ne dirons rien autre chose de l'absorption de l'eau et de la rosée par les feuilles, cette question n'étant pas encore, dans l'état actuel de la science, résolue d'une façon absolue.

Absorption des gaz, des liquides et des solides par les racines. — La racine absorbe incessamment de l'oxygène dans le sol et dégage de l'acide carbonique. Cet acide reste à l'état gazeux ou se dissout dans l'eau du sol. Il peut encore se combiner avec les carbonates pour former des bicarbonates. Le dégagement de ce gaz joue un rôle remarquable dans la végétation ; il rend solubles certains sels (*carbonates, phosphates*) qui doivent nourrir la plante. L'absorption de l'eau par les racines est un fait bien connu : une plante flétrie reprend son aspect normal dès qu'on l'arrose. Nous savons que l'absorption a lieu

tout entière sur la région des poils, et on peut dire que les poils radicaux sont les organes absorbants. La racine, grâce au liquide acide qui imbibe la membrane des poils radicaux, agit sur les particules solides du sol (carbonates, phosphates) qu'elle digère. Il s'agit, en effet, d'une véritable digestion qui s'exerce encore dans la région des poils et là seulement. La première condition que les poils radicaux doivent remplir à cet égard est d'être en contact avec les particules solides qui retiennent les principes nutritifs. Pour s'en convaincre, il suffit d'arracher une jeune plante poussée dans un sol meuble; on entraîne avec elle un nombre considérable de parcelles de terre dont l'adhérence avec les poils radicaux est telle qu'en les séparant on détermine la rupture des poils.

Corrosion des pierres par les racines. — La corrosion des pierres par les racines qui les touchent est un fait bien connu. Des racines placées sur des plaques de marbre, de dolomie, les rongent très-prompement en y laissant des traces de leur parcours.

Décomposition des roches calcaires, granitiques et autres roches éruptives par les Cryptogames (Algues et Lichens). — Dans plusieurs lacs de la Suisse, les galets calcaires sont percés de trous nombreux et profonds qui leur donnent l'aspect d'éponges grossières; ces excavations sont dues à l'influence d'une Algue, l'*Euactis calcivora*, qui se fixe sur les pierres et les dissout en exhalant de l'acide carbonique. Nous savons aussi que les lichens, cryptogames si communes sur les rochers, décomposent les parties qu'ils touchent par des dégagements d'acide carbonique. Le granit, le micaschiste, le gneiss sont transformés en kaolin par décomposition d'une partie du feldspath. Sous les Lichens, entre les radicules de ces Cryptogames, on retrouve seulement les fragments de mica et les grains de quartz. Le granit est une roche éruptive formée de quartz,

de mica et de feldspath. Le feldspath est seulement altéré par les Lichens. Dans notre région de l'ouest de la France, de nombreux lichens, tels que les *Imbricaria*, *Parmelia*, *Biatora*, agissent de cette façon sur le granit et autres roches primitives.

Absorption des principes nutritifs par les racines adventives. — Il faut expliquer d'une manière particulière l'absorption des principes nutritifs par les racines adventives (racines aériennes des *Orchidées*, des *Aroïdées*) et aussi par certains Lichens (*Usnea*, *Ramalina*) qui croissent sur l'écorce desséchée des arbres. Chez les Lichens, la surface du thalle se recouvre, pendant les temps secs, de poussières atmosphériques. Lorsque la pluie arrive, ces Cryptogames s'imbibent d'eau et la sève arrive au contact des poussières; tout ce qui est soluble dans l'eau et dans la sève se dissout et passe ainsi dans l'intérieur des tissus. La même chose arrive pour les racines aériennes des *Orchidées*, *Aroïdées*, munies d'un voile (*velamen*). Les couches de cette enveloppe d'un blanc éclatant renferment, au lieu de sève, de l'air riche en acide carbonique; les parois des cellules se pénètrent d'eau dans laquelle arrive la sève acide de la racine. Les *Orchidées* et les *Aroïdées* des pays tropicaux qui croissent sur les arbres reçoivent les substances qu'ont dissoutes les gouttes de pluie et de rosée en lavant les feuilles. De même aussi certaines plantes parasites, comme le *Monotropa* ou Suce-pin, le *Neottia nidus-avis* (*Orchidées*), possèdent des racines qui vivent dans l'humus et les feuilles mortes; ces racines rendent solubles et absorbent les substances ligneuses. Quant aux plantes véritablement parasites (*Cuscute*, *Gui*), leurs racines produisent des principes insolubles contenus dans les cellules, principes que des ferments particuliers transforment en matières solubles.

