

le courant se rétablit. On répondra qu'il se montre également dans une partie attachée encore au végétal sans solution de continuité, et par conséquent sans écoulement possible à l'extérieur; mais alors par une pression appliquée sur tel ou tel point, on détermine ou l'on modifie les courants. M. Amici a fait voir qu'en approchant à quelque distance un corps fortement chauffé, suivant la direction dans laquelle on le place, on change à volonté celle des courants, et alors on peut y reconnaître, en conséquence, l'effet purement physique de la chaleur agissant sur le liquide contenu dans ces tubes comme sur celui d'un thermomètre, action qui doit, il est vrai, se faire sentir sur le végétal vivant exposé au soleil, au vent, à tant de causes d'échauffement ou de refroidissement, mais qui doit agir très-irrégulièrement et non dans un sens constant comme celui de la marche de la sève descendante. 3° Si le latex était le fluide nourricier, il devrait se présenter dans l'universalité des végétaux avec un certain ensemble de qualités et de propriétés caractéristiques; or elles varient de l'un à l'autre et le suc propre et laiteux ne se rencontre que dans un petit nombre. Ces diverses considérations doivent nous porter à considérer ce curieux système de vaisseaux sous un autre point de vue qu'on ne l'a fait pendant quelque temps et à lui attribuer une moindre importance.

§ 204. Pour résumer en peu de lignes ce que nous savons du mouvement général des liquides dans les végétaux les plus parfaits, l'eau de la terre, tenant diverses substances en dissolution, entre dans les racines par leurs extrémités; de là, sous le nom de sève, monte par ces racines, puis par la tige à travers le corps ligneux, tant par les canaux directs que lui offrent les vaisseaux que par les fibres et les cellules qu'elle traverse successivement, dissolvant et s'appropriant diverses substances nouvelles. Cette marche de bas en haut et de dedans en dehors la mène dans les feuilles et à la surface de l'écorce, où elle se met en rapport avec l'air; puis, complètement organisée par cet acte respiratoire, elle prend une marche rétrograde et descend pour la plus grande partie à travers l'écorce, déposant sur son passage, dans des solutions de continuité toutes préparées, des amas de matières la plupart destinées à la nourriture ou à la formation des tissus; et elle arrive enfin à l'extrémité des racines, où l'absorption a commencé.

§ 205. **Rotation ou circulation intra-cellulaire.** — Les végétaux dans lesquels nous avons jusqu'ici étudié le mouvement général des sucs sont pourvus de cavités et de canaux variés dans lesquels ce mouvement a lieu. Mais nous savons qu'il existe beaucoup d'autres plantes d'une structure bien plus uniforme, composées de cellules seulement, sans vaisseaux spiraux ou laticifères. On con-

goit, par le raisonnement, que les liquides pourraient parvenir de leur extrémité inférieure à la supérieure par la seule force de l'endosmose; mais l'observation fait voir, au moins dans plusieurs d'entre elles, qu'il se passe autre chose que ce phénomène physique. Prenons l'exemple le plus commun et où cette observation est la plus facile, les *Charas*. Ce sont de petites plantes communes dans nos eaux stagnantes, et composées (§ 84) d'une série de cellules cylindriques accolées bout à bout: dans plusieurs espèces, une cellule unique forme en quelque sorte un entre-nœud; dans plusieurs autres, elle est enveloppée d'autres cellules parallèles et plus étroites qui lui forment comme une gaine; et pour bien voir cette cellule centrale, il faut enlever, en grattant légèrement, celles qui l'entourent. En plaçant dans l'eau et sous le microscope soit la cellule centrale ainsi découverte, soit la cellule unique, on aperçoit à son intérieur un mouvement très-sensible. C'est celui d'un très-grand nombre de granules de diverses grosseurs nageant dans sa cavité au milieu d'un liquide transparent qui la remplit, et se mouvant ensemble le long des parois dans deux directions générales: l'une ascendante, l'autre descendante. On reconnaît bientôt que c'est le résultat d'un courant unique qui suit en montant un côté du tube, se réfléchit à son bout supérieur, redescend de l'autre côté du tube, et, se réfléchissant à son bout inférieur, se retrouve à son point de départ, pour recommencer la même course en décrivant ainsi une ellipse plus ou moins allongée, selon la longueur plus ou moins grande du tube. C'est pourquoi on a donné le nom de *rotation* à ce mouvement intra-cellulaire du suc.

