

SUR LA

FONCTION DES MATIÈRES

RÉSINEUSES DANS LES PLANTES,

PAR

HUGO DE VRIES.

Dès les premiers temps de la physiologie végétale, on savait qu'un grand nombre de plantes produisent des liquides de nature spéciale, qui sont contenus dans des réservoirs particuliers, et qui ne quittent pas le corps de la plante, à moins qu'une lésion ne vienne ouvrir les cavités qui les renferment. Malpighi avait donné à ces liquides le nom de „sucs propres”, et aux organes qui les contiennent celui de „vaisseaux propres”, noms que malheureusement on a aussi appliqués plus tard à des liquides et à des organes entièrement différents, de sorte qu'aujourd'hui ils sont tombés en désuétude presque complète. Grew distingua les vaisseaux propres en vaisseaux lactifères, gommifères, résinifères et mucilaginifères. Les contenus de tous ces organes, — suc laiteux, gomme, résine et mucilage, — se ressemblent en ceci, qu'ils découlent de blessures récentes à l'état liquide ou semi-liquide, puis se transforment peu à peu, à la surface de la partie blessée, en masses plus solides, ordinairement très tenaces. Par la plupart de leurs autres propriétés,

relatives tant à la composition chimique qu'au mode de production, ils s'éloignent beaucoup les uns des autres. En ce qui concerne la signification anatomique de ces organes, jadis appelés vaisseaux, on a également reconnu qu'elle est loin d'être la même pour les diverses espèces ci-dessus nommées, ni même pour des organes que Grew comprenait sous une dénomination unique; aussi, dans les derniers temps, a-t-on entièrement renoncé, du point de vue anatomique, à la réunion des sucs propres en un seul et même groupe.

Ce qui vient d'être dit n'empêche pas, naturellement, que le rôle physiologique de ces sucs ne puisse être le même; mais, justement à l'égard de ce rôle, la plus grande incertitude règne dans les écrits des botanistes. Au sujet de quelques-unes de ces matières, et notamment au sujet du suc laiteux, les théories les plus singulières ont successivement été émises, puis, après avoir suscité des discussions ardentes et plus ou moins prolongées, sont retombées dans un profond oubli. Une littérature étendue et riche en faits s'est ainsi formée, mais toutes ces études ont si peu conduit à une vue claire de la signification physiologique des sucs propres, que M. Sachs, dans la dernière édition de son *Traité de botanique*, a encore pu dire que le caoutchouc dans les vaisseaux laticifères, les résines et les substances qui les engendrent dans les canaux résinifères, enfin la gomme et les matières analogues dans les canaux gommifères sont au nombre des substances dont le rôle, dans l'économie de la plante, est jusqu'ici entièrement inconnu ¹⁾.

Cette remarque de M. Sachs montre combien la question réclame encore de recherches. Ajoutons que, depuis l'apparition du *Traité* de M. Sachs, différents auteurs ont tracé la voie conduisant à une notion déterminée des fonctions de la résine des Conifères, tandis que, d'un autre côté, on a publié des expériences qui dévoilent clairement une grande affinité physiologique entre les diverses matières ci-dessus nommées. Je crois donc

¹⁾ Sachs, *Lehrbuch der Botanik*, 4^e éd., p. 676.

qu'il ne sera pas sans intérêt de rassembler et de coordonner les faits et les opinions qui abondent à ce sujet dans la littérature botanique, mais qui s'y trouvent tellement dispersés que l'étude en devient très pénible; réunis, ils nous sera plus facile d'examiner quel résultat positif s'en laisse déduire et quelles indications on peut y puiser pour des recherches ultérieures.

Les faits qui contribuent à jeter du jour sur la question dont nous traitons, se laissent répartir, sans effort, en trois grandes catégories, suivant qu'ils ont rapport au développement historique de nos connaissances sur la matière, ou qu'ils appartiennent au domaine de l'anatomie comparée, ou qu'ils sont de nature physiologique. Dans le présent travail je m'occuperai exclusivement de ce dernier groupe de faits, en renvoyant pour les deux autres, ainsi que pour quelques arguments physiologiques non cités ici, à un Mémoire que j'ai publié récemment, sous le titre de *Ueber einige Nebenprodukte des pflanzlichen Stoffwechsels*, dans les *Landwirthschaftliche Jahrbücher*, Bd. X, 1881. Il y a d'autant moins d'inconvénients à renfermer la discussion dans ces bornes, que les trois catégories d'arguments conduisent à des conclusions parfaitement identiques.

Ainsi qu'il ressort de ce qui précède, le groupe des suc propres, établi par Malpighi, comprend les substances connues aujourd'hui sous les noms de térébenthine, résine, gommés-résines, baumes, mucilage, gomme et suc laiteux. Parmi elles, la térébenthine et la résine doivent être placées au premier rang, tant parce qu'elles sont très généralement répandues dans le règne végétal, que parce qu'on a pu en acquérir une connaissance très exacte chez les plantes qui sont cultivées en grand pour la production de ces deux matières. Les plantes que j'ai ici en vue sont surtout les Conifères, et je me propose de faire d'abord une étude détaillée de la fonction des matières résineuses de ces arbres, avant d'examiner le rôle des autres substances. Cette marche me paraît être la mieux appropriée

au but, car les faits que j'ai colligés dans les ouvrages spéciaux sur ces deux matières mènent comme d'eux-mêmes à une connaissance exacte de leur fonction, connaissance qui peut ensuite servir de guide pour étendre la même étude au règne végétal entier et aux autres produits en apparence si divers. Je commence donc par :

La fonction des matières résineuses chez les Conifères.