Absorption des principes nutritifs par les racines

des plantes aquatiques. — Chez les plantes aquatiques l'absorption des principes nutritifs est beaucoup plus simple; les racines ont, en effet, à leur disposition des produits divers et faciles à absorber.

EXEMPLES REMARQUABLES DE NUTRITION CHEZ LES VÉGÉTAUX INFÉRIEURS. — RÔLE PARTICULIER DE L'AMMONIAQUE, DE L'HYDROGENE SULFURÉ, ETC.

Les plantes les plus inférieures ou Champignons-ferments (*Bactéries, Vibrions, Bacillus, Micrococcus*, etc.), dégagent pendant leur développement une grande quantité d'ammoniaque. Ainsi, certaines *Bactéries* en décomposant les matières végétales émettent de l'ammoniaque. Un Ferment particulier, le *Bacillus Ureæ*, décompose l'urée qui est pour lui un aliment azoté, en ammoniaque et en acide carbonique. Pareillement, dans la nutrition azotée des plantes supérieures, l'action d'un Ferment spécial, le *Micrococcus nitrificans*, détermine la formation de l'acide azotique dans la terre arable.

Des Algues incolores voisines des *Oscillaires*, appelées *Sulfuraires* ou *Barégenes*, pullulent dans les eaux sulfureuses de Barèges auxquelles elles communiquent leurs propriétés médicales. Ces Algues réduisent les sulfates et dégagent de l'hydrogène sulfuré.

CIRCULATION DE L'EAU DANS LES PLANTES

Sève brute ou ascendante. — Sève nourricière ou descendante.

L'eau absorbée par les racines après son entrée dans le végétal constitue la sève *brute* ou *ascendante*. Elle arrive dans le corps ligneux et y marche des racines vers

CIRCULATION. — SÈVE BRUTE ET SÈVE NOURRICIÈRE. 243

les branches, les feuilles et les fleurs. *Elle suit toujours la voie des faisceaux ligneux.*

Preuves de ce fait. — 1° On plonge dans de l'eau colorée avec quelques gouttes de teinture de cochenille, la section inférieure d'une tige ou d'une branche fraîchement coupée. Si, après un temps plus ou moins long, on pratique des sections à diverses hauteurs, dans cette branche, on constate, à la coloration du bois, jusqu'à quelle hauteur la dissolution s'est élevée et l'on voit en même temps que la coloration est exclusivement localisée dans les faisceaux ligneux; *l'écorce, les rayons médullaires, la moelle et les faisceaux libériens* restent tout à fait incolores.

2° Cette expérience devient charmante et saisissante au plus haut point si l'on emploie des branches munies de fleurs d'un blanc pur, comme un *Lis*, un *Iris*, un rameau d'*Aubépine*, de *Lilas*, de *Deutzia*, et si l'on fait aspirer une dissolution aqueuse de cochenille ou d'aniline. On trouve, après douze à quinze heures, les corolles blanches traversées par des veines rougeâtres ou d'un bleu sombre qui correspondent aux faisceaux délicats des nervures. On peut varier ces expériences en injectant avec des liquides colorés les délicates nervures des fleurs blanches. Ainsi, il est facile de colorer les fleurs blanches du Muflier (*Antirrhinum majus*) ou d'une autre plante en les arrosant avec le suc rouge des baies de *Phytolacca*. Le liquide coloré absorbé par les racines s'élève jusque dans les pétales, et parfois aussi dans les étamines et le pistil où il dessine de charmantes veines rouges. Le courant suit donc toujours exclusivement la voie des faisceaux ligneux.