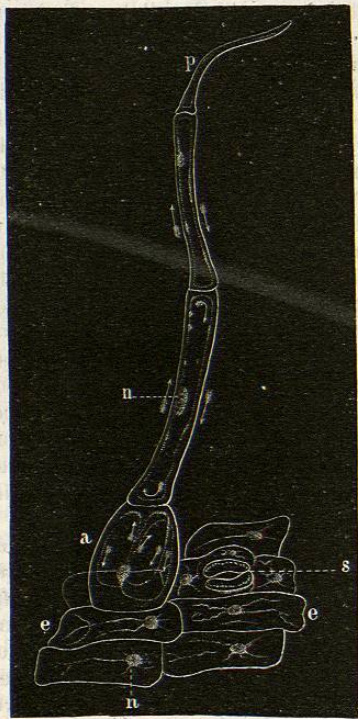
Plus tard, on constata le même mouvement dans les cellules de plusieurs végétaux aquatiques d'une organisation simple, quoique beaucoup moins que celle des *Charas*, comme dans les *Najas*, *Hydrocharis*, *Vallisneria*. Le phénomène s'y voit aussi très-nettement, surtout dans les cellules qui forment les poils radicellaires; mais on l'observe également dans les autres parties des mêmes plantes, dans les cellules qui occupent l'intérieur des tiges ou des feuilles, et par conséquent ne se trouvent pas en rapport direct avec l'eau. Le courant indiqué par la marche des granules y décrit aussi une ellipse dans le sens de l'axe de la plante, et ordinairement parallèle ou un peu oblique par rapport à celui de la cellule. Comme ici les cellules ne sont pas isolées, on peut étudier le mouvement à la fois dans plusieurs cellules voisines juxtaposées; et reconnaître que celui des unes est complètement indépendant de celui des autres.

Cette circulation intra-cellulaire est-elle propre aux végétaux aquatiques et d'une structure simple? Les recherches étendues à une foule de plantes appartenant à tous les degrés d'organisation,

lorsqu'elles ont été faites avec une habileté suffisante, ont presque toujours constaté un mouvement analogue dans l'intérieur des cellules, surtout dans les tissus riches en sève et siège actuel d'une croissance rapide. Les plantes de la famille des Commelinées, et entre autres l'Éphémère des jardins (*Tradescantia virginica*), sont

particulièrement citées comme offrant ce phénomène d'une manière remarquable dans leurs poils cloisonnés, et aussi dans diverses autres parties de leur fleur et de leur tige (fig. 178).

Le courant n'est pas toujours unique comme dans les premiers exemples que nous avons indiqués. Il se divise quelquefois; et quoique alors même ses divisions ne paraissent que des ramifications déviées d'un cours principal, on voit la paroi interne de la cellule, sillonnée par de petites trainées se mouvant dans diverses directions, et formant ainsi une sorte de réseau très-irrégulier (fig. 178, a). Il peut être comparé en plus petit à celui des laticifères, et même M. Schultz va jusqu'à croire que ce



178.

très-menues de ces vaisseaux pénétrant dans l'intérieur des cellules.

178. p Poil pris sur le calice de la fleur de l'Éphémère commune (*Tradescantia virginica*), avec une petite portion d'épiderme ee sur lequel on voit un stomate s. Dans chacune des cellules qui composent tant l'épiderme que le poil, on observe un noyau n et des courants rotatoires dont la direction est indiquée par celle des flèches. Il y a dans chaque cellule plusieurs courants venant en général se croiser à l'endroit du noyau. On les voit obscurément dans celles de l'épiderme, et même dans celles qui forment le stomate, très-nettement dans la cellule n qui sert de base au poil: la figure n'en laisse apercevoir qu'un seul (quoiqu'il en existe aussi plusieurs) dans les cellules allongées supérieures