Autrefois, on admettait généralement que les matières résineuses des Conifères doivent être regardées comme des produits accessoires et inutiles des phénomènes de nutrition, comme des matières qui, ayant pris naissance dans différentes transformations chimiques au sein des cellules et n'étant plus susceptibles d'aucun emploi, étaient emmagasinées à des places déterminées dans le corps de la plante, afin de nuire aussi peu que possible à l'assimilation ultérieure. Des recherches plus récentes ont montré, toutefois, que cette hypothèse n'est plus acceptable aujourd'hui, puisque, bien au contraire, de très grandes quantités d'éléments nutritifs sont annuellement consommées pour la formation de la résine. C'est ce qui ressort déjà de la composition chimique des matières résineuses. L'essence de térébenthine, la première et la plus importante de ces combinaisons, celle dont paraissent dériver toutes les autres, suivant les circonstances, est en effet le corps le plus riche en carbone qui existe dans l'arbre, et sa production exige par conséquent une quantité relativement beaucoup plus grande des matières assimilées ordinaires (surtout de glucose), d'autant plus qu'elle ne se forme probablement aux dépens de celles-ci que par une longue série de transformations chimiques ¹⁾. En d'autres termes, pour un poids déterminé de résine ²⁾, des poids beaucoup plus considérables d'aliments organiques doivent être consommés.

¹⁾ Frank, *Die Krankheiten der Pflanzen*, I, 1881, p. 82.

²⁾ Consultez sur la signification du mot „résine” et sur les mélanges souvent très complexes qui sont habituellement désignés sous ce nom: Wiesner, *Die technisch verwendeten Gummi-arten, Harze und Balsame*, et Wiesner, *Die Rohstoffe des Pflanzenreichs*.

On est conduit à ce même résultat par l'expérience acquise dans la pratique. Si la résine ne constituait dans les canaux résinifères qu'un produit excrété inutile, il serait évidemment indifférent pour la plante, sinon avantageux, que cette matière s'écoulât de ses réservoirs à la suite de blessures; en aucun cas, la plante ne pourrait en souffrir. Or, la considération même superficielle des notions empiriques fournies par l'exploitation en grand des arbres résineux montre qu'il est loin d'en être ainsi. L'extraction de la résine affaiblit les arbres à un haut degré, et il n'est pas rare que l'accroissement du bois s'en trouve diminué d'un tiers. C'est aussi un fait connu qu'on ne doit commencer à soumettre au gemmage que les arbres âgés de 20—25 ans, attendu que les sujets plus jeunes ne sont pas encore en état de supporter la perte. Il y a deux méthodes d'exploitation. Dans le „gemmage à mort” on s'efforce de soustraire à l'arbre la plus grande quantité possible de résine, mais la conséquence est que l'arbre meurt au bout de 3 ou 4 ans. Aussi cette méthode n'est-elle appliquée qu'à des arbres qui, pour l'une ou l'autre raison, n'en devraient pas moins être abattus à terme assez court. Dans la méthode ordinaire, ou „gemmage à vie”, la saignée est au contraire modérée avec soin, pour que le préjudice ne devienne pas trop notable, et on sait qu'avec un pareil traitement la récolte de la résine peut être continuée avantageusement, sur le même arbre, pendant 60—80 ans. Beaucoup d'autres faits d'expérience conduisent à la même conclusion, de sorte qu'il n'y a aucun doute qu'une forte perte de résine ne soit nuisible aux arbres, tandis que, en cas de déperdition moindre, la matière exsudée est peu à peu remplacée par d'autre, nouvellement formée. On voit donc que, dans les opérations susdites, ce ne sont pas des matières inutiles ou nuisibles qui sont soustraites à la plante, mais des combinaisons très importantes, dont la production nouvelle, ainsi provoquée, s'accompagne toujours d'une perte considérable en éléments nutritifs assimilés.

Les procédés employés pour la récolte de la résine nous ap-

prennent aussi que la production de cette substance chez les Conifères ne doit pas être regardée comme une maladie, analogue, par exemple, à la maladie gommeuse du cerisier et de quelques autres arbres fruitiers. Dans ces cas, en effet, la formation de la gomme, à la suite d'une lésion locale, s'étend de plus en plus loin et par là devient souvent dangereuse pour la vie de la plante; chez les Conifères, il faut tout à l'inverse, pour entretenir l'écoulement de la résine, rafraîchir tous les deux ou trois jours l'incision. Néglige-t-on ce soin, la plaie se ferme et l'exsudation résineuse s'arrête. Il est d'ailleurs généralement connu que la maladie gommeuse dépend d'un phénomène de désorganisation des tissus les plus divers, tandis que la formation de la résine, chez les Conifères, a lieu dans des organes spéciaux, destinés à cet usage.

De ce qui vient d'être dit, il appert que la production des matières résineuses est une fonction normale et importante dans la vie des Conifères, et qui doit par conséquent avoir pour ces arbres un résultat déterminé. Mais de quelle nature est ce résultat? A cet égard, les recherches anatomiques fournissent une indication précieuse, car elles nous apprennent que la résine, partout où elle occupe des réservoirs entièrement clos, n'est pas consommée, mais reste en place, sans éprouver de changement, jusqu'à la mort des organes ¹⁾. Elle ne prend donc aucune part à la transsubstantiation formative, ou, en général, aux processus normaux de la vie.

Par contre, on sait que les blessures des Conifères laissent écouler la résine sous la forme d'une masse visqueuse épaisse, qui à l'air durcit peu à peu. Dans tout bois de pins on peut observer ce phénomène et souvent trouver la résine accumulée en quantités très considérables à la surface des parties blessées. Parfois de grandes plaies, produites par l'arrachement de l'écorce, sont couvertes d'une couche continue, et même çà et là assez épaisse, de résine. Un pareil recouvrement ne s'opère, à raison

¹⁾ De Bary, *Vergleichende Anatomie*, p. 142.

de la nature de la masse exsudée, qu'avec beaucoup de lenteur, mais cela n'empêche pas qu'il ne puisse atteindre un haut degré de perfection. Dans une jeune pinède des environs de la Haye, on a percé il y a quelque temps un nouveau sentier, ce qui a exigé la suppression d'un grand nombre de branches, tant grosses que minces. Quelques mois après, j'ai vu toutes les plaies, même les plus grandes, complètement recouvertes d'un enduit résineux.

