

ABSORPTION DES RACINES.

§ 184. Nous avons vu (§ 97) les racines recouvertes par une couche de cellules continue sans ouvertures. Comment le liquide en contact les pénétrera-t-il et comment d'elles passera-t-il dans toutes les autres cavités qui composent le tissu végétal, séparées entre elles par de minces membranes? Ces membranes sont, il est vrai, perméables aux fluides; mais, pour que ceux-ci les traversent, il faut qu'ils soient sollicités par une force suffisante. Celle que M. Dutrochet a nommée *endosmose*, et si bien fait connaître, permet de se rendre parfaitement compte non-seulement de l'absorption par les racines et de celle qui a lieu consécutivement de cellule à cellule, mais encore d'une partie de la circulation des végétaux, qui, avant cette découverte, était restée inexplicable.

Si une petite vessie dont la paroi est une membrane, soit animale, soit végétale (celle de la gousse du *Baguenaudier*, par exemple), est plongée dans l'eau pure et contient elle-même un liquide plus dense, comme de l'eau sucrée ou gommée, les deux liquides tendront à se mettre en équilibre de densité, et il s'établira à travers les parois un double courant, l'un de dehors en dedans de l'eau pure vers l'eau sucrée, l'autre de dedans en dehors de l'eau sucrée vers la pure. Mais les deux liquides ne filtrent pas à travers la membrane avec la même facilité, avec la même rapidité; la moins dense passe plus vite que l'autre. La masse d'eau intérieure gagne ainsi plus qu'elle ne perd, tandis que l'extérieure perd plus qu'elle ne gagne: d'où doivent résulter une différence de niveau entre les deux et l'ascension du liquide contenu dans la vessie; ascension qui ne s'arrête qu'au moment où les deux liquides se trouvent avoir acquis par cet échange continué une égale densité (1). En adaptant à la vessie un tube vertical (*fig. 175*) gradué, on peut calculer la vitesse de l'ascension et sa force. Si au tube droit on en



175.

(1) D'après les observations récentes de M. J. Béclard, les mouvements d'endosmose pourraient être considérés comme des phénomènes moléculaires de chaleur latente; les liquides qui ont une chaleur spécifique plus grande marcheraient vers ceux qui en ont une plus petite. L'action de l'endosmose devra en général s'exercer de l'eau vers les autres liquides, parce qu'elle est celui de tous qui a la chaleur spécifique la plus considérable.

TROISIÈME LEÇON.

FONCTIONS DE NUTRITION.

ABSORPTION; RESPIRATION; MOUVEMENTS DE LA SÈVE, ETC.

§ 183. Nous avons suivi (§ 34-34) les premiers changements qu'offre la jeune plante commençant à vivre par elle-même, ou, en un seul mot, germant. Lorsque sa germination est achevée, elle se trouve, par sa partie inférieure, ses racines, en rapport avec la terre; par sa partie supérieure, sa tige et ses feuilles, en rapport avec l'air. Ses racines pompent les liquides de la terre ou de tout autre milieu humide dans lequel elles se trouvent: cette fonction est appelée *absorption*. Le liquide, une fois entré dans la plante, parcourt dans tous les sens son tissu, où nous avons vu (§ 16) les moyens de communication merveilleusement préparés: c'est ce qu'on a nommé *circulation*, d'après un terme emprunté à la zoologie, quoique dans les animaux la fonction analogue s'exerce par des forces et d'une manière différentes. Le liquide, qui prend le nom de sève, se modifie dans son trajet, notamment sur toute la surface de la partie du végétal en rapport avec l'air: cette action de l'air sur la sève est la *respiration*. La sève, ainsi perfectionnée, est devenue propre à nourrir les tissus, c'est-à-dire, au moyen de particules semblables à eux, à fortifier les organes déjà existants, à en produire d'autres de même nature: de là résulte la *nutrition* ou *assimilation*. Sur quelques points cependant elle fournit des matières plus ou moins différentes, soit destinées à un usage spécial, soit mises à part pour subir plus tard une nouvelle élaboration, soit inutiles ou même nuisibles à la plante, qui les rejette hors du tissu vivant. Ce sont les *secrétions*, qui dans le dernier cas sont dites excrémentitielles. Tel est l'ensemble des fonctions de la végétation communes à la plante et à l'animal.

substitue un à double courbure, l'inférieure remplie de mercure, celui-ci, en montant dans la partie extérieure et graduée du tube, indiquera, par la hauteur de sa colonne, la résistance que la colonne d'eau sucrée a dû surmonter. On constate par de telles expériences que la vitesse et la force de l'endosmose marchent ensemble, qu'elles sont considérables, et que l'action dure longtemps. Une solution aqueuse de 1 partie de sucre pour 2 d'eau fit, en deux jours, monter la colonne de mercure de plus d'un mètre; et, au bout de ce temps, elle ne contenait encore que 3 d'eau pour 1 de sucre.