Ce serait donc dans celles-là un phénomène de cyclose, quoique dans le Chara et autres végétaux cellulaires il admette la rotation. Mais le phénomène paraît tellement semblable dans toutes ces plantes différentes; parmi les modifications qu'il peut présenter on passe par des transitions si insensibles de l'une à l'autre, et la pénétration de vaisseaux à travers la paroi cellulaire paraît un fait si singulier, qu'on s'accorde généralement à attribuer au mouvement intra-cellulaire des sucres la même nature dans les végétaux de divers degrés d'organisation. D'ailleurs, si l'on observe pendant longtemps ces cellules à courants multiples, on ne tarde pas à voir dans ceux-ci des changements plus ou moins marqués et nombreux. Ils ne suivent pas de directions ni de trajets constants, comme cela devrait être s'ils étaient emprisonnés dans des tubes particuliers.

La rotation, qu'on avait d'abord considérée comme un mode de circulation propre aux végétaux inférieurs et aquatiques, où il ne peut y en avoir une analogue à celle des végétaux vasculaires, est, d'après tout ce qui précède, un fait presque général dans le règne végétal, et dont la généralité même doit faire présumer l'importance. Aussi son activité paraît-elle ordinairement en rapport avec celle de la vie même: l'une est modifiée de même que l'autre par les mêmes circonstances. Les agents physiques ou chimiques qui, d'après les expériences, augmentent, ou ralentissent, ou arrêtent la première, se trouvent précisément ceux qu'on sait exercer sur la seconde une influence analogue.

Plusieurs plantes, principalement celles auxquelles leur tissu charnu et épais a fait donner le nom de plantes grasses, ont montré dans leurs cellules, au lieu d'une rotation bien déterminée, des mouvements vagues du suc d'un point vers un autre de la paroi; courants partiels qui commencent sans s'achever, ou qui, au plus, s'achèvent dans un coin de la cavité. Enfin, il y a beaucoup de végétaux où l'on a cherché vainement toute trace de mouvement intracellulaire. Mais on ne peut tirer conclusion de ces faits négatifs, en présence de faits positifs et nombreux. Ainsi, sous l'immobilité apparente du végétal se cache un mouvement réel, général, déterminé dans chacune de ses moindres parties aussi bien que dans tout son ensemble.

RESPIRATION.

§ 206. La respiration est l'acte par lequel un être organisé en contact avec l'air atmosphérique puise dans cet air certains éléments qu'il retient à son intérieur et y verse d'autres éléments dont il se dépouille. Ce contact peut avoir lieu à la surface même du corps, ou dans son intérieur où l'air a pénétré par certaines voies.

Ce sont les feuilles qui forment pour la plus grande partie la surface du végétal en rapport avec l'air, et ce sont elles, en effet, où il paraît subir les modifications les plus importantes et les plus variées. L'examen anatomique nous a appris (§ 108, 109) que les feuilles sont percées à leur surface d'une multitude de petites ouvertures ou stomates, auxquels correspondent plus intérieurement des lacunes; que celles-ci communiquent entre elles, et plus profondément avec les méats intercellulaires. L'air, pénétrant par ces ouvertures dans ce réseau de cavités intérieures, peut donc circuler librement autour des cellules et agir sur leur contenu dont il n'est séparé que par une membrane mince, surtout en certains points.

