

Zeitschrift: Bulletin de la Société botanique de Genève
Herausgeber: Société botanique de Genève
Band: 30 (1937-1938)

Artikel: Quelques propriétés des chloroplastes en relation avec leur structure granulaire
Autor: Mirimanoff, André
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1099483>

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: 17.04.2026

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

Quelques propriétés des chloroplastes en relation avec leur structure granulaire

PAR

André MIRIMANOFF

Depuis l'étude critique magistrale que F. WEBER a consacrée à la réduction argentique des chloroplastes, plusieurs publications ont vu le jour ayant trait à ce phénomène dont l'interprétation demeure controversée.

En particulier, F. WEBER lui-même, DISCHENDORFER et, plus récemment, PEKAREK ont tenté, à la lumière de la structure granulaire des chloroplastes, que les travaux modernes de DOUTRELIGNE, HEITZ, GEITLER, E. WEIER, FREY-WISSLING et BEAUVÉRIE ont particulièrement contribué à démontrer, de préciser le mécanisme de ce phénomène.

En particulier, la réduction argentique s'effectue-t-elle au niveau des « grana » vecteurs de la chlorophylle, ou du stroma incolore ? Cette question posée par F. WEBER, en raison des données contradictoires de la littérature, a été résolue avec élégance par J. PEKAREK, tout au moins sur *Gladiolus* et *Helodea*. La technique microphotographique employée par ce savant démontre objectivement que la réduction se produit exclusivement au niveau du stroma incolore, et à la surface du chloroplaste, résultat en complète contradiction avec les idées de DISCHENDORFER, qui attribuait aux « grana » le pouvoir réducteur des plastes chlorophylliens. Ce dernier auteur, développant les hypothèses émises par A. GIROUD, admettait que les « grana » seraient le support de l'acide ascorbique cause directe de la réduction du nitrate d'argent. Relevons avec PEKAREK qu'il est indifférent d'employer la solution argentique neutre ou acide.

A la même époque environ, Erna LIEBALDT, qui s'était

déjà attachée à l'étude de la « réaction de Molisch », exposait sa propre conception de ce phénomène. Pour ce savant, la réduction argentique, loin d'être propre aux chloroplastes, se produit aussi dans le cytoplasme — les chloroplastes demeurant souvent intacts — et même à la surface de la cellule, obéissant parfois à une loi rythmique, les zones intactes alternant avec des zones de réduction, le plus souvent revêtant un aspect concentrique, à la façon des anneaux de LIESEGANG.

Sans se prononcer sur la cause de la réduction argentique en général, et de cet aspect particulier, Erna LIEBALDT fait observer que la seule présence d'une substance réductrice ne suffit pas pour expliquer la réaction, quelle qu'en soit la manifestation visible. Peut-être s'agit-il, suggère ce savant, de la production de radiations « nécrobiotiques » de LEPESCHKIN, qui ne seraient autres que des radiations ultraviolettes (capables de réduire Ag NO_3) émises par le protoplasme à l'état subléthal¹.

Chose curieuse, E. LIEBALDT, dont les observations ont porté sur plus de 100 espèces appartenant à 40 familles de phanérogames, sans parler des ptéridophytes, des muscinées et des algues, semble n'avoir jamais aperçu la structure granulaire des chloroplastes, et ceci, malgré le mémoire si suggestif de HEITZ qui, en 1936, faisait déjà à son égard la même remarque. Cependant, nombre de ses observations sont relatives au genre *Mnium*, où cette structure — nous l'avons constaté après d'autres — apparaît nettement. E. LIEBALDT ne semble pas au reste avoir constaté chez cette muscinée la structure particulièrement frappante du cytoplasme que Davy de VIRVILLE a décrite, en relation étroite avec l'éclairément et le degré d'hygroscopicité, structure sur laquelle nous reviendrons par la suite.

Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus par E. LIEBALDT offrent un intérêt certain ; ils montrent de plus (ceci, dans

¹ Précisons tout de suite que l'émission de semblables radiations nécessiterait la mise en œuvre d'une énergie calorifique incompatible avec la matière vivante (pour 2000 Å, 142404 W, pour 4000 Å, 71200 W).

une précédente publication) que des tissus non chlorophyllifères, tels que les feuilles incolores de *Monotropa* et de *Coralliorrhiza* sont capables de réduire le nitrate d'argent, fait qui confirme nos observations personnelles.