Causes de l'ascension de la sève. — Les forces qui font monter la sève dans le bois sont :

1° La *succion*, par les racines, qui pousse l'eau dans le corps ligneux;

2° La *capillarité*. Les cavités du bois sont assez

étroites pour agir comme des capillaires d'une énergie puissante;

3° *L'imbibition des parois des cellules* ;

4° *Les oscillations de la température.*

La sève n'est point mise en mouvement dans le corps ligneux par endosmose. Le célèbre physicien Hales a fourni la preuve principale contre l'idée que la sève passe d'une cellule à l'autre par endosmose, en montrant que la sève traverse le corps ligneux tout aussi facilement dans un sens que dans l'autre. Il plongea la partie moyenne d'un rameau de Pommier dans l'eau, après en avoir retranché le sommet. Les feuilles latérales restèrent bien fraîches et, en trois jours et deux nuits, il y eut deux kilogrammes d'eau absorbés. Les feuilles d'un rameau analogue qui ne trempait pas dans l'eau se fanèrent complètement dans le même temps. Le problème de l'ascension de la sève peut être considéré comme résolu au moins dans ses points essentiels.

Force d'ascension de la sève. — Par la combinaison de ces quatre causes réunies, la sève peut monter jusqu'au sommet des végétaux les plus élevés (*Sequoia gigantea*, *Eucalyptus*). La mesure de la force d'ascension de la sève a été donnée par les expériences de Hales et de plusieurs physiologistes.

Expérience de Hales. — L'appareil du savant anglais était très-simple. Après avoir coupé transversalement un cep de vigne un peu au-dessus du sol, il ajustait, sur la section, un tube de verre recourbé en S, dont la branche ouverte et dressée était très-longue. Un collet de jonction obligeait la sève qui sortait par la tranche horizontale du cep à entrer dans ce tube manométrique. On avait versé dans celui-ci, par sa branche ouverte, du mercure pour remplir la courbure inférieure de l'S ; la sève, repoussant le mercure, l'obligeait à s'élever dans la branche verticale

de l'appareil en proportion de la force avec laquelle elle sortait du végétal. La hauteur du mercure ainsi soutenu donnait la mesure de la force d'impulsion du liquide séveux. Dans une expérience, la colonne mercurielle fut égale à 32 pouces $\frac{1}{4}$, ce qui équivalait à une hauteur de 11^m,650. Hales calcula que cette force d'impulsion était environ cinq fois plus grande que celle du sang dans l'artère crurale d'un cheval. Pour la Vigne, la force d'impulsion mesurée par Clarke aux États-Unis s'est montrée capable de soulever une colonne d'eau de 45^m,593. Pour le *Betula lenta*, elle est arrivée jusqu'à 27^m,535 dans une racine, et à 26^m,702 pour un tronc.

Distinction de deux sortes de liquides séveux. —

1° *Sève brute ou ascendante* : elle circule à travers les faisceaux ligneux.

2° *Sève nourricière ou descendante* : elle circule à travers les faisceaux libériens.

1° *Sève brute ou ascendante.* — Le liquide aqueux qui se dirige des racines vers le haut de la tige est désigné sous le nom de *sève ascendante*. Ce liquide, dans l'état où il se trouve après son absorption, ne pouvant servir à une nutrition complète, porte aussi le nom de *sève brute*, *sève non élaborée*. On l'appelle encore *sève du printemps*, parce que c'est au printemps qu'il est facile d'en constater l'existence. Le mouvement ascensionnel de la sève se manifeste à cette époque et se continue jusqu'au moment où les bourgeons se sont développés en feuilles. Mais, petit à petit, il s'arrête ou du moins se ralentit. On reconnaît cette cessation du mouvement ascensionnel du suc nourricier à la difficulté qu'on éprouve alors à séparer l'écorce du bois même sur les jeunes branches. Cette séparation se fait aisément au printemps quand la sève est dans sa force d'ascension. On sait qu'à cette époque les enfants de nos campagnes s'amuse à séparer l'écorce du

bois des jeunes branches d'arbres pour en faire des sifflets.