§ 185. L'absorption exercée par les racines devient maintenant facile à expliquer. Les cellules qui forment leur tissu sont remplies de sucs plus denses que l'eau dont la terre est imbibée, et cette eau doit, par l'effet de l'endosmose, s'infiltrer à travers leurs membranes, gonfler les cavités des cellules les plus extérieures, en diminuant la densité du liquide qui s'y trouvait, et passer de là dans les cellules plus intérieures. Si l'on croyait favoriser la nutrition de la plante en lui fournissant sa nourriture toute préparée, en mettant, par exemple, ses racines en contact avec une solution sucrée, loin de marcher plus vite au but, on s'en éloignerait, on empêcherait l'endosmose et par suite l'absorption.

§ 186. Par quels points de la racine celle-ci s'exerce-t-elle le plus activement? L'expérience nous apprend que c'est par ses dernières ramifications les plus nouvellement formées, par leurs extrémités, ainsi que par les fibrilles ou chevelu dont elles sont recouvertes. On sait que, pour assurer le succès d'une transplantation, on doit conserver la plus grande quantité qu'il est possible de ces fibrilles, en les maintenant dans cet état d'humidité et de turgescence qui leur est propre. Nous avons vu (§ 98), que, dans les premiers temps, elles se hérissent de poils mous qu'on peut supposer destinés à multiplier leur surface, et par conséquent les points d'absorption. Cependant l'observation nous apprend que l'action de ces deux surfaces est très faible, comparée à celle des extrémités mêmes. On peut en effet disposer les racines d'une plante à quelque distance au-dessus de l'eau, de manière que leurs extrémités seules y plongent, tandis que tout le reste est au dehors; et, dans ce cas, on voit par l'activité de la végétation que celle de l'absorption a lieu à un haut degré. On peut disposer au contraire ces mêmes racines de manière qu'elles plongent tout entières dans l'eau, excepté par leurs extrémités, qu'on maintient au dehors; et dans ce cas, la végétation ne cesse pas tout à fait, mais languit: il est clair que l'absorption s'exerce encore, mais à un degré insuffisant. Cependant M. Ohlert, auquel on doit de nombreuses expériences sur ce sujet, tout en reconnaissant que l'action absorbante, nulle vers le haut de la racine,

ne s'exerce que vers sa partie inférieure, conclut que c'est sur les côtés et non à sa pointe.

Nous avons dit (§ 100) que l'élongation de la racine et de toutes ses ramifications a lieu exclusivement par leur bout, qui, par conséquent, se trouve à l'état de tissu naissant pendant tout le temps que se maintient l'activité de la végétation. Ce n'est donc pas par suite d'une modification particulière du tissu gonflé et agissant à la manière d'une éponge, comme on l'avait supposé, que les extrémités radicellaires pompent l'humidité qui les environne; c'est, au contraire, parce que leurs cellules naissantes, et comme telles déjà gonflées de sucs épais, se trouvent dans les conditions les plus favorables pour l'endosmose. Leur épiderme n'est pas encore formé; il l'est plus haut, et oppose à l'absorption une couche plus sèche, moins perméable.

§ 187. Le liquide environnant est absorbé d'autant mieux et en plus grande quantité qu'il est plus fluide. Dans la terre, c'est l'eau tenant en dissolution les diverses matières solubles qui s'y rencontrent et varient suivant les sols. La dissolution de ces matières doit être complète; et, si elles sont en suspension seulement, elles ne peuvent passer, si menues qu'elles soient. En mélangeant avec de l'eau une poussière, la plus fine, la plus impalpable qu'on peut obtenir, mais qui ne peut s'y dissoudre directement, celle de charbon, par exemple, et en l'offrant en cet état à l'absorption des racines, on observe que l'eau passe seule dans ces racines, et que tout le charbon reste au dehors, sans qu'il soit possible d'en retrouver un seul atome au dedans. Avec presque toutes les infusions colorées on obtient le même résultat; l'eau, en passant dans l'extrémité radicellaire, se dépouille à son passage de la matière colorante, qui se dépose à la surface.