Mais non seulement la résine, en pareil cas, s'étend à la surface des plaies, elle pénètre aussi à l'intérieur du bois dénudé, y remplit les cavités des cellules et imbibes leurs parois. Cette imbibition est si parfaite, que grâce à elle le bois se trouve ordinairement protégé d'une manière très efficace contre les influences pernicieuses de l'atmosphère et spécialement contre la pourriture. Quiconque a comparé les suites de très grandes blessures chez les pins et chez nos arbres feuillés ordinaires, doit avoir été frappé du fait que ces blessures, telles par exemple qu'en produit la rupture de grosses branches près de leur origine, deviennent si fréquemment chez les arbres feuillés la source d'une pourriture lente ou consommation de tout l'intérieur du tronc, tandis que chez les pins cela n'est que très rarement le cas ¹⁾. La cause de cette différence, qui joue un rôle si important dans la sylviculture, est bien connue de tous les arboriculteurs; c'est la résine qui, chez les Conifères, forme un si excellent moyen de conservation du bois. M. Frank, dont le récent *Traité* (*l. c.*, p. 159) décrit en détail la production de la résine chez les Conifères, signale à différentes reprises les avantages qui résultent pour ces arbres du recouvrement de leurs plaies par la résine, et il compare ce recouvrement au goudronnage pratiqué sur les plaies des arbres feuillés, opération dont une expérience séculaire a montré la complète inutilité pour les pins. Aussi appelle-t-il la résine un vulnérable naturel, d'une efficacité souveraine.

¹⁾ Voir aussi: R. Hartig, *Die Zersetzungerscheinungen des Holzes*, 1878 p. 84.

M. Hartig n'est pas moins explicite à l'égard des bienfaits de la résine. Après avoir décrit minutieusement la part que différents Champignons prennent à l'altération du bois mis à découvert par des blessures, et en particulier les maladies occasionnées dans le bois de certains Conifères par le mycélium d'Hyménomycètes parasites, il mentionne comment, à la limite du bois mourant et du bois sain, peuvent se produire des extravasations de résine, substance qui imprègne alors si complètement la couche limite, que cette couche devient impénétrable au mycélium des Champignons et contribue ainsi à garantir d'un danger imminent la partie non encore attaquée de l'arbre.

Les exemples qui précèdent, et dont il ne serait pas difficile d'augmenter le nombre, suffisent à prouver que la résine des Conifères, en recouvrant leurs plaies, concourt dans une large mesure à atténuer pour eux les suites fâcheuses que les lésions entraînent ordinairement chez les autres arbres.

Maintenant, toutefois, se présente la question de savoir si c'est dans cette participation à la guérison des plaies que doit être cherchée la vraie fonction de la résine. Pour pouvoir répondre d'une manière complète à cette question, nous devons, d'une part, considérer la distribution des canaux résinifères et, d'autre part, fixer notre attention sur les propriétés particulières des produits résineux.

Suivant leur direction, les canaux résinifères du bois et de l'écorce des Conifères peuvent être divisés en horizontaux et verticaux. Surtout la situation des premiers parle clairement en faveur de la présomption ci-dessus énoncée. Ils s'étendent dans les rayons médullaires, par exemple chez *Abies excelsa*, *Larix europæa*, *Pinus sylvestris*, et d'ordinaire on ne les trouve pas dans tous les rayons, mais seulement dans des rayons spéciaux, qui se distinguent à première vue des autres par leur épaisseur plus grande. Dans le bois, ces canaux sont généralement très étroits, mais à leur terminaison dans l'écorce ils

*) R. Hartig, l. c., p. 91.

sont presque toujours fortement élargis et par conséquent beaucoup plus riches en résine. Ils n'ont de communication ni entre eux, ni avec les canaux verticaux. Lors de la destruction d'une partie de l'écorce, par exemple sous la dent des animaux sauvages, ces canaux sont ouverts en grand nombre et rendent alors d'excellents services pour le recouvrement complet de la plaie.

Les canaux résinifères verticaux parcourent le bois et l'écorce sur de grandes longueurs et communiquent en divers points les uns avec les autres. Grâce à cette disposition, ils peuvent amener des quantités considérables de résine et contribuer ainsi à la guérison de toute plaie qui pénètre transversalement dans l'écorce ou dans le bois.

Une très remarquable propriété des canaux résinifères du bois est la suivante, que M. Frank a décrite chez le *Pinus sylvestris*. Tout autour des cellules de l'épithélium, on trouve ici une couche de cellules allongées, dont les parois sont minces et peu pénétrées de matière ligneuse; ces cellules, d'après M. Frank, développent la pression à laquelle la résine est soumise dans le canal et en vertu de laquelle elle s'épanche à la surface des plaies récentes. En présence du fait que le bois est constitué presque entièrement de cellules sans contenu et paraît par conséquent incapable d'exercer par lui-même une pression sur les canaux résinifères, la particularité en question offre un haut intérêt. Car elle nous apprend que cette pression, loin d'être simplement un effet secondaire de la tension des cellules ambiantes, doit bien dûment être regardée comme de la plus grande importance pour les plantes résinifères. Plus que tout autre phénomène, ce fait indique que la signification des matières résineuses, chez les Conifères, doit être cherchée dans les fonctions qu'elles remplissent en s'écoulant des plaies.

Une circonstance également digne d'attention, c'est que les blessures n'ont pas seulement pour conséquence un écoulement de résine des canaux déjà existants, mais qu'elles donnent lieu aussi à l'apparition d'un grand nombre de nouveaux canaux résinifères dans le bois traumatique qui se forme près d'elles,

et par là contribuent indirectement à augmenter la quantité de résine dans leur voisinage immédiat. M. Ratzeburg avait déjà mentionné que les couches ligneuses qui prennent naissance après une lésion, sont plus abondamment pourvues de canaux résinifères que le bois normal du même arbre; surtout chez le Mélèze, les couches recouvrantes sont souvent extrêmement riches en organes de ce genre, et dans l'écorce de ces formations nouvelles il n'est pas rare de rencontrer, en nombre anormal, des accumulations de résine. Aussi après l'abattage de branches, ou quand le bois a été attaqué par différents insectes, M. Ratzeburg a observé la multiplication des canaux résinifères.