Sève d'août. — Cependant il existe un certain nombre de végétaux chez lesquels, à ce mouvement printanier, en succède un autre vers la fin de l'été et que l'on désigne communément sous le nom de *sève d'août*. Quand la végétation du printemps a parcouru ses diverses phases et que les feuilles commencent à prendre cette teinte jaune, présage de leur chute prochaine, les bourgeons qui occupent le sommet des rameaux déterminent un autre mouvement de la sève, et, en se développant, forment une nouvelle végétation qui vient en quelque sorte rajeunir l'arbre prêt à se dépouiller. Ce phénomène est assez fréquent chez les arbres dont la végétation commence de bonne heure et dont les bourgeons peuvent acquérir le plus grand développement avant la chute des feuilles; tels sont surtout le *Peuplier d'Italie*, le *Tilleul*, le *Poirier*, le *Marronnier d'Inde*. A Paris, les Marronniers des grands boulevards développent assez fréquemment, pour la seconde fois, en septembre, leurs belles inflorescences blanches. Ce phénomène se manifeste quand, après un été très-sec qui a dépouillé de bonne heure les végétaux de leurs feuilles, surviennent des pluies chaudes et abondantes.

2° *Sève nourricière ou descendante.* — Les liquides du sol passant dans les feuilles y subissent, sous l'influence de la transpiration et de la fonction chlorophyllienne, une élaboration complète; puis ils redescendent à travers les faisceaux libériens jusque dans les racines. On a donné à ces liquides les noms de *sève élaborée*, *sève nourricière*. Le nom de *sève descendante* qu'on employait autrefois doit être abandonné, car ce liquide plastique suit des directions essentiellement différentes suivant les circonstances. La sève élaborée ne descend pas dans la

tige uniquement par le *Cambium* ou *zone génératrice*, comme on le croyait jadis. Les tissus qui conduisent la sève nourricière sont : 1° les *fibres allongées* de l'écorce, qui sont destinées au transport des matières grasses et amylacées non azotées; 2° les cellules dites *cambiformes*, qui charrient surtout les matières albuminoïdes et dont le contenu est souvent de consistance mucilagineuse.

Expérience. — Si, au printemps, on fait à la tige d'un jeune arbre, d'un Peuplier par exemple, une ligature circulaire très-serrée, on voit au bout d'un temps plus ou moins long un bourrelet circulaire se former au-dessus de la ligature. Ce bourrelet est évidemment produit par les sucres qui, descendant dans l'épaisseur de l'écorce du sommet de la tige et trouvant un obstacle qu'ils ne peuvent franchir, s'accumulent au-dessus de cet obstacle. Au total, on peut dire que la *sève élaborée* ou *sève nourricière* circule à travers les faisceaux libériens de l'écorce. Une expérience intéressante permet de reconnaître facilement l'alcalinité ou l'acidité de la sève à l'aide de la teinture de tournesol parfaitement neutre. On colore un morceau de papier à filtrer très-fin et, lorsqu'il est bien sec, on le polit soigneusement sur une face. On coupe ensuite des portions de la plante fraîche, puis on essaie sur du papier à filtrer la sève mixte qui s'échappe en abondance; la surface de section étant sèche on l'applique quelques minutes sur le papier de tournesol. Ainsi est obtenue une image de la surface de section; les parties qui correspondent au parenchyme sont rouges, celles qui correspondent au faisceau fibro-vasculaire sont bleues.

En automne, le jeune bois et les feuilles se gorgent d'amidon et autres principes nutritifs, tandis que le cambium se remplit d'une substance granuleuse que l'iode colore en jaune. La végétation est suspendue jusqu'au

printemps. Mais, dans cette saison, la sève apparaît. L'amidon se convertit en dextrine et en glucose. La substance protéique du cambium entre également en activité. La sève monte, comme nous l'avons vu par les expériences de Hales, dans des tubes fixés aux branches. Puis, dès que les feuilles ont paru, la Vigne et le Bouleau ne pleurent plus; la sève se distribue normalement dans les plantes.

Claude Bernard, insistant sur l'identité du phénomène de la circulation dans les deux règnes, s'exprime en ces termes : « On peut regarder le sang artériel comme destiné à la respiration des éléments et le sang veineux comme destiné à leur alimentation. Cette vue trouve encore un argument dans la physiologie végétale, car, dans les végétaux, c'est également la sève veineuse, c'est-à-dire celle qui a été élaborée par les feuilles, qui sert à la nutrition. »

TRANSPIRATION

La plante dégage incessamment par toutes ses parties non submergées de la vapeur d'eau dans le milieu extérieur. Ce phénomène est connu sous le nom de *transpiration*. Des méthodes classiques permettent de le démontrer. Les plus célèbres sont celles de *Musschenbrock*, de *Mariotte*, de *Guettard*, et de *Hales*.