## CIRCULATION.

§ 188. **Sève ascendante.** — Le liquide de la terre a pénétré dans les racines par leurs extrémités. De celles-ci il doit, par une opération semblable, passer dans les cellules situées immédiatement au-dessus, puis de là dans les cellules situées plus haut encore. Ainsi, de proche en proche, il monte dans la racine jusqu'à ce qu'il arrive à la tige, où son mouvement ascensionnel doit continuer. Car nous sommes en droit de comparer la plante à un appareil endosmique, dans lequel la terre joue le rôle du récipient plein d'eau; et cet appareil est d'autant plus énergique que sa partie située au-dessus du récipient n'est pas un tube vide et inerte, mais qu'elle est elle-même un tissu rempli de nombreux dépôts de matières analo-

gues à celles qui ont déjà provoqué l'action des racines ; de sorte que cette action, loin de s'épuiser, s'entretient et se renouvelle à chaque hauteur. Le liquide n'a pas, comme dans l'expérience, perdu de sa densité à mesure qu'il augmente en masse et monte en conséquence ; au contraire, agissant sur ces matières qu'il trouve sur sa route, il dissout une portion de celles qui étaient à l'état solide, et tend ainsi à s'épaissir de plus en plus. Modifié de la sorte dès son entrée dans le végétal, il a pris le nom de *sève*. Si, à diverses hauteurs d'un arbre, on perfore profondément son tronc, qu'on introduise un tube dans chaque trou, et qu'on recueille séparément la sève qui s'écoule de ces divers canaux, on pourra se convaincre qu'elle est d'autant plus dense qu'elle a été prise plus haut : nous verrons plus tard quels changements seront opérés dans sa composition et par quels moyens on la constate.

§ 189. Nous avons parlé jusqu'ici comme si la plante était exclusivement formée de cellules ; et c'est, en effet, la structure de quelques végétaux. Mais nous savons que plus souvent, dans les Cotylédones, de nombreux vaisseaux se montrent au milieu de ce tissu cellulaire et suivent la direction des axes. On conçoit combien la progression de la sève, poussée incessamment par en bas, doit être accélérée dans ces longs canaux, où elle ne trouve pas d'obstacle, et comment elle peut ainsi franchir rapidement de grandes distances qu'elle eût parcourues lentement de cellule en cellule.

Remarquons ici que le centre des racines est occupé dans leur longueur par des faisceaux de vaisseaux qu'on peut suivre jusqu'au près des extrémités où l'absorption commence. Le liquide absorbé rencontre donc presque aussitôt cette voie plus rapide ; et c'est sans doute là une raison de plus pour que l'effet de l'absorption des extrémités soit bien plus prompt et se fasse sentir bien plus vite sur tout le reste de la plante.

§ 190. La physique nous apprend que dans les tubes extrêmement fins, et qu'on nomme capillaires, en les comparant à celui d'un cheveu, la paroi interne du canal exerce sur le liquide contenu qui la mouille une sorte d'attraction qui détruit une partie de l'effet de la pesanteur, et détermine ainsi l'ascension de ce liquide au-dessus du niveau où il se serait autrement arrêté. La plupart des vaisseaux dans le végétal sont, par leur ténuité, autant de tubes capillaires, et doivent exercer sur leur liquide contenu cette action qui le fait monter à une certaine hauteur, et vient s'ajouter ainsi à celle de l'endosmose. Avant que cette dernière fût connue, c'était à l'influence de la capillarité qu'on attribuait la plus grande partie du mouvement ascensionnel de la sève, sans pouvoir cependant expliquer par elle seule tous les phénomènes qui l'accompagnent.

Lorsqu'on plonge dans l'eau, ou dans tout autre liquide suffisamment léger, le bout d'une branche nettement coupée, ce liquide pénètre par les orifices béants des vaisseaux, et monte immédiatement, par l'effet de la capillarité, jusqu'à un certain point. On conçoit que dans ce trajet l'action de l'endosmose s'exerce à travers les parois des vaisseaux et les cellules environnantes ; de sorte que ce bout coupé supplée à l'action absorbante des racines. C'est pourquoi en plantant un végétal dont les fibrilles et les extrémités radicellaires desséchées sont devenues incapables d'absorption, comme cela a si fréquemment lieu dans les transplantations, les jardiniers ont soin de rafraîchir les racines, c'est-à-dire de les couper au point où ils voient leur fraîcheur et leur vitalité bien conservées. C'est encore la même cause qui permet de multiplier les plantes par bouture, en fixant dans un milieu suffisamment humide l'extrémité d'une branche, qui pompe par sa section les sucs au moyen desquels sa vie se prolongera assez longtemps pour qu'elle puisse produire des racines adventives et rentrer alors dans les conditions d'une plante enracinée. La fraîcheur conservée aux bouquets, en laissant leurs queues dans l'eau, est un phénomène familier à tous nos lecteurs. La nécessité de couper bien nettement le bout qu'on met en rapport avec le liquide dans toutes ces expériences s'explique par celle de ménager l'ouverture des vaisseaux, qui se bouche ou s'obstrue lorsque le bout a été séparé par arrachement ou torsion. Les tubes capillaires des végétaux offrent au liquide un passage assez large pour qu'il y pénètre plus facilement qu'à travers les parois cellulaires. Ils peuvent donc admettre des liquides tenant en suspension une matière très-ténue, une matière colorante, par exemple ; et l'on s'est servi de cette propriété pour étudier dans leur intérieur la marche de la sève, qu'on peut suivre sans trop de difficulté lorsqu'elle est ainsi colorée. Mais il faut être très-réservé sur les conclusions qu'on en tire, puisqu'alors les choses ne se passent pas de la même manière que dans la vie habituelle, lorsque l'absorption a lieu par les racines et de cellule en cellule en même temps que par les vaisseaux.