On peut donc provoquer artificiellement la formation de nouveaux canaux résinifères, au moyen de lésions convenablement pratiquées sur des tiges ou des branches en voie d'accroissement. Même de petites incisions, pénétrant jusque dans le bois, suffisent pour produire ce résultat, ainsi que je l'ai observé très nettement dans le bois traumatique d'une jeune branche d'*Abies nigra*, dans laquelle j'avais fait, en 1872, quelques incisions longitudinales. Entre ces plaies s'étaient formés, très nombreux et très rapprochés les uns des autres, de nouveaux canaux résinifères, disposés suivant un cercle concentrique aux lignes d'accroissement annuel ¹⁾.

Ces dernières observations déposent si nettement en faveur d'une relation entre la résine et les lésions, qu'elles seules devaient déjà faire présumer que le rôle de la résine consiste dans son action conservatrice sur les tissus dénudés. Mises en rapport avec les autres faits communiqués, elles nous apprennent que la formation si compliquée des canaux résineux est adaptée tout entière, de la manière la plus parfaite, à ce but conservateur.

A la même conclusion conduit aussi l'étude détaillée des propriétés des matières qui sont sécrétées dans les canaux résinifères. Ceux-ci, en réalité, ne contiennent pas de résine, mais des combinaisons susceptibles de se transformer en cette substance

¹⁾ *Flora*, 1876, p. 424.

sous l'influence oxydante de l'air ¹⁾. Selon l'opinion reçue, le produit originaire des canaux résinifères est à l'état d'essence de térébenthine, dont l'élément principal consiste en carbures d'hydrogène de la composition des terpènes ($C_{10}H_{16}$) ²⁾. Au contact de l'atmosphère, ces carbures absorbent de l'oxygène et se changent peu à peu en résine, de sorte que les masses exsudées des plaies constituent des mélanges variables de résine et d'essence de térébenthine. Les plaies fraîches laissent écouler de l'essence pure, ou un mélange dans lequel l'essence domine fortement; l'enduit dont ce mélange recouvre les plaies durcit et se transforme entièrement en résine après un temps suffisant. Il serait difficile d'imaginer une adaptation mieux entendue à la guérison des plaies.

Une autre adaptation au même but nous est offerte dans l'imprégnation, par la résine, des fibres ligneuses mourantes ou mortes. Ce sujet extrêmement intéressant a déjà été étudié par von Mohl, en 1859 ³⁾. Il fit voir que dans les parties vivantes du corps ligneux la résine n'existe que dans les canaux résinifères ⁴⁾; mais il ajoute immédiatement que cela n'est pas toujours le cas pour les couches annuelles déjà anciennes. Dans celles-ci, la résine se présente aussi comme substance infiltrée, qui imprègne les parois cellulaires, remplit çà et là plus ou moins complètement les cavités des cellules et se rassemble dans les fentes du bois. Von Mohl constata ce fait aussi bien dans les espèces dont le bois est riche en canaux résinifères, que dans celles où ces canaux sont bornés à l'écorce (par exemple, *Abies pectinata*). Mais, tandis que chez les premières l'imprégnation est un phénomène très général, chez les dernières elle ne se rencontre,

¹⁾ Hlasiwetz dans: Wiesner, *Die technisch verwendeten Gummi-arten, Harze und Balsame*, 1869, p. 72.

²⁾ Frank, *Die Krankheiten etc.*, p. 75.

³⁾ Von Mohl. *Bot. Zeitung*, 1859, p. 340.

⁴⁾ Qu'il me soit permis de rappeler ici que la méthode suivie par quelques auteurs pour déceler la résine dans les coupes microscopiques, au moyen de la matière colorante de l'alcanna, peut conduire à des conclusions inexactes. Des résultats parfaitement sûrs s'obtiennent le plus facilement par la méthode connue de M. Franchimont (*De terpeenarsen*, 1871), consistant à soumettre les branches au traitement préalable par l'acétate de cuivre.

par la nature même des choses, que dans une mesure assez restreinte.

Cette imprégnation s'opère à un degré beaucoup plus prononcé dans les souches d'arbres abattus, dans les chicots morts qu'ont laissés sur le tronc les branches cassées, et même assez souvent dans la partie inférieure de branches encore vivantes. Il en est de même partout où l'activité vitale est affaiblie par des lésions internes ou externes. Ainsi, par exemple, c'est un fait d'observation vulgaire qu'au voisinage des entailles pratiquées aux arbres dont on extrait la résine, le bois absorbe une partie de la matière excrétée par les plaies et occasionne en conséquence une perte souvent sensible. Il est inutile de rappeler encore une fois que cette imbibition de la résine dans le bois, qui dépérit par l'effet de l'âge ou d'une lésion, constitue pour la partie vivante du corps ligneux, surtout en cas de plaies profondes, un excellent préservatif contre la pourriture et les autres actions malfaisantes de l'atmosphère.

Les résultats auxquels nous ont conduits les études brièvement exposées ci-dessus peuvent être résumés, notamment pour le Pin ordinaire, de la manière suivante. Par l'abondance des canaux résinifères dans le bois et l'écorce des Conifères, par l'expression lente mais régulière de leur contenu à la surface des plaies récentes, par les remarquables propriétés chimiques de ces produits de sécrétion, et enfin par une série d'adaptations spéciales, le recouvrement des plaies accidentelles et leur protection contre toutes sortes de préjudices sont assurés d'une façon aussi parfaite qu'on puisse l'imaginer. Le traitement artificiel le plus intelligent, appliqué aux plaies des arbres à feuilles, peut à peine rivaliser avec ce processus de curation naturelle. Or, l'importance extrême de la guérison des plaies pour la vie de ces plantes est suffisamment démontrée par les suites désastreuses que les blessures graves ont si souvent chez les arbres ordinaires. Si l'on réfléchit, en outre, que les Conifères sacrifient à la formation de la résine des quantités très considérables de matériaux nutritifs, et que ce produit de sécrétion, partout

où il y a absence de lésion, reste confiné dans les canaux résinifères, sans consommation ultérieure, il semblera permis de conclure que la fonction de ces canaux et de leurs produits doit être cherchée dans la part qu'ils prennent à la guérison des plaies.