1° *Méthode de Musschenbrock*. — Très-souvent, pendant la nuit, quand la température s'est rapidement abaissée, l'eau transpirée par les plantes se condense en gouttelettes liquides sur la surface des feuilles ou pendantes à leur extrémité. *Musschenbrock* a démontré, par une expérience fort simple et facile à répéter, que ces

gouttelettes proviennent de la transpiration de la plante et non de la rosée. En recouvrant d'une cloche de verre un pied de pavot et en interceptant toute communication entre l'atmosphère et l'intérieur de la cloche, les feuilles se couvrent de gouttes d'eau à l'intérieur.

2° *Méthode de Mariotte* (1679). — *Mariotte* enfermait des branches feuillées dans un ballon de verre; la vapeur émise se condensant sur les parois du ballon, il recueillait l'eau dégagée et la pesait directement. L'expérience de *Guettard* (1748) permet aussi de recueillir condensée la vapeur d'eau perdue par une branche d'arbre.

3° *Méthode de Hales*. — Le 5 juillet 1774, le physicien anglais constata qu'une plante, telle qu'un *Grand Soleil* (*Helianthus annuus*), haute d'un mètre environ, perdait jusqu'à près de 1 kilogramme d'eau par la transpiration en douze heures. Dans cette expérience facile à répéter, la plante enracinée dans un pot de terre vernissé et couvert, est abandonnée à l'air. Puis elle est pesée matin et soir avec son pot, et la perte éprouvée indique la quantité d'eau enlevée par la transpiration.

Une autre méthode indiquée pour la première fois par *Hales* permet à l'œil de suivre les progrès de la transpiration dans les divers organes de la plante (feuilles, tige, racine, etc.). Une feuille est introduite par son pétiole dans la branche d'un tube en U dont l'autre branche est plus longue. Le tube est rempli d'eau qui s'élève dans la branche étroite jusqu'au point A, et en B est marqué un autre niveau. L'eau transpirée par les feuilles est aussitôt remplacée par une même quantité d'eau puisée dans la grosse branche, et le liquide descend dans la branche longue. On observe le temps nécessaire pour que l'eau descende de A en B, et l'espace AB étant jaugé on connaît le volume de l'eau transpirée pendant le même temps.

Circonstances qui font varier la transpiration. —

Importance de ce phénomène. — La lumière active la transpiration, tandis que l'obscurité l'amoindrit fortement. L'humidité de l'air exerce aussi une puissante influence; plus elle est considérable, moins la plante transpire. La chaleur rend la transpiration plus forte, et l'agitation de l'air favorise l'émission de vapeur d'eau. La quantité d'eau que déversent chaque jour dans l'atmosphère, par transpiration, les prairies et les forêts est considérable. Un Hélianthe ou Grand Soleil émet en moyenne pendant les douze heures du jour 0^{kg},625 d'eau. Hales a calculé qu'un Chêne isolé, offrant 700 000 feuilles environ, a transpiré de juin à octobre, en cinq mois, une quantité totale de 111 225 kilogrammes d'eau.

Phénomène dit des Pleurs. — *L'Arbre qui pleure.* — Tout le monde sait qu'on taille la Vigne en mars et en avril, à une époque où les bourgeons sont encore à l'état de repos. Chacun a pu voir sortir des rameaux que l'on coupe un liquide aqueux et abondant constituant ce que l'on nomme vulgairement les *pleurs de la Vigne*. Ce liquide qui monte avec une force si grande comme le montre l'expérience de Hales, n'est autre chose que la sève ascendante puisée par les racines dans le sein de la terre. Dans cette première période de la végétation, l'ascension de l'eau est uniquement occasionnée par la force de succion des racines, alors que le végétal, avant l'épanouissement des bourgeons, ne peut en transpirer que très-peu. Sous les tropiques, une plante curieuse de la famille des *Légumineuses*, le *Cæsalpinia pluviosa*, présente aussi le phénomène des pleurs. La sève s'écoule vers les bourgeons avec une énergie extrême, de telle sorte qu'on se trouve en présence d'une véritable pluie; d'où le nom d'*Arbre qui pleure* que porte dans le pays le *Cæsalpinia pluviosa*.