§ 191. Mais l'endosmose et la capillarité ne sont pas les seules forces qui déterminent l'ascension continue de la sève. On prévoit en effet qu'il doit arriver un moment où elles ont produit tout leur effet, et qu'alors il devrait s'établir une sorte d'équilibre et de stase dans toutes les parties liquides du végétal. Or, quoique cela ait lieu jusqu'à un certain point, et qu'après une certaine période d'activité extrême ce mouvement se ralentisse considérablement et cesse entièrement dans certaines parties, cependant il continue dans d'autres, et l'action absorbante des racines se maintient dans la même proportion. On sait qu'en arrachant de terre une plante parvenue à

l'état parfait, elle ne se conserve vivante qu'un temps plus ou moins court; et qu'en plongeant dans l'eau ses racines entières, si elles sont fraîches, ou coupées, si elles s'étaient déjà desséchées, on la voit revivre rapidement et d'un bout à l'autre: il y a donc eu appel et transmission d'une quantité assez considérable d'eau de l'extrémité inférieure à la supérieure, et les liquides contenus dans la plante n'étaient pas à un état d'équilibre d'où résultât leur immobilité définitive.

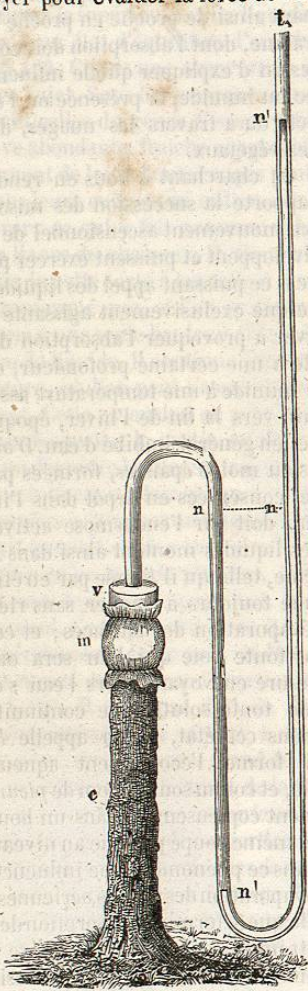
§ 192. Citons une observation intéressante qui peut se rattacher à ce sujet. Sous les tropiques un certain nombre de lianes, notamment celles du genre *Cissus*, voisin des Vignes, sont gorgées d'une séve abondante, fraîche et agréable au goût. L'eau qui coule copieusement de leurs bouts coupés peut servir de boisson, et les hommes, dans leurs courses au milieu des forêts, l'emploient pour se désaltérer: ce qui a fait nommer vulgairement ces plantes lianes à eau ou lianes du chasseur. M. Gaudichaud, qui en a découvert au Brésil une de cette sorte à laquelle il donne le nom de *Cissus hydrophora*, a remarqué que, si l'on se contente de couper transversalement la liane à une seule hauteur, il sort des deux surfaces de la section très-peu de liquide. Il continue à monter rapidement dans la partie supérieure, où l'on peut s'assurer que les vaisseaux se vident de bas en haut. Cette ascension ne peut être attribuée à l'action des racines, avec lesquelles la partie supérieure n'est plus continue, et ils sont d'un diamètre beaucoup trop gros pour que la capillarité ait ici quelque influence. Mais si l'on a coupé à deux hauteurs différentes, de manière à détacher un fragment de tige d'une certaine longueur, on voit aussitôt couler une séve abondante par celle des deux extrémités qu'on tient le plus bas, obéissant par conséquent aux lois de la pesanteur. Or, auparavant, la séve continuait à monter très-activement. Ce ne pouvait donc être par une force exercée ni en bas ni latéralement; ce ne pouvait être que par une cause ayant son siège au-dessus de la seconde section et attirant d'en haut le liquide.

