Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 50 (1914-1915)
Heft: 185

Artikel: La membrane siège de travail chimique
Autor: Tschirch, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-269632

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Vol. 50 N° 185 1915

LA MEMBRANE SIÈGE DE TRAVAIL CHIMIQUE

PAR

A. TSCHIRCH.

Appuyé sur de nombreuses observations, j'ai émis l'opinion que la sécrétion dans les organes sécréteurs d'origine schizogène se fait dans le « strate résinogène », c'est-à-dire dans une des couches de la membrane et sans le concours du protoplasma. EULER, dans ses « Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie », a contesté cette manière de voir ; les processus synthétiques ne sauraient se passer du concours du protoplasma. C'est l'opinion accréditée dans la physiologie de la nutrition et du métabolisme ; elle en constitue même un des fondements. Cependant il est permis, en se basant sur un nombre d'observations suffisant, de se demander si ce fondement est encore solide, si les prémisses sont justes. M'étant occupé depuis longtemps des membranes et des membranines, n'ayant en outre jamais perdu de vue leurs capacités physiologiques, je veux soumettre à un examen les faits connus qui paraissent servir de preuves de l'activité chimique de certaines membranes.

J'ai développé dans mon *Handbuch der Pharmacognosie* le fait que les membranes sont constituées par des

substances très diverses. Une partie seulement de la membrane est formée par la cellulose proprement dite. Cette cellulose constitue le groupe des celluloso-membranines. Elles sont le squelette de la paroi cellulaire et il n'en sera pas question ici.

En outre, on trouve dans la paroi cellulaire des celluloso-membranines de réserve, des licheno - des pectino - des koryzo - des gommo-membranines, groupes de corps capables de se transformer en partie les uns dans les autres, *sans être en contact direct avec le plasma.* Ce fait seul montre que les membranes sont le siège d'une activité chimique.

Examinons, par exemple, la formation de la *pectine*, étudiée à nouveau sur ma demande et sous ma direction, par *M. de Fellenberg*. J'ai appelé *protopectine* un corps formant la substance intercellulaire ou lamelle moyenne et qui se trouve entre autre dans les fruits non mûrs. La protopectine ne réagit pas à la lumière polarisée; elle ne donne pas de gelée par la cuisson avec une solution de sucre et de jus de fruit exempt de pectine; elle est colorée par des matières colorantes basiques, mais non par les matières colorantes acides ; elle est enfin entièrement insoluble dans l'eau froide ou bouillante. Or, lors de la maturation des fruits, la *protopectine se transforme en pectine* (éther méthylique de l'acide pectique), corps ne réagissant pas électrolytiquement, et se transformant en une *gelée* par la cuisson avec un sucre (saccharose, dextrose, lévulose, lactose ou maltose) et du jus de fruit exempt de pectine. La transformation en gelée se fait aussi, mais moins facilement, par la cuisson avec du sucre et des composés organiques du calcium, du magnésium ou de l'aluminium. La pectine ne forme pas de laques colorées avec les colorants basiques ou acides ; avec l'eau, elle donne une solution colloïdale qui est coagulée par le sulfate de cuivre, le nitrate de

plomb et l'acétate de plomb basique, mais non par le chlorure de sodium, les chlorures de calcium, de magnésium et de mercure, ni par les sulfates de fer et de zinc, non plus que par le nitrate d'argent ; en chauffant la pectine à l'ébullition avec les hydrates de calcium ou de baryum, elle fournit des sels pectiques en libérant de l'alcool méthylique. Ce colloïde reversible, qui dans la même plante n'a pas toujours la même composition, contient toujours des groupes de galactose et d'arabinose, ainsi qu'un peu de méthylpentose. Par la surmaturation des fruits, la pectine se transforme en acide pectique. L'acide pectique ne contient plus de méthoxyle ; il est très sensible électrolytiquement. C'est un hydrosol négatif, qui se dissout difficilement dans l'eau ; il est coloré par des colorants basiques, mais non par les colorants acides ; il est coagulé par les acides minéraux, les hydrates de calcium et de baryum, les chlorures de sodium, de strontium, de baryum, de fer et de manganèse, les sulfates de fer, de zinc et de nickel et les nitrates d'argent et de plomb. Cuit avec du sucre et des sels organiques de calcium, il ne donne pas de gelée et, naissant de la pectine sous l'influence de la pectase, il provoque une coagulation spontanée des jus de fruits.