↳ **Émission de vapeur d'eau attribuée à tort à la**

rosée. — Les gouttelettes d'eau que l'on observe le matin, dans nos prairies, à l'extrémité des feuilles des herbes, gouttelettes si limpides qui ont été chantées tant de fois par les poètes et que l'on attribue presque toujours à tort à la rosée, sont dues à une émission de vapeur d'eau. Ces gouttelettes peuvent encore s'échapper au sommet de la feuille (*Colocase*), sur ses bords (*Chou*), sur divers points de sa surface (*Pavot*, *Capucine*, *Belladone*). Le liquide connu sous le nom de *miellée*, qui exsude de la face supérieure des feuilles du *Frêne*, de l'*Érable*, du *Chêne*, a la même origine. Certains végétaux des tropiques (*Bananier*, *Galanga*, *Colocase*, etc.) transpirent également par leurs feuilles des quantités considérables de liquide. De même aussi, les *Ascidies* (fig. 366) ou feuilles transformées en cornet ou en urne, des *Nepenthes*, *Cephalotus*, *Sarracenia*, laissent échapper un liquide abondant contenant des acides citrique et malique. Ce phénomène est, en grand, le même que celui des gouttes d'eau qui paraissent presque chaque nuit à l'extrémité des feuilles des *Graminées*. Une expérience très-simple permet ne tout temps de faire paraître des gouttes d'eau sur les feuilles du *Richardia Æthiopia* (Aroïdées). On recouvre la plante d'une cloche de verre; l'eau sort du milieu du sommet cylindrique de la feuille au point de réunion des nervures.

Transpiration des liquides sucrés. — La sève sécrétée dans les nectaires de certaines fleurs est souvent une solution de sucre très-concentrée. Ce phénomène est indépendant de la force des racines, tandis que le liquide qui pénètre dans les vaisseaux par l'influence des racines est de l'eau presque pure.

Liquide dû à l'eau de pluie ou de rosée. — Dans notre pays, la Cardère (*Dipsacus sylvestris*), planté à port de Chardon, que les anciens botanistes désignaient

sous le nom de *Baignoire de Vénus*, présente à chaque nœud de la tige des sortes de godets formés par la base dilatée des feuilles opposées. C'est dans ces godets que s'accumule un liquide dû, non plus à de l'eau transpirée, mais à de l'eau de pluie ou de rosée tombée sur les feuilles. Les cultivateurs qui connaissent bien cette plante lui donnent le nom vulgaire de *Cabaret des oiseaux*. Un gros pied rameux de Cardère peut accumuler jusqu'à 400 grammes de liquide. C'est également l'eau de pluie ou de rosée qui remplit les godets formés par la base élargie des feuilles chez plusieurs *Broméliacées*, *Zingibéracées* et *Musacées*. L'*Arbre du voyageur* (*Ravenala Madagascariensis*) est bien connu. On peut citer encore quelques *Urania*, ou Palmiers de Madagascar, qui, croissant dans les régions arides, gardent au voyageur une eau limpide et rafraîchissante. Ses grandes et larges feuilles recourbées, et à base de pétiole très-dilatée, forment des réservoirs d'eau où les passants peuvent se désaltérer. C'est principalement dans les régions tropicales que la rosée exerce les effets les plus marqués et les plus favorables sur la végétation. Lorsque l'air, saturé de vapeur à la température de 30 degrés, contient plus de 30 grammes d'eau par mètre cube, elle se dépose abondamment pendant la nuit; elle ruisselle des feuilles et, le matin, on voit parfois l'herbe aussi mouillée par la rosée qu'elle eût pu l'être par la pluie. Les terres labourées, les jachères, les cultures, les forêts manifesteront des quantités très-variables de rosée. Il y a plus : les feuilles n'ont pas dans toutes les plantes une égale faculté émissive; la rapidité, l'intensité de leur refroidissement, le dépôt de rosée qui en est la conséquence, sont liés à la distance où elles se trouvent du sol, à la couleur plus ou moins foncée, au poli ou à la rugosité de leur épiderme. La rosée dégoutte des feuilles d'une plantation de Betteraves, lorsque dans

un champ voisin les feuilles de la Pomme de terre sont à peine humides.