§ 207. C'est ici le lieu de signaler une théorie déjà ancienne, reposant sur de fausses données anatomiques, dont nous ne nous serions pas occupé, si elle ne se trouvait encore aujourd'hui professée dans certains ouvrages arriérés et ne donnât aux élèves qui s'en servent une notion erronée que nous voyons trop souvent se reproduire dans les examens. C'est la théorie qui attribue dans la respiration le premier rôle aux trachées déroulables. La ressemblance extérieure de ces vaisseaux avec les trachées des insectes dut naturellement en donner l'idée. On sait que sur les côtés du corps de l'insecte s'ouvre une série de pores qui donnent entrée dans autant de tubes munis extérieurement d'une fibres spirale; que ces tubes se distribuent, par une suite de ramifications de plus en plus ténues dans tout l'intérieur du corps; qu'ils s'y trouvent ainsi baignés par le fluide vital qui le remplit librement; que le fluide d'une part, et de l'autre l'air qui, entrant du dehors par les pores, circule dans les tubes, en rapport à travers les minces parois de ceux-ci, réagissent l'un sur l'autre; que la respiration s'exécute ainsi immédiatement dans toutes les parties. En trouvant dans les végétaux des vaisseaux munis d'une fibre spirale qui se distribuent précisément dans tout le système des rameaux et des feuilles la première année de leur formation, c'est-à-dire dans toutes les parties vertes, où s'opère le plus activement la respiration, on fut porté à croire qu'ils contribuaient à cette fonction. On supposait même autrefois que les trachées allaient se terminer directement aux stomates, et alors l'analogie avec celles des insectes eût été complète et eût presque commandé la conviction. Mais il n'en est pas ainsi, et nous savons aujourd'hui que les trachées sont séparées des stomates, dans les rameaux, par toute l'épaisseur des parties interposées entre l'épithème médullaire et l'épiderme (§ 59), dans les feuilles, par toute celle du parenchyme, et que dans celles-ci elles correspondent d'ailleurs à la face supérieure et où les stomates sont le moins abondants (§ 107, 108). L'air, loin d'entrer directement dans les tra-

chées par les stomates, ne pourrait donc arriver à elles qu'après avoir traversé des couches plus ou moins épaisses d'autres parties, et s'introduire dans leur cavité qu'à travers leurs parois.

§ 208. On sait que l'air atmosphérique est un mélange de deux gaz : l'oxygène et l'azote. Un volume d'air offre, sur 100 parties, à peu près 79 d'azote pour 21 d'oxygène; on doit y ajouter une très-faible quantité d'un autre gaz, l'acide carbonique. Celui-ci est une combinaison de 8 parties en poids d'oxygène avec 3 de carbone, corps que nous voyons à l'état solide dans le charbon, mais qui est passé à l'état gazeux en se combinant avec l'oxygène. C'est cette petite quantité de gaz acide carbonique aux dépens de laquelle s'opère la respiration des plantes : et l'on pourrait au premier coup d'œil s'étonner qu'elle y suffise, en pensant que l'acide carbonique ne forme guère que la millième partie du poids de l'air. Mais cet étonnement disparaît par la réflexion qui nous rappelle l'étendue et la hauteur de l'atmosphère pesant sur notre globe, et nous suggère que ce poids, réduit à sa millième partie, représente encore une énorme quantité, bien des fois supérieure à celui de tous les végétaux de la terre réunis; car ce calcul prouve que l'atmosphère renferme 1500 billions de kilogrammes de carbone.

§ 209. La chimie est arrivée à déterminer les changements produits dans cet air ainsi composé, par deux méthodes différentes : 1^o On laisse végéter une plante sous une cloche remplie d'air qui ne peut se renouveler, puis, après un temps déterminé, on fait l'analyse de cet air. On peut varier l'expérience en composant à la plante sous la cloche une atmosphère artificielle où les éléments de l'air ne soient pas dans leur proportion naturelle, ou soient remplacés par d'autres, et voir ensuite ce qui en résulte, tant pour la plante a pu germer une graine dans du sable pur arrosé d'eau également pure, et l'on continue à laisser végéter la plante une fois levée, en ne lui donnant pour nourriture que des quantités de cette eau connues; puis on constate par l'analyse sa composition chimique. On connaissait exactement celle de la graine, d'après d'autres graines absolument semblables et de même poids; on sait tout ce que la plante a pu puiser dans l'eau, sa nourriture unique. Tout ce qu'elle présente en plus de ce que la graine avait primitivement et de ce qu'elle a ensuite emprunté à l'eau, a nécessairement été pris à l'air. Comme ici l'expérience se prolonge longtemps dans un air renouvelé, elle peut découvrir des quantités très-faibles qui eussent été nulles dans un volume d'air et dans un temps très-limités, et qui, par conséquent, eussent dû échapper au premier mode d'expérimentation.