§ 193. Il n'est pas difficile d'arriver à la connaissance de cette force nouvelle. Le végétal, à une certaine hauteur, est muni d'un nombre plus ou moins grand de bourgeons. Dès qu'ils commencent à se développer, ils tirent de la tige ou de la branche avec laquelle ils sont continus les matériaux destinés à les nourrir et dont la quantité doit être en proportion avec le rameau qui résultera de ce développement. Les feuilles se montrent en même temps, s'étendent à l'air, et deviennent le siège d'une évaporation considérable par leur surface criblée de pores. Tout ce qui s'évapore ainsi par les feuilles, et en même temps par la jeune écorce du rameau, tout ce qui est employé à former et à nourrir ces parties nouvelles est autant de pris sur la masse du liquide de la tige, et il en résulte, vers

la surface et l'origine de chaque rameau, d'une part un épaississement qui redouble l'activité de l'endosmose, de l'autre des vides qui sont aussitôt comblés par une quantité proportionnelle de séve enlevée à la tige, remplacée elle-même en même temps par celle des parties voisines, et déterminant ainsi de proche en proche un flux ascensionnel à partir de la racine, dont l'absorption doit compenser cette perte. Il n'est pas besoin d'expliquer quelle influence l'état de l'air, chaud ou froid, sec ou humide, la présence ou l'absence du soleil, son action directe ou à travers les nuages, doivent exercer sur l'évaporation des végétaux.

§ 194. Exposons maintenant, en charchant à nous en rendre compte, les diverses phases qu'apporte la succession des saisons qui constitue notre climat dans ce mouvement ascensionnel de la séve. Avant que les feuilles se développent et puissent exercer par l'action évaporante de leurs surfaces ce puissant appel des liquides, l'endosmose doit être la force presque exclusivement agissante à cet effet. Continue-t-elle tout l'hiver à provoquer l'absorption des racines? Ce n'est pas improbable à une certaine profondeur, où elles sont plongées dans une terre humide à une température assez peu abaissée; c'est presque certain vers la fin de l'hiver, époque où le sol est déjà moins refroidi et en général imbibé d'eau. D'ailleurs, la quantité de matières plus ou moins épaisses, formées par le travail de l'année précédente et conservées en dépôt dans l'intérieur du végétal pendant l'hiver, doit par l'endosmose activer cette absorption des racines, et les liquides montent ainsi dans le végétal avec une abondance extrême, telle qu'il finisse par en être saturé, d'autant plus qu'il continue toujours à gagner sans rien perdre, comme plus tard, par l'évaporation des surfaces; et ces liquides tendront à s'échapper par toute voie qui leur sera ouverte à l'extérieur, ce dont on s'assure en voyant alors l'eau s'écouler, comme d'une fontaine, de toute solution de continuité pratiquée sur une tige qui est dans cet état, qu'on appelle *la séve du printemps*. C'est ce qui forme l'écoulement aqueux déterminé dans la Vigne par la taille, et connu sous le nom de *pleurs de la Vigne*. Comme ces pleurs coulent copieusement dans un bout de tige dépourvu de toute feuille et même coupé presque au niveau du sol, il est impossible d'attribuer dans ce phénomène une influence à l'appel des liquides résultant de l'évaporation des parties aériennes, et l'on n'y peut reconnaître que celle que détermine l'absorption des racines. En adaptant un tube à l'extrémité coupée, on voit la séve y monter à une hauteur qu'on peut ainsi déterminer, et qui est considérable. L'Anglais Hales, auquel on doit une suite d'expériences aussi précises qu'ingénieuses destinées à déterminer le mouvement

des sucres dans les plantes, et consignées dans sa *Statique végétale*, avait appliqué à l'évaluation de la force et de la vitesse ascensionnelle de la sève le même appareil que M. Dutrochet dut ensuite employer pour évaluer la force de l'endosmose, c'est-à-dire ce tube à



176. c Cep de Vigne coupé à 3 décimètres de terre. — t Tube de verre à double

t. double courbure dont une branche ascendante est adaptée au bout de la tige coupée mise en expérience, et dont la courbure inférieure est remplie de mercure qui, repoussé par la sève accumulée en montant dans les branches intérieures, monte lui-même dans l'extérieure, et indique par la hauteur de sa colonne les valeurs qu'on cherche (fig. 176). Or, Hales a vu la colonne de mercure ainsi soulevée jusqu'à 1 mètre, ce qui équivalait à 14 mètres d'eau; et il a calculé que la force qui pousse ainsi la sève dans la Vigne est cinq fois plus grande que celle qui pousse le sang dans une grosse artère d'un cheval.