Toutes ces transformations ont lieu sans que le strate membraneux en question soit en contact avec le plasma. La transformation de la substance intercellulaire en koryzo-membranine, qu'on rencontre également dans des fruits, se passe dans les mêmes conditions. Au point de vue physiologique, les deux phénomènes provoquent un ramollissement, puis une désagrégation de la pulpe des fruits qui devient blette, par quoi les graines finissent par être mises en liberté.

Il ressort du travail de M. de Fellenberg que le calcium joue un rôle particulier dans le phénomène de la gélification. Avec celle du sucre, sa présence est indispensable.

Cela nous amène à nous demander si on n'a pas négligé dans les membranes la présence des substances minérales ; il s'agit surtout du calcium, du magnésium et du potassium. La quantité de cendres assez constante fournie par les différentes membranines, le fait que les substances minérales sont difficiles à éliminer de certaines membranines, comme les koryzo- et gommo-membranines, le fait, enfin, qu'après calcination sur porte-objet, de nombreuses membranines laissent un squelette riche en calcium, montrant tous les contours de la membrane, prouve que nous n'avons pas à faire ici à un composant plus ou moins accidentel, du à une infiltration de la membrane par adsorption d'une solution minérale, mais à des atomes de métaux en combinaison. Ces raisons ont mûri chez moi l'opinion que les *membranines sont des polysaccharides en combinaison complexe avec des atomes de calcium, de magnésium et de potassium.* Il est possible que le calcium joue dans la membranine le même rôle que le magnésium dans la molécule chlorophyllienne, dont on admet aussi la combinaison complexe. Une pareille molécule polysaccharide, contenant un ou plusieurs atomes de calcium, de magnésium et de potassium en combinaison complexe (valences primaires ou latérales) possède une plus grande labilité qu'une molécule sans ces atomes. Cette labilité explique peut-être les transformations intérieures que nous observons dans les membranines colloïdales. Toutefois il ne s'agit évidemment pas uniquement de transformations intérieures, mais aussi de réactions synthétiques et analytiques qui se passent dans la lamelle intercellulaire, peut-être à l'aide d'enzymes, lors de la métamorphose de la pectine, ainsi que lors de la formation de la gomme qui, elle aussi, a lieu dans un strate de la membrane.

Le rôle joué par le calcium dans la plante n'a pas encore été élucidé, car l'opinion de *Schimper* qu'il servirait à la

fixation et à la neutralisation de l'acide oxalique est peu probable. On ne saurait admettre sans autre que l'acide oxalique soit dans tous les cas un toxique pour la plante. On pourrait tout aussi bien supposer que l'acide oxalique soit appelé à fixer et à éliminer le calcium non utilisé. Ensuite on a attribué au calcium une fonction dans le transport des glucoses. Dans la synthèse du sucre, il fonctionnerait comme protecteur contre l'aldéhyde formique né de l'assimilation. On a déjà entrevu autrefois des relations entre le calcium et les membranines, lorsqu'il a été démontré qu'en présence de pectase et de calcium, la pectine forme des gelées de pectate de calcium. Plusieurs auteurs antérieurs ont du reste considéré la lamelle médiane composée de pectate de calcium. Mais, si l'hypothèse que les membranines contiennent des sels complexes de calcium et de polysaccharides est juste, elle indique une fonction du calcium bien plus plausible que celles mentionnées ci-dessus. On sait que des cellulosines se combinent aux métaux, on sait de même que le calcium est *nécessaire* à la construction de la paroi cellulaire.

Il est certain que la couche membraneuse intéressée dans la métamorphose de la pectine a un caractère colloïdal. Il est certain que *le strate résinogène des poches sécrétrices schizogènes et des poils glanduleux* qui fait sûrement partie de la membrane, est une substance colloïdale dans laquelle se trouve du magnésium et du potassium en combinaison complexe. Probablement sous l'influence d'enzymes, ce strate est le siège de réactions synthétiques très énergiques, car il est acquis que dans les cellules sécrétrices des organes sécréteurs schizogènes, ainsi que dans celles des poils glanduleux, les sécrétions n'existent pas sous la forme qu'elles ont dans les cavités sécrétrices. Nous pouvons admettre comme certainque les *synthèses préparatoires* des sécrétions se passent dans

les cellules sécrétrices auxquelles, pour cette raison, j'ai conservé ce nom (Secernirende Zellen). Mais ces cellules sont isolées du strate résinogène par une partie de leur membrane, et c'est dans ce strate que la *sécrétion définitive* est élaborée.