§ 210 C'est par le premier qu'on a constaté que l'air atmosphé-

rique dans lequel une plante a respiré a perdu une certaine quantité de carbone et qu'il a gagné une certaine quantité d'oxygène. Or, ces deux quantités sont à peu près dans le rapport qu'il faut pour former, par leur combinaison, de l'acide carbonique : il y a seulement un peu d'oxygène en moins. La plante, en respirant, décompose donc l'acide carbonique, retient son carbone et un peu d'oxygène, en dégageant le reste de ce dernier, devenu libre. Mais cet acide carbonique décomposé provient-il seulement de la portion qui vient des introduire immédiatement de l'air atmosphérique dans l'intérieur du végétal; ou bien peut-il venir en partie de cet intérieur, où il se trouverait déjà tout formé? Cette dernière opinion est probable, puisque, si l'on place la plante dans une atmosphère entièrement dépourvue d'acide carbonique, dans de l'azote pur, par exemple, on y trouve mélangée, au bout de quelque temps, une certaine portion d'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique que la plante renfermait dans son propre tissu.

§ 211. C'est ainsi que les choses se passent lorsque la plante est exposée à la lumière solaire. Dans l'obscurité complète, il en est tout autrement : car on trouve dans le ballon de l'acide carbonique en plus et de l'oxygène en moins. L'action s'est donc alors intervertie; et les parties vertes de la plante ont pris et retenu le second en dégageant le premier. Ainsi, l'alternative du jour et de la nuit entraîne celle des phénomènes respiratoires : fixation de carbone et dégagement d'oxygène pendant le jour, dégagement d'acide carbonique et prise d'oxygène pendant la nuit. Pendant le jour même, les végétaux privés de la lumière subissent une influence analogue; maintenus à l'ombre, ils finissent par s'étioler, c'est-à-dire se décolorer et s'allonger en perdant beaucoup de leur solidité, manifestant ainsi la privation du carbone, qui verdit leurs surfaces et solidifie leurs tissus. Il est clair cependant que tous ne sont pas également sensibles à cette influence et n'ont pas besoin du même degré de lumière, puisque plusieurs végètent vigoureusement à l'ombre. Entre les deux extrêmes, la lumière solaire directe et l'obscurité complète, il y a une dégradation proportionnée dans l'intensité des phénomènes respiratoires. Une lumière artificielle très-vive peut même faire reverdir légèrement des plantes étiolées.

§ 212. Les parties dont la coloration naturelle est autre que la verte agissent au jour même comme les vertes privées du jour; elles s'oxygènent et se décarbonisent. Les racines et autres parties souterraines sont dans ce cas : et cet oxygène qu'elles attirent leur semble nécessaire; car, plongées dans un gaz qui en est privé, elles ne tardent pas à mourir. L'accès facile de l'air atmosphérique jusqu'à elles est une condition favorable à la végétation, et leur

enfouissement à une profondeur où il pénètre difficilement en est une contraire.

§ 213. Il en est de même de la graine. Lorsqu'on la fait germer, dans son premier développement elle dégage, même à la lumière du soleil, de l'acide carbonique et absorbe de l'oxygène. Le premier résulte d'une certaine partie de carbone renfermé dans le tissu de la graine qui s'est combiné avec l'oxygène absorbé, qui est en totalité employé à cet usage : car si la germination se fait dans l'oxygène pur, la quantité d'acide carbonique dégagé équivaut à celle de l'oxygène absorbé. Cela dure jusqu'à ce que la germination, plus avancée, ait étalé au jour les parties vertes de la petite plante; dès lors le phénomène est interverti, l'inspiration de l'acide carbonique et l'expiration de l'oxygène commencent. Ce besoin d'oxygène pour la première germination explique comment les graines peuvent se conserver si longtemps intactes à de grandes profondeurs.

§ 214. Des observations modernes donnent à penser qu'une graine germant au milieu de l'eau peut décomposer celle-ci et s'approprier une partie de son hydrogène. D'autres démontrent que certaines plantes empruntent directement à l'air, ou plutôt aux vapeurs ammoniacales qui y sont habituellement répandues, une petite quantité d'azote. Mais nous pouvons ici laisser de côté cette absorption de l'hydrogène et de l'azote aux dépens de l'atmosphère; absorption le plus souvent inappréciable, et dont le rôle dans la respiration paraît jusqu'ici tout à fait secondaire, relativement à celui du carbone et de l'oxygène.