Récemment, C. CARUSO a décrit semblable phénomène chez *Haworthia rugosa*, où le nitrate d'argent, réduit dans le suc cellulaire, a été incapable d'agir sur les chloroplastes. De plus, contrairement à ce que l'on observe d'habitude, E. LIEBALDT et C. CARUSO ont observé la réaction de MOLISCH dans des tissus nécrosés ou ayant subi un traumatisme. «Es kommt sogar vor, dass sich die Chloroplasten desorganisierter oder irgendwie veränderter Zellen als einzige im ganzen Präparat schwärzen ». (E. LIEBALDT).

Par ailleurs, les travaux de GUHA et GOSH, de RAY et de GLICK apportent la preuve décisive que l'acide ascorbique peut se former en dehors de la photosynthèse. Sa synthèse par la jeune plantule du pois (privée de ses cotylédons) à partir du mannose est particulièrement démonstrative. Enfin les dosages de vitamine C effectués par M. E. REID sur les différents organes d'une même plante montrent clairement que les tissus qui possèdent la plus haute teneur en acide ascorbique sont précisément ceux qui manifestent la plus grande activité cellulaire (jeune ovaire, bourgeons foliaires ou floraux, tissus méristématiques de la racine, etc.), indépendamment de la présence de chlorophylle. Ces données, en parfaite harmonie avec les résultats obtenus précédemment par nous, semblent donc infirmer la théorie de GIROUD qui attribuait aux chloroplastes l'élaboration de la vitamine C au niveau de ces organites, hypothèse qui expliquerait d'une manière séduisante, il faut en convenir, la réaction de Molisch.¹

Rappelons enfin que les réactifs histochimiques de la vitamine C n'ont pu déceler cette substance jusqu'à présent d'une manière certaine que dans le suc vacuolaire (DISCHENDORFER, MIRIMANOFF).

¹ Plus récemment encore, ABU EL Wafa HAMDALLAH, analysant des plantes chlorotiques obtenues en supprimant le fer et le magnésium du milieu nutritif, a démontré que ces plantes possèdent une teneur en acide ascorbique au moins égale à celle des mêmes plantes vertes.

En présence de ces données aussi complexes que contradictoires, nous nous sommes demandé si les causes de la réaction de MOLISCH n'étaient pas imputables à des faits d'ordre physique plutôt qu'à une réduction purement chimique, et si la structure granulaire du chloroplaste, par une action de surface, n'était pas capable d'expliquer le mécanisme de ce phénomène.

Dans son remarquable mémoire, HEITZ a étudié un grand nombre d'espèces végétales où une semblable structure a pu être observée objectivement. Plus récemment, GEITLER, puis HYGÉN ont décrit des faits analogues chez les algues. HEITZ a montré en particulier combien la grosseur, et par conséquent le nombre de ces grains varie en fonction de l'espèce, ceci indépendamment de l'âge du tissu, cette structure ne trahissant nullement du reste un état subléthale du chloroplaste. GEITLER admet que l'on peut trouver tous les termes de passage entre les grains particulièrement gros du genre *Lithops* (2μ) et ceux du chromatophore des algues ($0,3 \mu$). Il est permis de supposer que les végétaux chez qui semblable structure des chloroplastes n'a pu être observée, et qui offrent par conséquent une image microscopique homogène de ces organites, comportent également des grana, à l'échelle inframicroscopique. La généralité de cette structure dans le monde végétal autorise cette extrapolation.

Il est donc permis de supposer que si la réaction de MOLISCH est facilitée par le facteur surface, ce que nos observations *in vitro* sur des grains de pierre ponce avaient déjà montré, les chloroplastes à grains gros et rares réduiront moins vite et moins profondément la solution argentique (neutre ou acide) que les chloroplastes à grains petits et nombreux, chez lesquels la surface de réaction aura été augmentée dans d'énormes proportions. C'est précisément ce que nous nous sommes proposé de démontrer dans ce travail.