Je n'ai jamais pu constater la présence d'une huile essentielle, ou d'un de ses composants, ou d'une résine, dans les cellules sécrétrices des poches schizogènes ou des poils glanduleux ; nous n'y trouvons pas non plus de corps se décomposant en huiles essentielles ou en résines. Nous sommes donc forcés de placer dans le strate résinogène colloïdal le siège de la synthèse proprement dite des sécrétions ; ce strate, comme toutes les couches colloïdales, paraît s'y prêter particulièrement, car ce n'est que dans ces milieux que des enzymes antagonistes peuvent produire leurs effets. Ainsi, nous trouvons, pour ne citer qu'un exemple, dans le contenu colloïdal d'une cellule de levure, outre la zymase, des carbohydrases, des glycosidases, des esterases, des protéases, des coagulases, des oxydases et des réductases, les unes *à côté* des autres. Il est facile de prouver la présence d'enzymes dans la couche résinogène. Partout où le strate résinogène se maintient longtemps à l'état mou — par exemple chez les ombellifères — où il a été trouvé par moi pour la première fois — il s'écoule avec la sécrétion quand on ouvre les canaux par une incision. C'est le cas entre autre chez les ombellifères de la Perse, qui fournissent les gommes-résines, Asa fœtida, Galbanum et Ammoniacum. Toutes ces gommes-résines contiennent une telle quantité d'enzymes dans toute leur masse, qu'il est impossible d'admettre qu'elle provienne des cellules parenchymateuses entamées. Les enzymes font partie, sans aucun doute, du contenu écoulé des longs canaux schizogènes de ces plantes. Les gommes, la gomme arabique et les gommes du cerisier, contien-

nent également beaucoup d'enzymes. Le caractère colloïdal du strate résinogène et sa parenté avec les koryzo- et gommo-membranines peuvent également être démontrés dans la partie gommeuse des gommes-résines persanes. La partie gommeuse n'est autre chose que le strate résinogène écoulé, puis durci. Cela montre que le strate résinogène fait partie de la membrane, au point de vue chimique aussi bien qu'au point de vue anatomique ; car le strate résinogène des canaux sécréteurs ordinaires est remplacé chez les canaux schizogènes des Cycadées par une membrane mucilagineuse nettement stratifiée (Geschichtete Schleimmembran). Cette membrane mucilagineuse également doit être identifiée avec la « substance intercellulaire » (lamelle moyenne). Il en est de même du *revêtement des intercellulaires* (Auskleidungen der Intercellularen), pris autrefois par *Russow*, *Berthold* et *Schaarschmidt* pour du plasma intercellulaire; — ils ont été considérés comme ayant des rapports avec la lamelle moyenne déjà par *Gardiner*, *Schenck* et *Buscalioni*. Il me paraît douteux que la substance, donnant certaines réactions albuminoïdes observées par *Kny* dans les intercellulaires des cotylédons de Pisum, Lupinus et autres Légumineuses, soit réellement de l'albumine. *Wiesner* et *Krasser* croyaient avoir prouvé par des réactions que la membrane contient à l'état normal des substances albuminoïdes. *Wiesner* a établi là dessus sa théorie des dermatosomes ; — *Klebs*, *Fischer* et *Correns* ont contredit cette théorie. A l'heure qu'il est, on ignore quelle est la substance qui produit, principalement dans la lamelle moyenne, des réactions colorées manifestes (réactions nitreuse et diazo). *Fischer*, *Correns* et *Saito* pensent que c'est de la tyrosine; cela paraît peu probable, comme le fait remarquer également *Tunmann* ; cet auteur n'a non plus trouvé de substances plasmatiques dans les poches sécrétrices schizogènes. Les réactions chimiques qui se passent dans

les membranines ne sont donc pas dues à la présence d'albumine (plasma) dans la membrane.

Deux autres formations sont encore en rapport avec la couche résinogène. Les revêtements et les diaphragmes des bandelettes des ombellifères ne sont pas autre chose que des restes du strate résinogène; de même la « couche mélanogène » de *Hanausek*, caractérisant les fruits de nombreuses composées et, donnant naissance aux phytomélanes noires, correspond tout à fait au strate résinogène et appartient donc aussi à la lamelle moyenne.

Il n'y a pas de doute sur la manière de concevoir la synthèse des combinaisons aromatiques et hydroaromatiques qui composent les sécrétions. Les hexoses et pentoses à chaîne ouverte se transforment en combinaisons cycliques hexa- et pentagones, qui entreront en réaction avec des tétroses ou autres chaînes tétragones pour former des corps di-, tri-, ou polycycliques. Il reste à déterminer si l'inosite, sucre hydroaromatique hexagone apparaît comme corps intermédiaire. On l'a souvent trouvé dans les sécrétions des substances du groupe de l'inosite. Les sécrétions déversées dans les poches sécrétrices et dans l'espace subcuticulaire des poils glanduleux sont de nature extrêmement variée. On y trouve des terpènes hydroaromatiques et oléfiniques, des substances résineuses dérivées probablement de rétènes hydrogénées, puis des corps aromatiques, plus rarement aliphatiques.