§ 215. Il y a donc deux actions différentes et même inverses du végétal sur l'air, l'une exercée seulement par les parties vertes sous l'influence de la lumière, l'autre exercée en tout temps, depuis que la plante a commencé à vivre dans la graine en germination, sans intermission et dans toutes les parties. Nous disons toutes, parce que, d'après un travail récent de M. Garreau, les feuilles elles-mêmes, pendant le jour, expireraient une certaine quantité d'acide carbonique qui aurait échappé aux observateurs précédents, dissimulé par son mélange avec celui de l'atmosphère ambiant où puisent les inspirations.

§ 216. Beaucoup d'auteurs sont portés aujourd'hui à considérer cette seconde action comme la véritable respiration végétale, qui dès lors serait tout à fait semblable à celle des animaux, une combinaison de l'oxygène avec les fluides ou tissus vitaux. Ils se fondent non-seulement sur ce rapport, mais aussi sur la continuité et la généralité de la fonction, tandis que la décomposition de l'acide carbonique dont le carbone se fixe dans le végétal, ne s'opérant que pour certains organes et avec certaines conditions nécessai

rement intermittentes, leur paraît purement un acte de nutrition. Ils montrent en effet que la plante qui cesse de décomposer l'acide carbonique, ce qui a lieu lorsqu'on la laisse longtemps dans une complète obscurité, ne meurt pas, mais seulement languit et pâlit comme étant privée de nourriture (§ 214), tandis que celle qui ne reçoit plus d'oxygène, ainsi qu'on peut l'expérimenter en la plaçant dans un autre gaz comme l'azote et l'hydrogène, ou encore dans le vide de la machine pneumatique, ne tarde pas à mourir comme asphyxiée : asphyxie promptement déterminée à l'obscurité, beaucoup plus lente à la lumière, dont l'action décomposant l'acide carbonique contenu dans les tissus, répand dans l'atmosphère non respirable une petite quantité d'oxygène. Si au moyen d'un autre corps mis sous le récipient on s'empare de cet oxygène à mesure qu'il se dégage, la plante, bientôt épuisée, cesse de végéter.

§ 217. Cependant l'opinion la plus ancienne et même encore la plus généralement reçue, est celle qui considère l'inspiration de l'acide carbonique avec expiration d'oxygène comme constituant la respiration végétale, et par conséquent les surfaces vertes du végétal en rapport avec l'atmosphère, l'écorce et surtout les feuilles, comme les organes respiratoires. On se rattache à cette idée encore plus par un parallèle avec la respiration des animaux. Dans l'inspiration, ils enlèvent à l'air de l'oxygène que le sang porte avec lui dans toutes les parties du corps, pour amener par une voie rétrograde du carbone que, par l'expiration, il verse dans l'air sous la forme d'acide carbonique. Les végétaux enlèvent à l'air de l'acide carbonique qui, porté dans l'intérieur de leur tissu, y laisse du carbone, et ils rendent à l'air de l'oxygène. Ainsi, la respiration des végétaux représente en sens inverse celle des animaux, elle en compense les effets dans l'atmosphère ; et l'air, après avoir parcouru ce cercle dans les organes respiratoires des êtres organisés appartenant aux deux règnes différents, se retrouve avec sa composition primitive. Il est vrai que, de la part des végétaux, l'effet produit sur l'air pendant la nuit doit détruire en partie l'effet produit pendant le jour ; mais quand on réfléchit à l'énorme quantité de carbone accumulée dans les végétaux, et qu'on pense qu'il y a été fixé par suite de l'acte respiratoire, on voit qu'il n'y a pas compensation, que le gain diurne de carbone a outre-passé considérablement la perte nocturne. Les courants de l'air atmosphérique rétablissent sans cesse l'équilibre qui pourrait être rompu sur quelques points par des accumulations soit d'animaux, soit de végétaux.