MOUVEMENTS DES GAZ DANS LA PLANTE

Les vaisseaux servent encore avec les méats intercellulaires et les lacunes à la circulation des gaz (oxygène, azote, acide carbonique et vapeur d'eau). Les gaz se présentent dans la plante sous deux états : ils sont dissous ou libres.

Mouvements des gaz dans les plantes submergées (*Potamogeton*, *Cornifle*, *Vallisneria*).— Les espaces intercellulaires ne débouchent pas au dehors par de nombreux stomates; ils communiquent avec de vastes lacunes qui se produisent à l'intérieur du tissu par disjonction des cellules. Ces plantes sont complètement fermées vers l'extérieur, et les gaz qui s'y rassemblent, dans les cavités, ne proviennent que du tissu ambiant, lequel, à son tour, absorbe dans l'eau qui le baigne et par voie de diffusion l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique dissous. Cette atmosphère intérieure est soumise à de grandes variations de pression et de composition chimique.

Expérience.— Si l'on pique une partie quelconque de *Potamogeton*, de *Cornifle*, ou de *Vallisneria* exposée au soleil, il s'échappe immédiatement par la blessure un courant rapide de bulles, ce qui indique une pression intérieure considérable; la plante étant mise dans l'obscurité, la pression est presque nulle et il ne s'échappe que fort peu de bulles.

Mouvements des gaz dans les plantes à feuilles flottantes et les plantes terrestres.— Chez ces plantes

les cavités internes communiquent directement avec l'atmosphère par les orifices des stomates. Ces stomates ne sont pas autre chose que les orifices de sortie des espaces intercellulaires.

Expérience d'Unger. — Les tiges des Prêles sont merveilleusement propres à démontrer la perméabilité des canaux aërières et leur connexion immédiate avec les sto-



FIG. 414. — Sommet de la tige d'une Prêle (*Equisetum*) avec son épi fructifère et ses gaines.

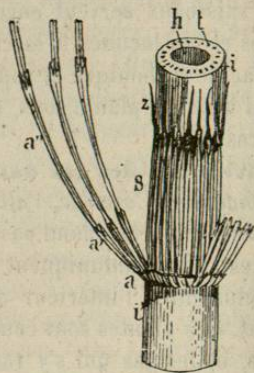


FIG. 415. — *Equisetum maximum*. Fragment de tige avec sa gaine S et ses rameaux a, a', a''.

mates. Si l'on prend une tige fraîche bien intacte et mouillée de l'*Equisetum limosum* ou d'une autre espèce (fig. 414) et si, après avoir plongé la partie supérieure sous l'eau, on souffle fortement par l'autre extrémité, on verra des bulles d'air sortir des parties de la surface munie de stomates. L'expérience est un peu plus pénible, mais plus belle avec les tiges stériles de l'*Equisetum maximum* (fig. 415), parce qu'on ne voit sortir des bulles

d'air que de la surface des gaines où il existe des stomates. Les deux expériences suivantes jettent encore une certaine lumière sur la constitution des stomates :

1° Si l'on tient solidement entre les lèvres le pétiole de certaines feuilles, tout en plongeant le limbe dans l'eau (*Arum*, *Primevère*, *Rumex*), on pourra souffler énergiquement, il ne passera pas d'air par les stomates. Les stomates ne sont cependant pas fermés; si au lieu de souffler on aspire fortement, le limbe s'injecte rapidement;

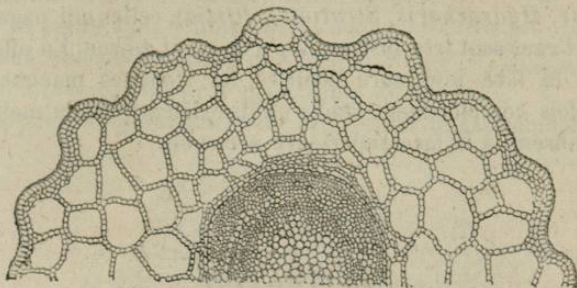


FIG. 416. — Coupe transversale de la tige d'*Hippuris vulgaris* montrant de vastes lacunes dans lesquelles circulent les gaz.

l'eau pénètre (ainsi que le montre la couleur de la feuille) dans les espaces intercellulaires par les stomates. Ceux-ci ne sont donc pas fermés et, s'ils ne laissent pas sortir d'air, c'est uniquement à cause de l'eau qui y pénètre et qui y est maintenue par capillarité.