Nous avons opéré de la manière suivante :

Le fragment de tissu végétal est placé entre lame et lamelle dans une quantité aussi petite que possible d'eau de fontaine, un lambeau de papier filtre étant intercalé sous l'un des coins du couvre-objet. Après avoir repéré, à l'immersion, une cel-

lule favorable, on introduit avec précaution, au moyen d'un compte-gouttes, la solution de nitrate d'argent (solution neutre ou de pH 3-4, à 10 %) sous la lamelle, sans perdre de vue la cellule à observer. Il est alors aisé de suivre d'une manière continue le développement de la réaction.

Nos observations ont porté sur les chloroplastes des végétaux suivants :

1. *Lithops turbiniformis*

Les chloroplastes, ainsi que HEITZ l'a relevé, sur d'autres espèces de ce genre, contiennent quelques gros « grana » discoïdes très apparents. L'eau ne produit aucune action déformante, ce qu'il est facile de démontrer en faisant un examen simultané en immergeant le tissu dans l'huile de paraffine.

a) **Nitrate d'argent 10 %** : que la solution soit neutre ou acide, il se produit une réduction très énergique dans les vacuoles, sous forme d'un fin granulum noirâtre. Les chloroplastes subissent sous l'action du nitrate d'argent une rétractation très brusque. Cependant, il ne se produit pas de réaction bien marquée, le stroma prend peu à peu une teinte olivâtre, cependant que les gros grana chlorophyllifères demeurant bien verts se cerclent parfois d'une auréole un peu plus foncée que le reste du stroma. Assez rapidement du reste, l'édifice chloroplastique se désagrège en ses éléments constitutifs. Peut-être y a-t-il lieu de rappeler ici les études de LEPESCHKIN sur la toxicité des métaux lourds. D'après ce savant, l'état de deshydratation protoplasmique en diminue la perméabilité vis à vis des métaux lourds. Or, dans ce type de chloroplaste, où le volume occupé par le stroma hydrophile est considérable, la pénétration du sel d'argent doit être très rapide, ce que la déformation subie montre en effet objectivement. Si le stroma contenait un principe réducteur tel que l'acide ascorbique, la réduction devrait être marquée, ce qui n'est certes pas le cas.

A noter que l'épiderme non chlorophyllien réduit énergiquement AgNO_3 neutre ou acide dans les vacuoles.

b) **Acide osmique**

Pas de réduction bien marquée.

c) **Rhodamine B**

Le réactif proposé par STRUGGER pour la coloration élective vitale des chloroplastes colore quoique d'une manière quelque peu confuse les grana chlorophyllifères.

2. *Mesembryanthemum echinatum*.

Structure granulaire très apparente, les grains sont cependant un peu plus petits que chez *Lithops*. La réduction argentique très énergique dans les vacuoles se manifeste à peine au niveau des chloroplastes.

3. *Mesembryanthemum blandum*.

Fig. 1. Chloroplaste à structure granulaire contenant un gros grain d'amidon lenticulaire (*Mesembryanthemum blandum*).

Les chloroplastes, assez semblables aux précédents, contiennent souvent un grain d'amidon lenticulaire, parfois en voie d'expulsion. La réduction argentique se produit comme dans le cas ci-dessus, la présence d'amidon semble ne jouer aucun rôle dans le phénomène (fig. 1).

4. *Mesembryanthemum marginatum*.

Très belle structure lamellaire, réduction argentique énergique dans les vacuoles des tissus chlorophylliens et achlorophylliens. Ici encore, peu ou pas de réduction dans les chloroplastes.

5. *Selaginella Emelliana*.

La structure granulaire, sensiblement plus fine que dans les espèces précédentes, est particulièrement visible dans les très jeunes feuilles, où il se produit une réduction intense. Il ne nous a pas été possible de la localiser avec précision.

Dans les feuilles adultes, nous avons observé le phénomène signalé par F. WEBER : la réduction bipolaire du chloroplaste, en forme de faucille.

Il semble que dans le cas particulier, les « grana » se rassemblent à la périphérie du chloroplaste comme F. WEBER l'a également constaté. Il est difficile de se prononcer si cette

structure préexiste ou si elle est imputable à l'action du nitrate d'argent.