On pourrait s'étonner de cet état d'équilibre et demander comment est compensée dans la décomposition de l'air cette grande perte de carbone que les végétaux retiennent fixé. Une partie y re-

tourne par la combustion, et comme l'homme emploie beaucoup d'autres combustibles que les végétaux, c'est autant de gain pour ceux-ci. Nous avons déjà signalé la source abondante d'acide carbonique que verse la respiration des animaux. Les volcans, les sources minérales, etc., etc., en fournissent aussi leur contingent. Le règne végétal peut donc puiser largement dans l'atmosphère qu'il purifie en lui enlevant cet excès de carbone que diverses causes tendent à renouveler. Il est dans les conditions auxquelles on soumet artificiellement la plante isolée sous une cloche, et qui s'y développe avec d'autant plus de vigueur qu'on y a fait pénétrer un plus grand excès d'acide carbonique.

§ 218. Quelle sera définitivement pour nous la respiration des végétaux, le mode analogue à celle des animaux ou le mode inverse ? Comme le dernier est encore le plus généralement admis, malgré les objections élevées non sans raison, nous continuerons, pour plus de clarté et de brièveté, à nous servir de la langue usitée, en l'appelant *respiration* ; seulement, pour plus de précision, nous pouvons au besoin y ajouter l'épithète de *diurne*, à laquelle naturellement s'opposera celle de *nocturne* pour désigner le mode inverse. Une définition rigoureuse de la respiration exigerait d'abord celle du fluide nourricier qu'elle est destinée à revivifier, et nous avons vu combien il est difficile de le définir dans les végétaux.

§ 219. La comparaison précédemment établie entre les deux règnes nous amène naturellement à l'examen de la respiration des végétaux vivant sous l'eau, dont, par une théorie ingénieuse, M. Ad. Brongniart a établi le rapport avec celle des poissons. On sait que chez ces derniers, et chez un grand nombre d'autres animaux aquatiques, l'organe respiratoire n'est mis en rapport avec l'atmosphère qu'à travers l'eau qui le baigne immédiatement, qu'il emprunte à cette eau l'air atmosphérique qui s'y trouve dissous, et le décompose à la manière ordinaire, en gardant l'oxygène et rendant à l'eau l'acide carbonique. Nous connaissons la structure des feuilles submergées (§ 110, fig. 118), qui, dépourvues d'épiderme, et par conséquent de stomates, présentent immédiatement à l'eau leur parenchyme à parois minces, serrées les unes contre les autres sans méats intercellulaires, et ordinairement sur un très-petit nombre de rangs d'épaisseur. L'eau peut donc agir facilement sur ce parenchyme au moyen de l'air qu'elle tient en dissolution, qui y pénètre et s'y décompose. Du carbone est fixé dans les cellules qui verdissent ; de l'oxygène est exhalé. La lumière a son influence habituelle sur ce phénomène, et, à une certaine profondeur, on voit les plantes pâlir et s'étioler. Comme les branchies des poissons, ces feuilles, une fois hors de l'eau, se sèchent promptement et deviennent ainsi incapables

de continuer à respirer. Cette dessiccation rapide est due au défaut de l'épiderme qui, dans les végétaux aériens, en modérant l'évaporation, protège les cavités respiratoires contre un pareil danger, et laisse en général aux liquides contenus dans l'intérieur de la plante le temps de venir remplacer celui qui se perd en s'évaporant.

§ 220. **Évaporation.** — L'évaporation ou exhalaison aqueuse par les parties du végétal exposées à l'air, dont nous avons déjà occasion de parler comme de l'une des causes les plus puissantes de l'ascension habituelle de la sève, se fait presque entièrement par la voie des stomates, quoiqu'elle ait lieu sur tout le reste de la surface, et surtout sur les surfaces vertes, mais assez faiblement pour qu'on puisse la nommer insensible. On peut se convaincre aisément qu'elle se fait par les stomates, en remarquant qu'elle est presque nulle quand ils manquent, peu marquée quand il y en a peu, beaucoup plus active en général sur la face inférieure de la feuille que sur la supérieure, en un mot toujours en proportion avec leur nombre. Cette évaporation, qu'on a comparée à la transpiration des animaux, mériterait peut-être plutôt, à cause de son siège, qui se trouve être précisément la surface respiratoire, d'être assimilée à l'exhalation pulmonaire, cette émission très-considérable de vapeur d'eau qui s'échappe avec l'haleine; et c'est pourquoi nous nous en occupons ici. Ajoutons à l'appui de ce rapprochement que son activité est influencée précisément par la même cause que celle de la respiration, par l'exposition à la lumière. A l'ombre, une chaleur égale et même très-supérieure n'a comparativement qu'un faible effet, tandis qu'elle en a un marqué sur la transpiration insensible. La nuit, l'exhalaison s'arrête.