§ 195. Les bourgeons se développent, les feuilles s'étalent, et leur action vient s'ajouter à celle de l'endosmose. Alors s'établit un courant qui entraîne les liquides vers toutes les surfaces évaporantes, et ne leur permet plus de s'accumuler dans les tissus en les saturant d'humidité. Aussi une solution de continuité latérale ne donne-t-elle plus, à cette époque, lieu à un écoulement comme celui de la sève du printemps. L'influence que cette nouvelle force, agissant concurremment avec l'endosmose, exerce sur le mou-

vement ascensionnel, peut se constater par des expériences analogues aux précédentes. Ainsi, si l'on adapte au bout inférieur d'une branche un long tube plein d'eau qu'on plonge lui-même par son autre extrémité dans un bain de mercure, la branche pompera une certaine quantité d'eau qui sera indiquée par l'ascension d'une colonne égale de mercure dans le tube. On varie l'état de la branche, qui peut être garnie d'un plus ou moins grand nombre de feuilles, dépouillée d'une partie d'entre elles, réduite même à ses bourgeons; celui de l'atmosphère, qui peut être à différents degrés de sécheresse ou d'humidité: on observe par divers temps, à diverses heures de jour ou de nuit, et l'on voit que toutes les causes qui ont une influence sur les divers degrés d'évaporation de la branche en exercent une analogue sur la quantité d'eau qu'elle pompe.

§ 196. Cependant les rameaux se sont successivement développés, ainsi que leurs feuilles; ils ont acquis peu à peu leurs dimensions parfaites, et la consistance qui caractérise leurs tissus à cet état que nous pourrions appeler leur âge adulte, en même temps que de nouveaux tissus s'organisaient dans certaines parties intérieures du végétal. Il est ainsi arrivé à cette sorte d'équilibre dont nous avons parlé; équilibre qui n'implique pas l'immobilité de la sève, mais seulement son mouvement modéré d'après les besoins d'un état où il ne s'agit plus que d'entretenir en compensant les pertes continues qui accompagnent l'exercice même de la vie, en complétant ce qui peut encore manquer sur certains points et préparant pour l'année suivante les organes qu'elle doit à son tour développer et les matériaux destinés à cet usage.

§ 197. Si tout ce travail vital s'est commencé et exécuté de bonne heure, si l'année a été précoce, il peut arriver que ces matériaux se trouvent prêts en quelque sorte trop tôt, dans une saison qui n'est pas encore assez avancée, et leur présente ainsi les conditions propres à provoquer leur développement anticipé. C'est ce qui arrive assez souvent vers la fin de l'été, où l'on voit pousser quelques-uns des bourgeons nouvellement formés, se renouveler quelques phénomènes partiels du printemps, et nécessairement avec eux se ranimer pour un moment le mouvement ascensionnel de la sève: ce qu'on nomme la *sève d'août*.

Il languit de nouveau. Pendant l'automne, l'évaporation des surfaces a diminué de plus en plus; les tissus se sont séchés en se solidifiant; les feuilles peu à peu meurent ou tombent, et l'arbre ar-

courbure ajusté sur une virole de cuivre v qui est adaptée et lutée à l'extrémité coupée du cep, l'appareil étant recouvert et maintenu par un morceau de vessie m. — n n Niveau de la colonne de mercure dans les deux branches de la courbure inférieure du tube avant l'expérience. — n' n' Niveau à la fin de l'expérience.

rive à cet état de repos presque complet dans lequel la vie semble suspendue. Le mouvement de la sève a cessé alors extérieurement avec ses causes, et s'arrête plus ou moins complètement pour toute la durée de l'hiver.

§ 198. Pour suivre les différentes phases de ce mouvement de la sève ascendante, nous avons choisi les exemples où elles se montrent le plus nettement et le plus complètement, ceux du moins où elles nous sont le mieux connues, ceux des arbres de nos climats tempérés. Ce qui se passe dans un de leurs rameaux doit, à peu de chose près, se passer dans toute plante herbacée, avec plus d'activité cependant, puisqu'elle se ramifie le plus ordinairement, et développe ainsi dans le courant de la même année plusieurs générations de bourgeons. Quant aux végétaux des latitudes plus chaudes, les époques changent; et, sous les tropiques, les intervalles de repos semblent devenir presque nuls, le mouvement presque continu. Mais on en peut juger plutôt par les saisons et par les phénomènes extérieurs de la végétation que par des observations directes et approfondies, qui offriraient tant d'intérêt.