N'y a-t-il pas lieu de rapprocher cette formation particulière de l'observation plus ancienne de GAUTHERET sur *Spirogyra* : la réduction argentique se produit dans cette algue au niveau des lobes du chromatophore. Or, récemment, BEAUVÉRIE a précisément décelé une structure granulaire fine au niveau de ces lobes.

Ces observations mériteraient d'être approfondies avant qu'on puisse en tirer des constatations définitives.¹

6. *Selaginella caulescens*, *S. caesia arborea*.

Ces deux espèces se comportent comme la précédente, vis-à-vis du réactif argentique.

7. *Mnium undulatum*.

Dans sa belle étude sur l'action du milieu sur les Mousses, Davy de VIRVILLE, notamment chez *Mnium undulatum*, a observé deux types principaux de feuilles :

- a) feuille plate, ovale, à marge non dentée.
- b) feuille lancéolée, ondulée, à marge dentée.

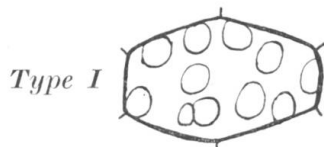


Fig. 2. *Mnium undulatum*
Cytoplasme hyalin, chloroplastes arrondis.

Ces deux types obtenus par ce savant en culture, le premier à l'ombre, le second à la lumière, ont été retrouvés par nous dans la nature.

Ces deux types de feuilles possèdent en outre une organisation cytoplasmique très frappante. Alors que les feuilles développées à l'ombre — et de préférence à l'humidité — possèdent un cytoplasme hyalin et des chloroplastes plutôt arrondis, répartis dans toute la cellule (Fig. 2.) les feuilles développées à la lumière et en atmosphère plus sèche con-

¹ Il serait très intéressant de pouvoir préciser si les leucoplastes et les chromoplastes possèdent eux aussi une structure granulaire. Si tel n'était pas le cas, notre conception de la théorie de MOLISCH recevrait ainsi une confirmation indirecte ; on sait en effet, que ces organites ne réduisent pas le nitrate d'argent. Il en est de même des plastes des tissus étiolés, que STRUGGER a décrits comme dépourvus de grana, (chez *Elodea*) ceux-ci se reformant à la lumière, au fur et à mesure que la chlorophylle réapparaît.

tiennent des chloroplastes lenticulaires, écrasés contre les parois cellulaires. Le cytoplasme de ces cellules apparaît fortement granuleux, ainsi que Davy de VIRVILLE l'a décrit ¹.

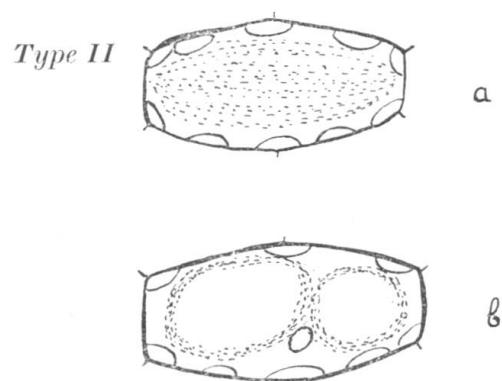


Fig. 3. *Mnium undulatum*

a) cytoplasme granuleux en ligne

b) cytoplasme granuleux en anneaux.

Les chloroplastes lenticulaires sont repoussés contre la membrane. Leur structure est peu visible.

Ces granulations sont le plus souvent alignées parallèlement à l'axe principal de la cellule, à la façon des lignes de force d'un champ magnétique. Parfois également, ce granulum se rassemble et revêt la forme de 8 ou d'anneaux accolés. Ces granulations, dont il est facile de démontrer l'origine cytoplasmique par la plasmolyse, représentent un état tran-

sitoire. (Fig. 3, a et b) Dans plusieurs cas il nous a été possible, sur des feuilles isolées, d'assister à une transformation partielle ou totale de cette structure, le granulum se résorbe en même temps que les chloroplastes gonflent et tendent à occuper l'ensemble de la cellule. Contrairement à notre attente, ce passage s'est effectué en présence d'une forte lumière, en milieu aqueux cependant. Les cellules ainsi modifiées demeurent plasmolysables.

La structure granulaire, en général difficile à déceler sur les chloroplastes fusiformes du type II, apparaît nettement sur le type I qui représente à notre avis une forme d'imbibition.