NUTRITION ET SÉCRÉTIONS (1).

§ 221. La nutrition est cette fonction par laquelle le corps organisé prend dans les matières en rapport avec lui les principes propres tant à entretenir et fortifier ses parties déjà formées qu'à former

(1) La nutrition et les sécrétions se trouvent traitées ici dans le même chapitre à cause de la difficulté de les distinguer nettement dans les végétaux. Si un organe sécréteur est un appareil local dans lequel s'élabore et se dépose une matière spéciale différente de celles qui sont généralement répandues dans le tissu, il est rare d'en rencontrer qui justifient parfaitement cette définition. Les glandes (§ 175-182) se confondent souvent avec le tissu environnant; les parois sécrétantes des lacunes gommifères ou résinifères ne s'en distinguent pas; et ce n'est qu'au produit qu'on reconnaît l'organe, souvent limité d'ailleurs à une simple cellule. Aussi, pour la plupart des auteurs, presque toutes les matières stationnant ou même circulant dans l'écorce, sont-elles des sécrétions. Nous avons mieux aimé les confondre sous un autre point de vue, d'après le but commun auquel elles paraissent toutes concourir, ne sachant pas bien discerner parmi elles celles qui peuvent constituer exclusivement la sève descendante.

des parties nouvelles, tant à le conserver qu'à l'accroître. Ce travail organique se partage, dans la vie végétale, en trois actes : 1° Ces matières, venant du dehors à l'état brut, sont introduites dans le corps; 2° elles subissent dans son intérieur certaines préparations, dues pour la plupart à des associations nouvelles et plus compliquées des éléments introduits; elles s'organisent; 3° chaque partie prend dans ces matières ainsi préparées ce qui convient à sa nature et à sa destination particulières, le fixe en lui communiquant les propriétés qui lui manquaient, et dont elle-même est douée; elle se l'assimile.

Le premier acte, qui a déjà fait l'objet de notre examen, paraît se passer sous l'influence presque exclusive de forces physiques. Le second consiste dans une suite de transformations, dont la chimie peut le plus souvent donner ou pressentir l'explication. Le troisième est en grande partie le secret de la vie, et l'on a nommé vitale la force inconnue qui l'opère. La force vitale, au reste, préside à toute cette succession et cet ensemble de phénomènes, qui sans elle cessent ou de se reproduire ou de s'enchaîner dans leur ordre; et toujours on est obligé de la reconnaître derrière ces forces mécaniques, physiques et chimiques dont elle se sert et qu'elle a mises en mouvement.

§ 222. En traitant de l'absorption des racines et de la respiration, nous avons étudié l'introduction des matières du dehors dans le végétal, fournies les unes par la terre et les autres par l'air. Les unes viennent à la rencontrer des autres, et au point où elle a lieu, vers la surface des rameaux et des feuilles, s'opère un travail chimique que nous avons vu manifesté par la composition de l'air différente à son entrée et à sa sortie. Il s'est donc là produit à l'intérieur une transformation des matières venues du dehors, une de ces opérations par lesquelles nous avons caractérisé la nutrition. C'est ainsi que la respiration se rattache à elle intimement, et qu'on a pu les confondre dans une seule fonction plus générale.

§ 223. L'analyse chimique, dans toutes les parties végétales, trouve toujours seulement quatre corps élémentaires : le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote. Ce sont précisément ceux que nous avons vus fournis à la plante par l'air, et par conséquent la terre n'a pu lui porter que les mêmes. Il est vrai, comme nous avons déjà eu occasion de le dire, que différentes substances minérales que l'eau a pu dissoudre dans la terre s'introduisent avec elle dans les racines, qu'elles parcourent ainsi les tissus, et que quelques-unes s'y fixent, mais leur présence est variable, souvent accidentelle; leur rôle, encore très-obscur, quoiqu'elles semblent exercer d'autres fois une influence indirecte, mais utile; elles conservent leur nature et souvent même leurs formes cristallines (§ 23).