§ 199. Un point important nous reste encore à éclaircir. Quelle voie, au milieu des divers organes élémentaires combinés dans la tige, la sève suit-elle au juste dans ce mouvement ascensionnel? Celle du printemps envahit tous les tissus, remplissant les cellules, les fibres, les vaisseaux, les méats. C'est presque entièrement par le corps ligneux qu'elle monte, ainsi qu'on peut s'en assurer par l'inspection de la branche fraîchement coupée. On voit le liquide s'écouler de la surface de la section: de tout le corps ligneux, si la branche est jeune; si elle est âgée, seulement de la zone extérieure, qui est encore à l'état d'aubier. Après la sève du printemps, beaucoup de vaisseaux sont vides, et, en les examinant sous l'eau, on s'assure qu'ils sont occupés par des gaz qu'on en voit sortir par petites bulles. C'est donc par le tissu cellulaire que doit alors avoir lieu, du moins pour la plus grande partie, le passage de la sève, mais par un mouvement peu sensible du bas vers le haut, le végétal étant alors comme saturé de liquides et à peu près dans la condition d'un appareil plein d'eau qui, percé de petites ouvertures à ses deux extrémités, laisserait écouler par l'une une certaine quantité, et recevrait par l'autre une quantité équivalente, sans qu'il en résultât de courant apparent. Si quelque cause vient à troubler cet équilibre, comme après une sécheresse plus ou moins prolongée et à laquelle succède la pluie, ou par le développement de nouveaux bourgeons, l'ascension de la sève doit se ranimer et reprendre en partie les voies qu'elle avait momentanément abandonnées.

§ 200. **Sève descendante ou élaborée.** — La sève, enrichie

de toutes les matières qu'elle a dissoutes et s'est incorporées sur son trajet, est arrivée aux jeunes branches; puis, en les parcourant, jusque vers la surface de leur écorce, par le tissu cellulaire des rayons et du parenchyme cortical, jusqu'à celle des feuilles, par la voie du parenchyme entout temps et aussi, à certaines époques, par la voie plus rapide des vaisseaux. Ces surfaces se trouvent, par les stomates plus ou moins nombreux qui les couvrent, en rapport immédiat avec l'air atmosphérique pouvant pénétrer par ces petites ouvertures et circuler dans le réseau des lacunes du tissu sous-jacent. La sève ne se trouve donc plus séparée de l'air que par les minces membranes de ce tissu, à travers lesquelles les principes de l'un et de l'autre peuvent agir réciproquement, s'échanger, et par suite se modifier. Nous verrons en détail, à l'article de la respiration et de la nutrition, quels sont ces changements. Il nous suffit pour le moment d'annoncer qu'ils ont lieu; que, par suite, la sève change de nature en même temps qu'elle perd la majeure partie de son eau, qui s'échappe au dehors à l'état de vapeur.

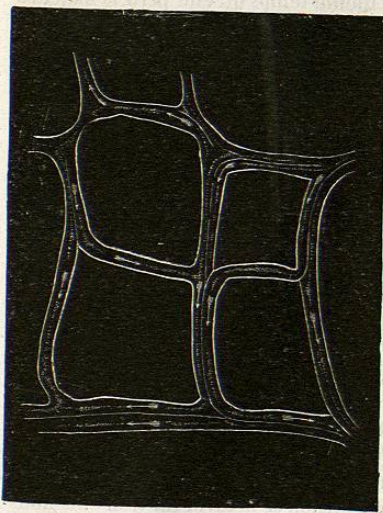
Il est facile de se convaincre, par l'inspection des parties, que les feuilles et la jeune écorce renferment des sucres différents de la sève que nous avons jusqu'ici examinée.

§ 201. Cette sève corticale a-t-elle comme l'autre un mouvement général? Si l'on coupe transversalement une tige, on voit que la surface inférieure de la section fournit très-peu de suc comparativement à la supérieure. Si l'on enlève un anneau circulaire d'écorce, on voit le suc suinter et s'amasser sur le bord supérieur de la plaie, et non sur l'inférieur. Si l'on pratique une ligature bien serrée autour de la tige, on voit, au bout d'un certain temps, l'écorce se gonfler et former un bourrelet au-dessus de la ligature, et la tige au-dessous conserver son diamètre primitif. Il y a donc un flux de la sève corticale du haut vers le bas, c'est-à-dire en sens inverse de la sève ascendante. C'est pourquoi on lui a donné le nom de *sève descendante*; on la nomme aussi quelquefois *sève élaborée*, à cause du travail organique qu'elle a subi pour acquérir ses propriétés nouvelles.

§ 202. Nous avons indiqué quelques causes physiques par lesquelles on peut expliquer l'ascension de la sève. En trouvons-nous qui déterminent sa descente à travers le tissu cortical? Elles sont beaucoup plus obscures, et il est difficile, dans l'état actuel de la science, de rien affirmer à cet égard. Nous avons d'abord la force de la pesanteur qui agit dans cette direction. On admet que la surface des feuilles et de la jeune écorce absorbe l'eau en contact avec elle. Cette absorption, active surtout dans les circonstances qui tendent à diminuer ou à annuler l'évaporation, dans les temps de pluie ou de brouillard, et par suite de tout abaissement de température

qui amène la condensation de l'humidité en excès dans l'atmosphère, effet qui a lieu périodiquement toutes les nuits, peut-elle exercer sur les surfaces aériennes une action analogue à celle qui a lieu par les racines au sein de la terre, mais naturellement dirigée en sens contraire, c'est-à-dire de haut en bas ? Ce même refroidissement peut-il déterminer, comme l'a pensé M. Biot, une contraction dans les tissus et par suite le reflux des liquides qu'ils contiennent ? Ce sont autant de questions qu'on peut s'adresser et qu'on n'a pas résolues.