Sur les bourgeons foliaires, cette structure se manifeste avec la plus grande netteté dès la différenciation des chondriosomes en chloroplastes. La granulation y apparaît très fine et régulière.

¹ BORESCH semble avoir été le premier savant en date qui ait observé cet aspect particulier des cytoplasmes. MOLISCH a désigné ce granulum sous le nom de « Filargebilde », lui a attribué une constitution lipidique, et a reconnu sa nature fugace.

Un examen de ces jeunes tissus dans l'huile de paraffine écarte toute altération possible par l'eau, et montre en même temps que l'aspect hyalin du protoplasme, qui caractérise également ces bourgeons, représente bien un aspect juvénile de la cellule.

Action du nitrate d'argent, neutre ou acide

a) *Très jeunes feuilles :*

La réduction est très rapide, en particulier dans les cellules de la « nervure », où le noircissement affecte en particulier la périphérie du chloroplaste. Dans les ébauches foliaires, on perçoit au contraire un fin granulum noirâtre non bordé par une assise externe de réduction. La réduction se fait de moins en moins bien, au fur et à mesure qu'on gagne des feuilles plus âgées.

b) *feuilles du type I :*

Comme pour *Lithops*, la solution argentique déforme les chloroplastes et en accuse la structure granulaire. Les « grana » apparaissent rapidement comme de véritables crêtes nageant sur un stroma incolore.¹

La réduction est très faible, parfois nulle. Parfois, le stroma se colore faiblement en brun, parfois aussi, la réduction se produit autour du chloroplaste, qui le plus souvent aura subi une désagrégation telle que toute localisation précise devient illusoire. Cependant les grana ou plutôt les lames chlorophyllifères conservent leur couleur verte. On a l'impression alors que la réduction affecte les débris de l'organite primitif.

c) *feuilles du type II :*

La solution argentique est réduite autour des chloroplastes qui apparaissent alors cerclés de noir d'une manière plus ou moins continue. Très souvent aussi, il ne se produit aucune réduction, et le fin granulum cytoplasmique qui caractérise ce type de feuille, se superposant aux chloroplastes, rend

¹ Parfois aussi ils revêtent la structure en « noyau de pêche » décrite par J. DOUTRELIGNÉ.

l'analyse très difficile. Enfin, les réductions vacuolaires, fréquentes, ajoutent encore à la confusion des images obtenues. Ajoutons qu'à l'obscurité la réduction argentique est pratiquement nulle pour ce type de feuille.

Autres réactions :

KJ, FeCl_3 et l'acide osmique n'affectent pas les chloroplastes, mais réagissent avec le suc vacuolaire (pigments oxyflavoniques, tannoïdes). Les parois cellulaires se colorent en brun par ces réactifs, et retiennent fortement le rouge neutre. Le formol conserve fidèlement sans la déformer la structure granulaire des chloroplastes.

Nature du granulum cytoplasmique

Optiquement vide, le granulum cytoplasmique ne saurait être confondu avec des granulations (ou microsomes) lipidiques. Le fait qu'il apparaît, sur fond clair, coloré en vert, malgré sa petitesse, nous incline à supposer qu'il est d'origine chloroplastique. Cependant, il ne nous a pas été possible d'observer de façon certaine si ces éléments correspondent à des «grana» isolés détachés des chloroplastes, ni la nature du mécanisme qui présiderait à leur réintégration au sein de ces organites. Deux faits demeurent certains, contrôlés par tous les stades intermédiaires observés entre les types I et II : le nombre de ces granulations est inversement proportionnel au degré d'imbibition ou de gonflement des chloroplastes. Le granulum est absent dans les cellules très jeunes et dans les feuilles développées dans la nature à l'ombre et en atmosphère humide.

Nous nous proposons par la suite d'élucider l'origine et le devenir de ce granulum, et notamment d'étudier si sa présence est constante chez les muscinées.

Quoi qu'il en soit, ces faits d'ordre cytologique soulignent l'extrême plasticité de ces végétaux et pourront peut-être apporter une modeste contribution à nos connaissances sur leur physiologie.

