

MILJENKO BULJAN

DEVELOPPEMENT ET FONCTIONS DES RHIZOIODES DE LA CHARA

Cette publication n'est qu'un fragment d'un ouvrage plus vaste, paru, il y a quelques années, en langue croate sous le titre de: Fiziološka istraživanja hranidbe parožina (*Chara*), par M. Buljan (thèse de doctorat). Cet ouvrage, dans son ensemble est une étude physiologique, mais la partie cytologique qui lui a été adjointe comme appendice indépendant, peut en être maintenant détachée et considérée comme oeuvre à part.

Encouragé par M. le professeur Vouk, mon éminent maître, dont les conseils m'ont été très précieux pour l'aboutissement de mes travaux, je donne ici un résumé de mon ouvrage, pour le rendre accessible aux étrangers que ces questions pourraient intéresser.

Chez de nombreux thallophytes apparaissent des rhizoïdes: ce sont des filaments à peine visibles à l'oeil nu, souvent microscopiques, composés d'une ou plusieurs cellules.

Ces filaments sont très souvent dépourvus de pigmentation. On les observe aussi chez les Charophytes.

Quand, et de quelle façon, se forment les rhizoïdes? Cette question a été étudiée par des auteurs plus anciens. D'après Richter (1894), les rhizoïdes se développent plus fréquemment sur les boutures, pendant en sens inverse de la croissance normale, que sur celles qui sont plantées normalement. Cet auteur cite des expériences qui démontrent que les rhizoïdes font leur apparition quand une partie de la plante est mise en contact avec le sol ou avec du sable, et aussi quand les récipients de culture sont tenus dans l'obscurité.

Or, au cours de mes expériences, j'ai eu très souvent l'occasion d'observer des rhizoïdes même sur les parties libres de la *Chara*, sans qu'il eût été besoin de les tenir dans l'obscurité. Et, le seul contact de la plante avec le verre n'a pu, d'après Rich-

ter, provoquer l'apparition des rhizoïdes. Le même auteur prétend encore que ces sortes de filaments poussent sur les parties blessées de la plante ou sur la cicatrice des rhizoïdes arrachés.

D'après O l t m a n n s, chez certaines algues, la naissance des rhizoïdes peut être attribuée à d'autres causes, par exemple, à la présence de sucre dans le milieu nourricier. B o r g e a aussi constaté que, pour la *V a u c h e r i a*, il suffisait d'un contact avec un support ferme.

B. C o l l a n d e r rappelle le cas d'une *Nitella gracilis* qui n'avait pas »pris racine« dans la fange mais flottait librement dans l'aquarium »et, par conséquent, ne présentait pas de rhizoïdes«. Cet auteur en conclut que la plante absorbait directement sa nourriture sans l'intermédiaire des rhizoïdes inexistants.

Au cours de mes travaux, je n'ai pas fait d'expériences avec la *Nitella gracilis*, mais seulement avec la *Chara*, plante de la même famille, et j'arrive à des conclusions qui diffèrent de celles de B. C o l l a n d e r. J'ai pu, en effet, observer qu'elle développe des rhizoïdes sans avoir pris racine dans le sol. Bien plus, la plante enracinée présente des rhizoïdes seulement sur les parties souterraines, alors qu'ils n'existent pas sur la partie libre. Par contre, la *Chara* ayant pris racine, non pas dans la vase, mais dans un sable siliceux quelconque, ou flottant tout simplement dans l'aquarium, présente des touffes de rhizoïdes sur presque tous ses noeuds, sauf sur les plus jeunes. Ce phénomène s'est produit dans toute mes expériences, que l'aquarium ait été exposé à la lumière ou tenu dans l'obscurité.

J'insiste sur ce dernier point, afin que l'on puisse établir un parallèle entre mes propres observations et l'affirmation de T. Richter, à savoir que »les rhizoïdes apparaissent sur les cultures de *Chara* tenues dans l'obscurité« d'où nous pouvons déduire logiquement, que ce naturaliste croyait que les rhizoïdes ne pouvaient se développer à la lumière.

Chez la *Chara*, les rhizoïdes se forment régulièrement sur les noeuds enterrés dans la vase. Mais, d'autre part, j'ai pu constater que les rhizoïdes peuvent aussi apparaître sur les noeuds supérieurs de la plante, au-dessus du sol, particularité que je n'ai trouvée mentionnée nulle part dans les ouvrages de ce genre. Et c'est justement sur ces noeuds-là que j'ai fait porter mes observations.

J'ai constaté que les rhizoïdes proviennent de la croissance des cellules sur la partie supérieure des noeuds de »la tige« de la *Chara*.