La fonction des suc, analogues à la résine des Conifères, qu'on trouve chez d'autres plantes.

Après avoir reconnu que la solution de la question posée ne suscite aucune espèce de difficultés en ce qui concerne les Conifères, nous allons maintenant examiner si les autres matières, qui se rapprochent physiologiquement de la résine de ces arbres, ont aussi à remplir dans la vie des plantes un rôle analogue. Les suc dont il s'agit ont déjà été nommés au début de ce travail; les principaux sont, comme on se le rappellera, les matières résineuses, la gomme et le suc laiteux. Parmi eux, toutefois, le suc laiteux mérite encore une mention spéciale, en tant qu'il n'appartient qu'en partie à notre sujet. Chacun sait que le suc laiteux est du nombre des matières qui, de longue date, ont attiré plus que d'autres l'attention des phytotomistes. Les nombreuses recherches auxquelles il a donné lieu ont conduit aux résultats les plus remarquables quant à la nature des organes qui le renferment. On a été moins heureux dans l'étude physiologique du rôle que le suc laiteux joue dans l'économie des plantes. Des opinions très diverses ont été émises à cet égard, mais aucune certitude n'a encore été acquise. La raison en est surtout que le suc laiteux, en vertu de sa composition chimique extrêmement complexe, a probablement à remplir des fonctions très différentes, lesquelles jusqu'ici n'avaient pu être étudiées isolément les unes des autres. Cela n'est devenu possible que lorsque M. Sachs ¹⁾ eut montré que les éléments essentiels du suc laiteux se laissent partager en deux groupes, dont l'un comprend les substances nutritives et l'autre les pro-

¹⁾ Sachs, *Experimentalphysiologie*, p. 380.

duits dits de sécrétion, c'est-à-dire, principalement, le caoutchouc, la résine et la cire. Cette distinction nous fait connaître le rapport du suc laiteux aux autres sucs propres, car il est de toute évidence que ce rapport doit être cherché, non dans la présence des substances nutritives, mais exclusivement dans celle des matières qui ne servent plus à la nutrition. Lors donc que je parlerai du rôle du suc laiteux, j'aurai toujours en vue la signification qu'il possède à raison de ceux de ses éléments que M. Sachs rapporte à la seconde catégorie ¹⁾).

Après ces remarques préliminaires, je vais reprendre, au sujet des principaux produits de sécrétion ci-dessus nommés, les questions étudiées à l'égard des Conifères, et par conséquent chercher, en premier lieu, si ces matières sont des produits accessoires inutiles de l'échange nutritif, ou bien si elles ont à remplir un rôle important dans la vie des plantes.

Quand on considère l'abondance de ces matières dans le règne végétal, leur composition souvent très complexe, la structure anatomique élevée que leurs réservoirs ont acquise dans une foule de cas, et enfin les quantités considérables de substances nutritives nécessaires à leur formation, on ne saurait douter que les plantes ne doivent retirer de la possession de ces sucs quelque bénéfice notable. Suivant les idées généralement admises aujourd'hui, l'acquisition de propriétés et d'organes déterminés, au cours des générations successives, n'a lieu en effet que sous l'influence de la sélection naturelle dans la lutte pour l'existence, et par conséquent les propriétés qui dans cette lutte constituent un avantage pour leurs possesseurs peuvent seules arriver à un haut degré de développement. Réciproquement, du haut degré de différenciation que nous constatons ici dans un très grand nombre de cas, on peut donc conclure avec certitude à un avantage prononcé dans la lutte pour l'existence, en d'autres termes, à une utilité réelle pour les espèces en question.

¹⁾ Pour ce qui regarde les autres éléments du suc laiteux, je renvoie au Mémoire, déjà cité, que j'ai publié dans les *Landwirthschaftliche Jahrbücher*.

Mais il est non moins évident que cette utilité doit être d'une nature très spéciale. Car, bien que les sécrétions dont il s'agit soient largement répandues dans le règne végétal, il s'en faut de beaucoup qu'on les trouve chez toutes les plantes, sans exception. C'est ainsi qu'elles sont relativement rares chez les Thallophytes et que, parmi les plantes d'une organisation supérieure, elles manquent aussi dans de nombreuses espèces et même dans des familles entières. Telles sont, par exemple, les Palmiers, les Cypéracées, les Graminées, beaucoup de Crucifères et de Renonculacées, etc. On peut donc présumer qu'elles remplissent leurs fonctions dans des circonstances particulières, qui chez certaines plantes se présentent plus fréquemment et plus régulièrement que chez d'autres.

Ce rôle doit d'ailleurs être le même pour les différentes matières énumérées. C'est ce qu'il est permis d'inférer, en premier lieu, de ce qu'elles ne constituent pas des produits nettement séparés les uns des autres, mais sont au contraire unies entre elles par de nombreuses formes intermédiaires. Comme exemple je citerai les gommés-résines, qui par une longue série conduisent insensiblement des résines à la gomme et relient par conséquent l'un à l'autre deux termes, en apparence entièrement différents, de notre groupe. Non moins nombreux sont les passages entre les solutions limpides de gomme et les liquides rendus troubles par les matières granuleuses qu'ils tiennent en suspension, liquides qui atteignent leur plus haut développement dans les vrais sucs laiteux. Un aperçu très complet de tous ces produits a été donné par M. de Bary dans sa *Vergleichende Anatomie*, de sorte qu'il est inutile que nous nous en occupions davantage.