La réduction argentique au niveau des cystolithes

Nous avons vu que la réaction de MOLISCH étudiée à l'aide de la structure granulaire des chloroplastes montre, du moins pour les exemples étudiés par nous, que la vitesse et l'intensité de la réduction argentique sont proportionnelles à la finesse et partant au nombre des « grana », ou encore, à la surface de contact entre l'organite et le réactif. Cette loi, vérifiée par nous d'une manière quelque peu grossière au moyen de grains de pierre ponce utilisés comme substratum d'une substance organique, trouve encore une confirmation dans l'étude des cystolithes.

Déjà MOLISCH avait observé la faculté que possèdent ces concrétions calcaires de réduire le nitrate d'argent et de nombreux sels minéraux ; il attribuait au carbonate de calcium cette propriété réductrice, fait inconciliable avec la réalité chimique la plus élémentaire, ce qui est facile à montrer in vitro.¹

Plus récemment, O. RICHTER a constaté qu'un traitement préalable des cystolithes d'*Urtica* par des radiations ultraviolettes exalte leur pouvoir réducteur. Pour ce savant, l'action réductrice est liée à la fine division de CaCO_3 , ce qu'il démontre en immergeant du papier à filtrer dans une solution de chaux éteinte et en le laissant ensuite sécher à l'air. L'action réductrice notamment sur AgNO_3 est très marquée, alors que le même papier, non traité, ne réagit nullement.

Sans faire intervenir les rayons U.V., nous avons constaté sur *Pellionia Daveauana* une réduction très rapide, presque instantanée, se produisant aussi bien avec le réactif acide

¹ L'expérience suivante fait ressortir cependant combien il convient d'être prudent dans l'interprétation de ces phénomènes de réduction : Une solution neutre 10 % de AgNO_3 n'est pas réduite, à froid, par une solution 40 % de formol. Elle n'est pas réduite non plus, nous l'avons souligné, au contact d'une suspension fine de CaCO_3 pur. Par contre, si ces trois substances sont en présence, la réduction se produit instantanément avec intensité. Il est facile de montrer que de nombreux corps organiques jouent, quoique d'une manière moins active, un rôle analogue à celui de la formaldéhyde, en présence d'un substratum finement divisé.

de GIROUD qu'avec la solution argentique neutre, à la lumière comme à l'obscurité, sur les tissus morts comme sur les tissus vivants. Dans chaque cas, la réduction est beaucoup plus rapide et plus profonde que sur les chloroplastes des tissus voisins. Isolés au préalable du tissu mésophyllien, les cystolithes (en forme de spathes de maïs) se montrent tout aussi actifs.

Les cystolithes de *Pellionia Daveauana* comportent un substratum cellulosique finement canaliculé et verruqueux sur lequel le carbonate de calcium se dépose en éléments extrêmement ténus. Il est aisé de constater que le noircissement est précisément intense au niveau de ces dépôts. En écrasant l'un de ces cystolithes, et en l'examinant à l'immersion, on constate que le dépôt argentique se détache de la masse sous la forme de minuscules filaments¹ mesurant de 1 à 2 μ de longueur. Notons que ces filaments ou ces granulations sont du même ordre de grandeur que les grana des

chloroplastes. (Fig. 4 et 4bis.)

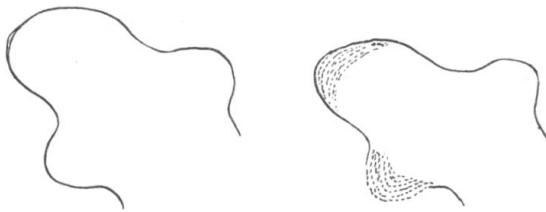


Fig. 4 et 4bis. Schéma montrant la sédimentation de Ca Co_3 sur les protubérances du Cystolithe (*Pellionia Daveauana*).

Le cas très général des cystolithes démontre surabondamment, et nous partageons entièrement l'avis de O. RICHTER, que la réduction argentique est liée avant tout à

une question de surface. Certes, la présence d'une substance organique est nécessaire, mais il est inutile de faire intervenir un réducteur spécifique du nitrate d'argent acide, comme l'acide ascorbique par exemple. Nous pensons par conséquent que la réaction de MOLISCH peut être expliquée par un méca-

¹ FREY-WYSSLING a observé que ces concrétions calcaires se déposent en couches tangentielles fines, revêtant la forme des filaments très ténus, épousant intimement la structure cellulosique du cystolithe, qui peut être également canaliculaire et radiale. L'anisotropie optique du cystolithe serait d'ailleurs causée d'après ce savant par les micelles cellulosiques, et nullement par la nature cristalline du carbonate de calcium.

nisme beaucoup plus simple que l'abondance des hypothèses rencontrées dans la littérature ne saurait le faire prévoir.