Ces excroissances présentent à leur début l'apparence de petites protubérances, demi-sphériques, semblables à des ver-rues sur la partie supérieure du noeud. Puis, elles s'allongent, en forme de cylindre arrondi à son extrémité. Au cours de sa croissance ultérieure, les rhizoïdes tendent, entre les »feuilletts« du noeud, à se diriger dans le sens de la pesanteur terrestre, si bien qu'au bout d'un certain temps ils pendent, et quelquefois par touffes sur un seul noeud. J'ai remarqué que dans certaines cultures, ils restent parallèles entre eux et pendent mollement, tandis que dans d'autres ils allaient en divergeant vers le bas et par conséquent, tombent obliquement et non plus verticalement, comme s'ils étaient, en quelque sorte, »retenus« par leur propre turgescence.

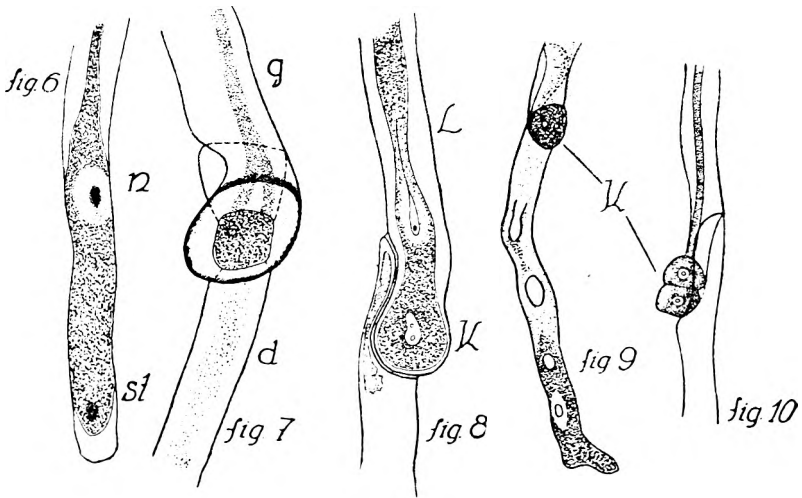


Fig. 1.

J'ai observé que les rhizoïdes croissant dans un mélange, ou dans l'eau, sans contact avec la vase ou le sable se composaient d'une cellule unique allongée: certains des ces filaments pouvant atteindre plus de 12 mm. Par contre, dans ces conditions, je n'ai rencontré aucun cas de ramification du rhizoïde, telle que je vais la décrire ci-dessous.

Le filament tout entier est rempli d'un contenu incolore (probablement une vacuole) entouré d'une mince couche, d'un cylindre de plasma. A la base de ce filament, comme l'ont mentionné L i n s b a u e r K. et d'autres, se trouve une masse assez

importante de plasma immobile (v. fig. 6). A la base de ce plasma, j'ai distingué quelques granulations qui semblent obéir au mouvement moléculaire de Brown. Ces granulations (S. T. sur la planche № 6) pourraient peut-être, remplir la fonction de statolites. Vers le sommet de ce plasma dense se trouve un noyau, autour duquel on distingue un espace clair, ce qui fait paraître se noyau plus sombre et plus compact (n). La longueur du plasma dense, avec son noyau est de 330 microns environ.

Si, au contraire, les rhizoïdes rencontrent les parcelles consistantes du support il se produit alors une division très particulière de la cellule unique, et la cloison entre les deux cellules formées n'est pas transversale, mais oblique, presque onduleuse¹ (v. fig. 7, 8, 9, 10, 11 et 12). La cellule inférieure, elle, continue à croître. Cette dernière peut-elle de nouveau se diviser? Je n'ai pas eu l'occasion de m'en assurer pendant toute la durée de mes observations. Sur la figure 9, j'ai relevé cependant un cas unique, que j'ai remarqué et qui aurait pu m'amener à penser que cela arrive en effet.

Vers la base de la cellule inférieure se trouve ce «coude» désigné par »n. č« qui pourrait nous laisser prévoir une possibilité de division.

La cellule supérieure subit alors les transformations suivantes:

Le noyau situé à sa base se divise en deux parties (fig. 7 et 8.) Pour plus de clarté je désignerai le noyau supérieur par la lettre L. et le noyau inférieur par la lettre K. Le noyau inférieur, K, reste dans la base de la cellule qui grossit et, autant que j'ai pu m'en apercevoir, se subdivise successivement deux ou trois fois (v. fig. 10), donnant ainsi naissance à un groupe de cellules ayant l'apparence d'une nodosité, d'où le nom de »ver-rue« que j'ai donné à ces noeuds cellulaires. De ces quatre ou huit cellules jaillissent des prolongements tubulaires, comme la continuation cylindrique du rhizoïde (fig. 10, 11, 12, 13 et 16). Le noyau supérieur L. reste dans la partie supérieure du rhizoïde, et avec le temps s'allonge considérablement en un long noyau (probablement dégénéré) tel que l'a décrit K. Linsbauer (fig. 14 et 15). J'ai mesuré ces noyaux: ces des figures 14 et 15 mesurent respectivement 446,6 et 225,8 microns.