Un second fait qui plaide en faveur de l'affinité physiologique de nos matières, c'est que chez des plantes différentes elles se remplacent en quelque sorte les unes les autres et qu'il est extrêmement rare de trouver deux termes du groupe réunis chez une seule et même espèce. Mais comme ce point, très important pour notre étude, a également été traité en détail dans l'ouvrage de M. de Bary, il suffit que nous l'ayons brièvement indiqué ici.

En troisième lieu, une remarquable concordance est établie par le fait que toutes ces matières, dans la vie normale, ne sont jamais redissoutes et enlevées de leurs réservoirs, pour prendre de nouveau part aux processus nutritifs. De même, elles sont toutes complètement inactives, tant qu'elles demeurent incluses dans les réservoirs. Aussi longtemps que ces organes restent fermés, elles n'ont donc évidemment aucune signification pour la plante. Cette considération est surtout importante parce qu'elle exclut, au sujet des fonctions de ces matières, toute hypothèse dans laquelle leur rôle ne serait pas rattaché aux blessures.

A ce point de vue, il est remarquable aussi que toutes ces matières se trouvent sous une certaine pression, qui est la cause de leur écoulement des plaies. Cette pression paraît être engendrée de manières différentes dans des organes différents, circonstance dont il n'y a pas lieu de s'étonner dans un domaine où nous voyons partout, adaptées à un même but, des structures et des sécrétions si diverses.

Si ces considérations nous conduisent à admettre pour tous les membres du groupe un seul et même rôle et à borner nos présomptions aux phénomènes qui se produisent en cas de blessures, il convient d'examiner maintenant les modifications que ces combinaisons éprouvent après leur épanchement à la surface des plaies. Pour les matières résineuses, ces changements sont, en tant qu'on sache, les mêmes que chez les Conifères. Les produits gommeux se transforment par le dessèchement en masses solides, ou par l'absorption d'eau en masses mucilagineuses, mais sans montrer de changements sur lesquels il soit nécessaire de s'étendre en ce moment. Nous pouvons donc passer de suite au suc laiteux, et, d'après ce qui a été dit de la distinction faite par M. Sachs entre les divers éléments de ce suc, nous n'avons à nous occuper ici que de ceux de ces éléments qui, une fois formés, ne rentrent plus dans le cycle nutritif et par conséquent ne subissent, dans les organes mêmes, aucun changement ultérieur.

Ce qui attire tout d'abord l'attention, c'est que les matières en question (résine, caoutchouc et cire) sont toutes des corps mous et glutineux, dont les particules adhèrent facilement les unes aux autres et peuvent se réunir en masses ou en membranes plus ou moins étendues. C'est effectivement ce qui a lieu dès que le suc laiteux apparaît à la surface des plaies, ainsi que nous le décrirons tout à l'heure. A l'exemple de M. Mohl, on peut facilement se convaincre des susdites propriétés par l'observation au microscope, entre deux lames de verre, de sucs laiteux à grosses granulations; en faisant doucement glisser les lames l'une sur l'autre, alternativement dans les deux sens, on voit que les granulations sont molles et glutineuses et qu'elles se laissent aisément réunir par la pression.

Mais, en quittant ses réservoirs, le suc laiteux montre encore d'autres changements, qui pour nous sont du plus haut intérêt. Ils sont tellement frappants, que les phytologistes anciens en avait déjà connaissance. Meyen en donne la description suivante: „Lorsqu'on rassemble de grandes quantités du suc laiteux des Euphorbes ou d'autres plantes, il se sépare bientôt en deux parties, dont l'une forme un liquide ayant la limpidité de l'eau, tandis que l'autre est plus consistante et renferme toutes les particules qui nageaient dans le suc laiteux”¹⁾. M. de Bary dit, à ce même sujet²⁾: „Aussitôt qu'un suc laiteux arrive au contact de l'air, et plus rapidement encore sous l'influence de l'eau, il se produit, au sein même du liquide primitivement clair et homogène, indépendamment de l'agglutination des granules simplement suspendus, des coagulations, qui enveloppent ces granules et se séparent avec eux de la partie liquide.”

Dans certains cas, le changement que les sucs laiteux résinifères éprouvent à l'air s'accompagne d'une absorption notable d'oxygène, qui doit probablement être attribuée à une transformation d'huile essentielle en résine, analogue à celle que nous avons

¹⁾ Meyen, *Physiologie*, t. II p. 406.

²⁾ De Bary, *Vergleichende Anatomie*, p. 192.

vu s'opérer chez les Conifères. MM. Weiss et Wiesner ont décrit ce phénomène pour le suc laiteux de l'*Euphorbia Cyparissias* ¹⁾, M. Trécul l'a fait connaître pour la sécrétion des Aloës ²⁾.

De toutes ces observations il résulte que les sucs laiteux, grâce à plusieurs propriétés chimiques des plus remarquables, sont en état, au moment où ils quittent leurs réservoirs, de former des membranes serrées et résistantes, qui peuvent arriver promptement à recouvrir toute la surface des plaies.

Les faits communiqués dans cette section de notre étude ne laissent, à mon avis, subsister aucun doute au sujet du rôle physiologique des matières dont il y est question. Tout indique qu'elles n'ont d'utilité pour les plantes que lorsque des blessures viennent ouvrir leurs canaux, circonstance dans laquelle elles étendent rapidement un enduit salubre sur les parties dénudées, qu'elles protègent ainsi contre l'action pernicieuse de l'atmosphère.

Sur l'occlusion des plaies par les sucs épanchés.

Voyons maintenant si, par l'épanchement de suc laiteux et de gomme, les plaies peuvent être fermées aussi complètement que cela est le cas pour la résine, d'après ce qui a été dit dans notre première section. Pour le suc laiteux, la question est proprement superflue, car quiconque s'occupe de physiologie végétale aura bien eu l'occasion de s'assurer, par ses propres yeux, de la réalité du fait. Lorsqu'il s'agit, par exemple, d'expérimenter sur des branches coupées, mises pour différentes fins dans l'eau ou dans le sable humide, tout le monde sait que les plantes lactifères ne conviennent nullement, parce que, chez elles, l'absorption d'eau par la surface de section se fait avec une extrême difficulté. Le suc laiteux, qui s'écoule de la plaie,

¹⁾ Weiss und Wiesner, *Bot. Zeitung*, 1861, p. 42.