§ 203. M. Schultz a proposé sur la marche des sucS corticaux et sur la voie qu'ils suivent une théorie qui attribue le principal rôle aux vaisseaux laticifères dont nous avons parlé précédemment (§ 13) et dont il s'est tant occupé. Le liquide contenu dans ces vaisseaux est le *latex* qu'il considère comme le suc essentiellement nourricier. Il est souvent coloré, et, dans ce cas, est généralement connu sous le nom de *suc propre*. D'autres fois les mêmes vaisseaux charrient



177.

un suc incolore, mais qui paraît de même nature ; et quelques observations constatent que le même végétal qui, dans les climats froids et tempérés, présente un latex incolore, peut en présenter un laiteux sous le climat des tropiques. Dans tous les cas, il est composé de même de granules extrêmement fins, inégaux et nageant dans un liquide. La présence de ces granules et la transparence des parois des laticifères permettent de constater, à l'aide du microscope, le mouvement du latex. Que, par exemple, on place sur

le porte-objet et sous une mince lame de verre une jeune feuille d'*Éclairé* (fig. 177), cette plante si commune le long de nos murs et reconnaissable à son suc âcre de couleur orangée ; que cette feuille,

177. Petit fragment d'une feuille d'*Éclairé* (*Chelidonium majus*) très-grossi et montrant plusieurs mailles du réseau des laticifères. La direction des courants est indiquée par celle des flèches.

choisie aussi mince et transparente que possible, tenant à sa plante bien vivante, participant en conséquence à sa vie, et humectée pour éviter le dessèchement, soit examinée par transparence à l'aide d'un fort grossissement, on apercevra dans son épaisseur de petites traînées d'une matière granuleuse en mouvement, traînées dont les unes se dirigent dans un sens, les autres dans un autre, et même en sens contraire des premières, dont les unes restent isolées, les autres se rapprochent, s'unissent et se confondent. En embrassant un champ suffisant, on reconnaît que ces traînées se rattachent l'une à l'autre, et forment ainsi un réseau : c'est celui des laticifères (fig. 53, 2). Le latex descend dans un embranchement pour remonter dans un autre, et l'on observe ainsi une véritable circulation, tout à fait comparable à celle qu'on connaît dans les vaisseaux capillaires des animaux. M. Schultz la désigne sous le nom de *cyclose*. Ces laticifères abondent dans les feuilles, et sur l'axe ils se concentrent presque exclusivement dans l'écorce au voisinage du liber, quoiqu'on en rencontre quelquefois plus intérieurement, mais en nombre relativement insignifiant. La cyclose, commençant dans les feuilles où s'est organisé le latex, doit se propager de là dans l'écorce et donner pour résultat un mouvement, sinon direct, du moins général de haut en bas, et cette suite de cercles que le liquide décrit dans cette marche sinueuse doit favoriser les phénomènes de nutrition, puisqu'en prolongeant et multipliant les rapports du latex avec les tissus qu'il parcourt, elle doit aider aux effets qui résultent de la présence du suc nourricier.

Cette théorie, qui semble si bien rendre raison de la nature et de la marche de la sève élaborée, se trouve réfutée par des observations plus récentes et plus précises : 1° Nous avons vu l'origine des laticifères dans des méats ou lacunes intercellulaires qui finissent par se revêtir d'une paroi propre (§ 13). Or les communications des unes aux autres sont fréquemment interrompues, de sorte qu'il y a en réalité une foule de petits réseaux partiels au lieu d'un unique et vaste réseau continu d'un bout du végétal à l'autre, comme il devrait l'être pour porter les sucS de toutes les surfaces jusqu'à l'extrémité des racines. 2° Le courant de liquide qu'on y observe à travers les parois transparentes de ces vaisseaux est un phénomène purement accidentel et transitoire. C'est en général sur des parties détachées du végétal qu'on l'examine au microscope ; or pour les détacher on a coupé cette partie, et cette blessure donne lieu à un écoulement qui met de proche en proche en mouvement le liquide contenu dans tout le système de vaisseaux en rapport direct avec l'orifice béant. Qu'on le bouche en le brûlant ou laissant coaguler les sucS, le courant s'arrête ; qu'on le rouvre par une nouvelle section,