Cette diversité des produits sécrétés par le strate résinogène prouve que celui-ci est le siège d'un travail chimique dont l'ampleur et l'énergie ne sont pas moindres que celui du protoplasma cellulaire, même en admettant qu'une partie considérable des synthèses préparatoires a été faite par les cellules sécrétrices. Le strate résinogène n'existe pas seulement dans les poches sécrétrices schizogènes et les glandes sécrétrices ; il se retrouve dans les poches schizolysigènes. Dans les premières phases,

nous voyons souvent apparaître des écaillements de la membrane sécrétrice ; dans les phases postérieures, un strate résinogène paraît se former aux dépens des cellules dépérissantes, par exemple chez les Aurantiées. Mais, dans ce cas, comme dans celui des cellules sécrétrices oléifères où le strate résinogène est produit par la membrane *et* par le plasma, nous ne pouvons plus parler de travail de la membrane seule. Les rapports ici sont effacés.

Ceci paraissait aussi être le cas dans *les remplissages* (Ausfüllungen) *des éléments trachéens du bois de cœur* et du bois de cicatrisation dont j'ai cru premièrement qu'ils étaient produits par la couche périphérique du plasma. Des recherches plus récentes que j'ai entreprises avec M. *Gurnik* m'ont montré qu'il n'existe plus de plasma dans le bois de cœur — les essais plasmolytiques aussi ont toujours donné un résultat négatif — et que *les remplissages doivent être considérés comme appartenant à la membrane*. Les recherches faites dans la zone intermédiaire entre l'aubier et le bois de cœur (Kernholz) montrent que c'est la couche membraneuse tertiaire située vers le lumen qui *seule* forme les remplissages: elle devient surtout bassorinogène chez les Prunées, résinogène chez les Gayacs et oléogène chez les Santalum. Cette couche est toujours limitée vers le lumen par une fine « peau intérieure » (Innere Haut). On trouve donc des substances très variées dans ces remplissages. Mais, même là où il y a de la résine ou de l'huile essentielle, la substance fondamentale est *une membranine colloïdale* qui, par sa faculté de gonfler au contact de l'eau, peut être classée parmi les koryzo- ou gommo-membranines. Les remplissages ne paraissent pas en général être constitués d'une substance unique ; on y rencontre des corps solubles dans l'eau chaude à côté de corps insolubles ; on y rencontre également des matières colorantes qui, ne se trou-

vant pas dans les tissus environnants, ni dans le lumen, y ont certainement été formées.

Donc en un lieu où il n'y a plus de plasma, on voit la membrane remplacer le plasma et fournir un travail chimique très actif. Il est probable qu'ici encore les matériaux nécessaires pour la formation des remplissages sont amenés plus ou moins préparés, mais la synthèse proprement dite a lieu dans la membrane et probablement à l'aide d'enzymes, puisqu'on en trouve dans quelques cas.

Le but de ces « remplissages » (Ausfüllungen), d'obs truer le lumen des éléments trachéens et de les soustraire ainsi à la circulation de la sève, est pleinement atteint. Ces remplissages se montrent tous très résistants à l'eau froide et aux solutions salines aqueuses. Ceux du bois du cœur des Prunées sont composés presque en entier de bassorine, une membranine proche parente de la gomme de cerisier et de prunier, probablement riche en pentosanes (arabanes), mais contenant aussi des hexosanes (galactosanes); chimiquement, ces remplissages ne diffèrent donc pas beaucoup de la composition de la paroi du vaisseau où ils ont pris naissance et qui contient, mêlés aux manno-gluco-galactanes, des pentosanes (xylane). Au point de vue chimique, la d-glucose et la l-xylose sont proches parents par leur structure, tout comme d'autre part la d-galactose et la l-arabinose. La formation de la bassorine n'exige donc pas de transformations très profondes. Toutefois ces transformations ont toujours lieu sans l'aide du protoplasma, puisque celui-ci manque aux endroits où se forment les « remplissages ». Les transformations qui ont lieu dans les « remplissages » du bois de cœur de Santalum album sont beaucoup plus profondes. Le bois donne par distillation avec des vapeurs d'eau une grande quantité d'huile essentielle née dans le strate oléogène