2° Dutrochet plongea le limbe d'une feuille de *Nénuphar* dans l'eau, au-dessus du niveau de laquelle s'élevait le pétiole; il plaça le vase dans le récipient d'une pompe pneumatique. A mesure qu'il fit le vide, l'air s'échappa par les vaisseaux du pétiole; il ne vit sortir aucune bulle par les stomates. De même en rentrant, l'air pénétra par le

pétiole et se répandit de là dans toute la feuille, dont aucune partie ne fut injectée d'eau.

Dans toutes les plantes aquatiques, la circulation des gaz est facilitée par la présence de vastes lacunes qui existent dans la tige et les feuilles (fig. 416). Les organes dont la surface est en contact continu avec l'eau ne peuvent pas émettre de vapeur d'eau par des ouvertures aussi fines que celles des stomates. Aussi les stomates font-ils défaut aux plantes submergées ou ne s'y développent-ils qu'accidentellement. Les feuilles des plantes flottantes (*Nénuphar*, *Hydrocharis*, *Stratiotes*, *Pistia*), celles qui nagent sur l'eau, sont très-instructives à ce point de vue. En effet, sur la face inférieure mouillée, les stomates manquent parfois complètement tandis qu'ils existent plus ou moins nombreux à la face supérieure aérienne.

RESPIRATION

DISTINCTION DE LA RESPIRATION PROPREMENT DITE ET DE LA FONCTION CHLOROPHYLLIENNE

Chez les végétaux, il convient de distinguer la respiration proprement dite de la fonction chlorophyllienne. La respiration proprement dite est commune à tous les éléments anatomiques végétaux ou animaux : elle consiste en une absorption d'oxygène et un dégagement d'acide carbonique. Chez les végétaux, on l'observe dans les racines, les tiges, les fleurs, les bourgeons, les graines, dans les plantes parasites sans chlorophylle (*Orobanches*, *Clandestine* (fig. 417), *Rafflesia* (fig. 418), *Orchidées*) et dans les Champignons. Elle existe enfin dans les organes

verts où elle constitue ce qu'on a appelé la *respiration nocturne* ou la *respiration à l'ombre*, autrefois opposée par les botanistes à la *fonction diurne chlorophyllienne* qui a besoin des rayons solaires pour s'exercer. Au total, la propriété respiratoire proprement dite est commune au végétal et à l'animal ; l'oxygène leur est nécessaire pour accomplir les combustions organiques qui se passent en eux. Tout être vivant a absolument besoin de cet air vital, l'oxygène. Il le prend dans l'atmosphère, ou dans les eaux, ou dans un milieu quelconque. S'il ne le trouve pas libre, il peut même défaire certaines combinaisons pour se procurer le gaz comburant



FIG. 417. — *Clandestine*. (*Lathræa clandestina*).

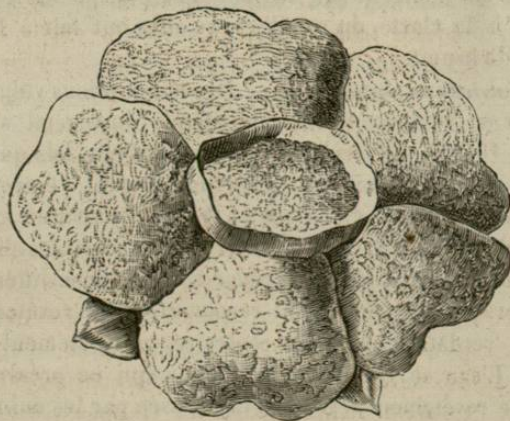


FIG. 418. — *Rafflesia Arnoldi* de Sumatra. Fleurs de 1 mètre de diamètre pesant 7 à 8 kilogrammes et constituant toute la plante.

nécessaire à sa conservation. Tel est le cas des *Vibrioniens*.
Fonction chlorophyllienne. — La fonction chlorophyl-