²⁾ Trécul., *Ann. sc. nat.*, 5^e ser., t. XIV, p. 80.

l'isole si complètement du milieu ambiant, que le bois mis à nu ne vient pas en contact direct avec l'eau.

Mais, que la gomme aussi soit capable de former sur l'extrémité d'une branche coupée un enduit assez parfait pour s'opposer absolument, même dans des circonstances très favorables sous tout autre rapport, à la pénétration de l'eau extérieure, voilà ce qui était inconnu, il y a peu d'années encore. Ce sont les recherches de M. Moll qui ont mis ce point hors de doute. Ses expériences offrent pour la solution du problème que nous avons en vue un intérêt tout spécial, parce qu'elles ont fourni une série de faits bien constatés et décisifs, précisément à l'égard de celle des substances en question dont on aurait le moins attendu un grand avantage pour l'occlusion des plaies. Pour cette raison, je crois devoir en donner un court résumé ¹⁾.

Sur la branche courte d'un tube en U furent fixés hermétiquement, au moyen d'un petit caoutchouc, des rameaux vigoureux et feuillés de différentes plantes. Le tube ayant alors été rempli d'eau, on versait du mercure dans l'autre branche. Pendant 1—2 jours on notait la hauteur du mercure dans le tube et on observait si des changements appréciables se produisaient aux feuilles. Avec la plupart des plantes, le niveau du mercure baissait notablement durant ce temps, et des quantités considérables d'eau étaient donc refoulées dans le rameau. Par suite, selon l'espèce de la plante et l'âge des feuilles, tantôt des gouttes de liquide apparaissaient aux sommets et aux bords des feuilles, tantôt on voyait le liquide passer des faisceaux vasculaires dans les espaces intercellulaires et produire ainsi le phénomène de l'injection.

Chez quelques plantes, toutefois, la surface de la plaie se recouvrait de suc laiteux épanché ou d'une épaisse couche d'une substance mucilagineuse. Dans l'un et l'autre cas, les résultats différaient de ceux qui viennent d'être mentionnés. Même sous

¹⁾ Moll, *Versl. en Meded. d. Kon. Akad. v. Wet.*, Amsterdam, 2^e Sér., t. XV, 1880, p. 259. Voir aussi: *Bot. Zeitung*, 1880, N^o. 4.

une pression mercurielle assez forte, il n'y avait pas ou presque pas d'eau refoulée dans le rameau, ce qui prouve que l'enduit en question produisait une occlusion très parfaite.

Le tableau suivant contient les valeurs numériques communiquées par M. Moll pour quatre plantes sécrétant de la gomme; comme point de comparaison, j'y ajoute les résultats d'une expérience sur une plante à suc laiteux.

ESPÈCES.	Pression, en centimètres de mercure.		Eau refoulée, en c. c.	Durée de l'expérience.
	A l'origine.	A la fin.		
I Espèces sécrétant de la gomme.				
<i>Urera platyphylla</i>	23,5	22,5	0,4	2 jours.
<i>Sparmannia tuberosa</i> . . .	22	22	0	id.
<i>Tradescantia Warscewiczii</i>	21	21	0	id.
<i>Abutilon malvæflorum</i> . . .	21	20	0,5	28 heures.
II Espèce à suc laiteux.				
<i>Ficus aspera</i>	19	19	0	2 jours.

Il est à peine besoin de dire que dans ces expériences les feuilles ne montraient ni injection, ni excrétion de gouttelettes liquides, bien que, en pieds enracinés et placés sous des cloches de verre, le *Tradescantia Warscewiczii*, par exemple, se couvre ordinairement d'une exsudation abondante.

Le cas d'une occlusion aussi parfaite est toutefois exceptionnel; chez la grande majorité des plantes soumises à l'épreuve en question, M. Moll réussit à injecter de l'eau dans les branches.

Si maintenant on rapproche ces résultats, d'une part de ce qui a été dit, dans la section précédente, des phénomènes auxquels nos sucs donnent lieu lorsqu'ils s'écoulent des plaies, d'autre part de l'efficacité que nous avons reconnue à la résine des Conifères pour la préservation du bois dénudé, et enfin des nombreuses observations isolées telles que chacun a probablement

eu l'occasion d'en faire à ce sujet, on ne pourra guère se refuser à admettre que tous ces sucs ne fournissent, aux tissus mis à découvert par des lésions, une protection contre les injures du monde extérieur.

Or il est facile de comprendre l'intérêt extrême d'une semblable protection. D'un côté, en effet, on sait combien sont innombrables, — surtout parmi les insectes, les mollusques et les vers, mais aussi, pour les grandes espèces végétales, parmi les rongeurs et autres groupes de taille plus ou moins forte, — les ennemis qui menacent incessamment les plantes, et comment ces animaux attaquent de préférence les organes dans lesquels sont accumulées le plus de matières nutritives et qui ont par conséquent le plus d'importance pour l'entretien de la vie de la plante. D'un autre côté, je rappellerai que partout flottent dans l'atmosphère des germes de corruption et de putréfaction, qui se déposent sur tous les tissus dénudés et de là étendent successivement leurs ravages. Même parmi les spores des vrais parasites, on pourrait sans peine citer des exemples d'espèces qui trouvent plus de facilité à se nicher sur des plaies découvertes qu'à pénétrer dans l'intérieur à travers les téguments intacts. En un mot, il n'y a aucun doute que des lésions ne se produisent très fréquemment dans le règne végétal et ne soient, à la longue, nuisibles au plus haut degré. Rien de surprenant, dès lors, si une foule de plantes possèdent les moyens de se mettre, autant que possible, à l'abri de ces inconvénients.

Avant de finir, qu'il me soit permis de présenter encore quelques remarques au sujet de la fonction que j'attribue à la résine, à la gomme, au suc laiteux et aux matières analogues pour l'occlusion des plaies, et notamment de dire quelques mots du rapport existant entre ce phénomène et l'occlusion des plaies par le liège de formation traumatique.