à la suite de réactions comparables à celles qui se passent dans le strate résinogène et comparables comme énergie à n'importe quelle autre réaction dont le siège est le plasma. Nous n'avons qu'à examiner les formules du santène, du santalène et du santalol. Si l'on débarrasse le strate oléogène de son huile, il reste un squelette spongieux, pareil à celui qu'on observe quelquefois dans le strate résinogène de quelques poches sécrétrices et dans l'espace subcuticulaire des poils glanduleux, étudiés en particulier par *Tunmann*. La formation de la résine de gayac dans les remplissages des vaisseaux du bois de cœur de gayac est également due à des réactions profondes qui se passent dans le strate résinogène, mais dans une autre direction, puisque l'acide gayaconique contient les radicaux du gayacol et de l'aldéhyde tiglique et que, par conséquent, il est aussi éloigné des terpènes que des polysaccharides. Dans ce cas la sécrétion a lieu en telle profusion qu'après enlèvement de la résine, il ne reste qu'une faible partie du strate résinogène, et ordinairement une « peau intérieure » (Innere Haut).

D'autres régions de la plante sont capables de fournir par la membrane un énorme travail chimique, c'est le cas des *poils absorbants de la racine*. Si on sort de la terre la racine d'une plante en germination, après l'avoir rapidement lavée, on trouve en arrière du sommet la zone pilifère bien connue, garnie de poils nombreux absorbants qui tous se sont si bien soudés aux particules du sol qu'il est impossible de les en débarrasser avec de l'eau. En examinant avec attention les poils séparément, on voit que la partie extérieure de leur paroi s'est développée en un strate mucilagineux dans laquelle les particules terreuses sont encastrées. Le phénomène est représenté sur la planche 27, fig. 5 des tableaux physiologiques des plantes que j'ai publiés avec *Frank*. *C'est dans un strate membraneux, séparé du plasma par une paroi cellulosique,*

qu'a lieu l'exploitation des composés anorganiques du sol ; c'est un strate membraneux qui trie électivement les divers éléments composant la terre arable.

Nous n'avions pas jusqu'ici d'explication de ce mystérieux pouvoir électif et je voudrais en donner une. Si nous admettons ce que j'ai dit plus haut, à savoir que les mem branines ne sont pas des polysaccharides purs, mais que tous ils contiennent des combinaisons complexes du calcium, du magnésium et du potassium, nous comprendrons pourquoi ce sont précisément ces éléments, c'est-à-dire ceux qui forment des combinaisons complexes avec les polysaccharides, qui sont absorbés par les racines. Nous devons nécessairement admettre la même chose pour les autres éléments et combinaisons absorbées par les poils absorbants. Par suite, les éléments non utilisés par la plante seraient ceux qui ne pourraient former des combinaisons avec les polysaccharides du strate mucilagineux en question.

Que cette conception soit juste ou fausse, toujours est-il qu'à la place où le pouvoir électif des poils absorbants se manifeste, se trouve un strate membraneux de caractère colloïdal, sans connexion directe avec le plasma, mais au contraire séparé de lui par une membrane cellulosique. Par cette membrane cellulosique, les substances minérales parviennent, sous forme soluble, dans l'intérieur de la cellule des poils absorbants.

Mentionnons encore les exsudats de cire que portent certaines cuticules et qui prouvent l'existence d'une activité chimique prononcée de cette couche membraneuse. Car les grains et les bâtonnets de cire proviennent uniquement de la membrane extérieure. Il n'y a pas de cire dans les cellules de l'épiderme ; elles ne fournissent que des substances cirigènes. Ces exsudats cireux atteignent chez certains palmiers p. ex. une épaisseur très considérable.

Aujourd'hui déjà nous affirmons que le plasma n'est pas seul capable de travail chimique, la membrane en est capable également ; elle réalise des réactions synthétiques ou analytiques tout aussi énergiques que le plasma.

Certaines membranes végétales colloïdales, en particulier celles qui appartiennent à la lamelle moyenne ou qui en dérivent, possèdent incontestablement un pouvoir de synthèse. Nous ne nous prononçons pas sur la question de savoir si ce pouvoir est indépendant ou non de l'existence d'enzymes qui, elles aussi, sont des colloïdes et probablement des glucoprotéïdes.

La condition *sine qua non* de ce pouvoir est l'état colloïdal de la membrane.

Il s'agit au fond dans tous les cas cités d'une seule et même partie de la membrane. La lamelle moyenne de la membrane forme le revêtement des espaces intercellulaires qui n'est autre que le strate résinogène. Les revêtements des espaces intercellulaires communiquent avec les chambres sous-stomatiques et par elles avec la cuticule, c'est-à-dire avec la paroi externe des cellules de l'épiderme et des poils absorbants des racines,