Résumé et conclusions

1. La réduction argentique des chloroplastes est fonction de leur structure granulaire, la vitesse et l'intensité de la réaction étant proportionnelles au nombre des grana et à leur finesse organique.

2. Cette action de surface, qui s'exerce en présence d'un substratum, peut être mise en évidence par la réduction argentique au niveau des cystolithes. La dimension des particules calcaires est du même ordre de grandeur que celle des grana des chloroplastes.

3. La présence d'une substance spécifiquement réductrice du nitrate d'argent (telle que l'acide ascorbique) est inutile pour expliquer la réaction de MOLISCH, fait qui confirme les données récentes sur le métabolisme de la vitamine C.

4. Les changements d'état du cytoplasme et des chloroplastes de certaines muscinées reflètent dans une mesure importante l'activité physiologique de ces végétaux.

Bibliographie

1. ABU EL WAFI HAMDALLAH. — *Protoplasma* 1939, Bd. XXXII, N^o. 1, p. 31.
2. BORESCH, K. — *Zeitschr. f. Botanik*, 1914, VI, p. 97.
3. CARUSO, C. — *Protoplasma* 1938, 30, p. 481 ; 31, p. 98.
4. DAVY de VIRVILLE, A. — *L'action du milieu sur les Mousses*. Libr. gén. enseign. Paris, 1927, et C.R. Ac. Sc. 1925., p. 391.
5. DISCHENDORFER, O. — 1937. *Protoplasma* 28, p. 516.
6. DOUTRELIGNE, J. — 1935. *Proc. Ac. Amsterdam*, 38, p. 886
7. FREY-WYSSLING, A. — 1938. *Submikroskopische Morphologie des Protoplasmas und seiner Derivate*. *Protoplasma-Monographien*. Berlin, Borntraeger.
8. GEITLER, L. — 1937, *Planta*, 26, p. 463.
9. GIROUD, A. — 1938. *L'acide ascorbique dans la cellule et les tissus*, *Protoplasma-Monographien*, Berlin, Borntraeger.
10. GUILLIERMOND, A. — *Introduction à l'étude de la Cytologie*. Paris Hermann édit., 1938.
11. GUILLIERMOND, PLANTEFOL et MANGENOT. — *Traité de Cytologie végétale*, Paris, 1933.

12. HEITZ, E. — 1936. *Planta*, 26, p. 134.
13. HYGEN, G. — *Planta*, 27, p. 378.
14. LEPESCHKIN, W.W. — *Zell-Nekrobiose und Protoplasma-Tod. Protoplasma-Monographien*. Berlin, 1937, Borntraeger.
15. LIEBALDT, E. — *Protoplasma*, 1938 31 n^o. 2, p. 267 ; 27, n^o. 2, p. 264
16. MIRIMANOFF, A. — *Rev. Cytol. et cytophys. vég.* III, p. 119, 1938.
17. MOLISCH, H. — *Mikrochemie der Pflanze*. Fischer, éd. Jena, 1921.
18. PEKAREK, J. — Die Lokalisation des Silbernitrat-Reduktors in den Chloroplasten. *Protoplasma*, 1938, 30, p. 534.
19. REID, M. E. — *Amer. Journ. Bot.* 1937, 24, p. 445.
20. RICHTER, O. — 1936. *Mikrochemie, Molisch-Festschrift*, p. 350.
21. WEBER, F. — 1937. *Protoplasma*, 28, n^o. 2, p. 283 ; 29, n^o. 3, p. 427
22. WEIER, E. — 1936, *Cytologia*, 7, n^o. 4. p. 504.
23. WEIER, E. — *Protoplasma* 1939, 32, N^o 1, p. 145.
24. WIELER, A. — 1936, *Protoplasma*, 26. p. 295.

Genève, Institut de Botanique générale
Professeur F. Chodat, directeur.