Quand on parle de la guérison des blessures, il faut distinguer, en général, deux choses essentiellement différentes. La guérison

proprement dite résulte toujours de formations nouvelles, qui ont lieu au sein même des tissus dénudés. Mais, dans la pratique, on entend ordinairement, par le mot guérir, appliquer un traitement qui doit déterminer, ou du moins favoriser, la fermeture des plaies. Très communément, en effet, des influences extérieures, en occasionnant la pourriture de la surface blessée, troublent et retardent le processus curatif naturel; en pareil cas, l'art peut intervenir et empêcher ces actions perturbatrices.

Or, dans la pratique, le traitement des plaies est borné aux végétaux ligneux, les opérations de ce genre s'excluant d'elles-mêmes chez les plantes herbacées. Chez celles-ci, on se contente ordinairement de veiller à ce que les circonstances soient aussi peu favorables que possible à l'altération et à la pourriture des tissus, ce qui s'obtient principalement en évitant toute humidité surabondante. Quant aux plaies des végétaux ligneux, tout le monde sait qu'elles peuvent être mises à l'abri de la pourriture par des moyens préservatifs. Généralement on a recours soit au goudronnage, soit à l'application d'une couche de mastic à greffer. La première de ces opérations entraîne, il est vrai, la mort des cellules qui viennent en contact immédiat avec le goudron, mais, à très peu de distance, les éléments restent vivants et indemnes. Chez les pins, le goudronnage est entièrement superflu, ainsi que nous l'avons déjà mentionné.

L'application d'une couche de goudron ou de mastic sur les plaies des plantes ligneuses procure un double avantage. D'abord, le bois est défendu contre la pourriture. Mais, en second lieu, l'enduit favorise la formation de ces bourrelets caractéristiques qu'on rencontre partout, autour des plaies plus ou moins anciennes, chez les arbres et les arbrisseaux, et qui finissent, souvent après de longues années, par se rejoindre au-dessus de la plaie et par la recouvrir entièrement. Ce processus est toutefois si lent, qu'il ne peut prévenir l'altération du bois, et celle-ci, une fois commencée, s'étend de plus en plus, même après que la plaie s'est fermée. En l'absence d'un enduit de mastic ou de goudron, ou, s'il s'agit de Conifères,

en l'absence d'un épanchement de résine, l'occlusion des plaies, chez les arbres et les arbrisseaux, reste donc toujours plus ou moins imparfaite.

Si pour les plantes ligneuses il importe tant que les plaies soient mises promptement à couvert de la pourriture, on peut bien admettre qu'une pareille protection doit aussi avoir de l'utilité chez les végétaux herbacés. La circonstance que dans ces cas la pratique s'abstient de toute opération et abandonne à la nature seule le soin de guérir, ne s'oppose en rien à cette induction. Bien au contraire, elle tendrait à faire présumer qu'une protection artificielle est superflue chez ces plantes, en d'autres termes, que la nature elle-même y a pourvu, là où c'était nécessaire. Or, sachant que chez beaucoup d'espèces les plaies donnent issue à des suc, qui à l'air se transforment en un revêtement continu, nous sommes bien forcés de voir dans ces suc les agents préservateurs cherchés. Par cette voie aussi, nous arrivons donc à la même conclusion.

Revenons encore un instant au processus curatif naturel. Chez les organismes de structure simple, tels, par exemple, que les Thallophytes, les prothalles des Fougères, les Mousses, etc., il arrive simplement, après une lésion, que les cellules restées intactes continuent à vivre et que les cellules blessées meurent; rarement la perte est réparée par les cellules vivantes. Mais chez les plantes d'une organisation plus élevée, la guérison consiste en ce que, sur la surface blessée, il se forme un tissu particulier, différent du tissu normal; ordinairement, cette formation nouvelle procède des cellules les plus rapprochées de la plaie. Elle donne naissance ou bien à du liège traumatique, ou bien à du callus. L'un et l'autre résultent de segmentations par des cloisons parallèles à la surface. Dans le cas du liège traumatique, il se produit ainsi une couche, le plus souvent composée d'un petit nombre d'assises de cellules, d'un tissu dont les parois cellulaires s'imprègnent plus tard de matière subéreuse. D'ordinaire, ce nouveau tégument rejoint de tous côtés le tégument normal et la plaie est alors complètement

fermée. Dans le cas seulement où la blessure a atteint des faisceaux vasculaires ou libériens, la jonction n'est pas toujours parfaite, attendu que ces organes sont composés, en entier ou en majeure partie, d'éléments privés de vie et ne prenant aucune part à la formation du liège. Pour ceux-ci, le revêtement par la résine ou par quelque autre exsudation analogue reste souvent pendant longtemps l'unique protection.

Sous le nom de callus, on entend un tissu dont les cellules, généralement grandes, sont à parois minces, et qui se distingue du liège traumatique en ce qu'il s'accroît en dehors de la surface blessée. Dans ce tissu primitivement homogène, il s'opère ordinairement plus tard une différenciation, qui donne lieu, entre autres, à un revêtement de liège traumatique. La formation de callus est donc en quelque sorte une formation indirecte de liège, mais qui, sous un rapport important, l'emporte sur la production subéreuse directe; par le callus, en effet, sont recouverts les organes et les tissus (par ex. le bois et le liber) qui eux-mêmes ne prennent aucune part à la formation nouvelle, de sorte que le tégument subéreux, constitué postérieurement, peut aussi isoler ces parties-là du monde extérieur.

Toutefois, avec l'un et l'autre de ces processus, il se passe un certain temps, souvent assez long, avant que les tissus dénudés ne soient complètement recouverts d'un tégument nouveau. Durant cette période, les sucs laiteux, gommeux ou résineux d'une foule de plantes, en s'épanchant sur les surfaces blessées, les garantissent, à mon avis, de la pourriture et en favorisent ainsi la guérison rapide et complète.