¹ Elle est infléchiée en forme de lettre »S«, de sorte que vers sa partie moyenne, elle suit parallèlement le rhizoïde, dans le sens de sa longueur. Giesenhagen K. dit que A. Braun compare ces deux cellules ainsi formées à deux jambes se touchant par la plante des pieds.

Quelle est la fonction des rhizoïdes?

Certains auteurs réduisent les rhizoïdes au seul rôle d'organes préhensifs, d'autres les considèrent comme des organes dont le rôle est d'extraire la nourriture du milieu nutritif. Oltmanns F. affirme que chez les algues, les rhizoïdes servent uniquement à fixer la plante et ne jouent aucun rôle dans sa nutrition.

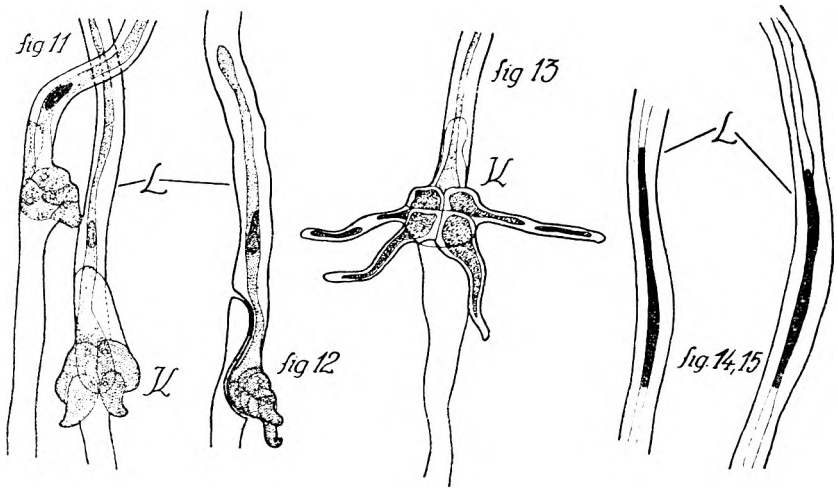


Fig. 2.

Ce dernier auteur pense que toute la surface de l'algue est apte à recevoir la nourriture, et reconnaît seulement à de nombreuses touffes filamenteuses (Haarbuschel) chez l'algue rouge ou brune, la possibilité de remplir ce rôle d'organes récepteurs de la nourriture.

D'après W. Bierberg, le rôle des rhizoïdes chez la *Chara* n'est pas seulement de fixer la plante sur son support, mais encore de lui apporter les matières nutritives, et d'après lui, ils sont les seuls organes adaptés à cette fonction.

V. Vouk et F. Benzinger confirment cette opinion, en ajoutant toutefois, que dans la fonction d'absorption ont un rôle, non seulement les rhizoïdes mais encore certaines cellules de l'entre-noeud, adaptées dans une certaine mesure à cette fonction.

Richter J. pense également que les rhizoïdes servent à absorber les substances nutritives.

L'expérience acquise au cours de mes travaux sur les *Chara*, me fait également adopter cette opinion, à savoir que les rhizoïdes de la *Chara* remplissent une double fonction.

- 1^o d'organes d'absorption des substances nutritives,
- 2^o d'organes de fixation de la plante dans son support.

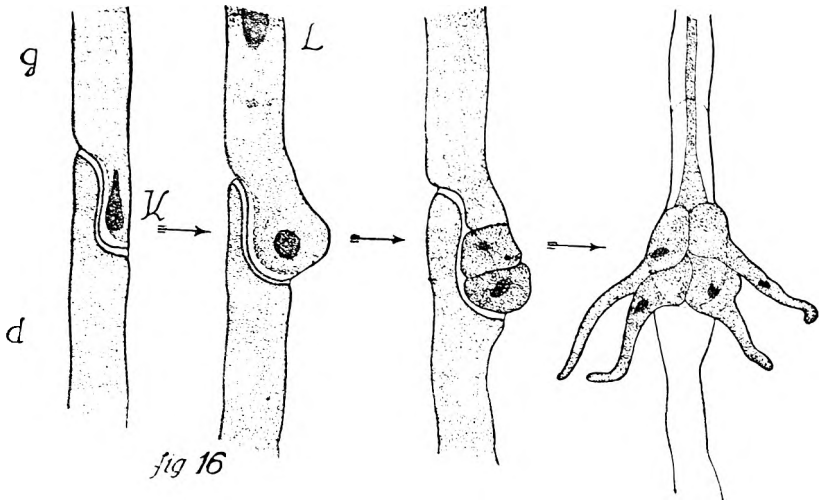


Fig. 3.

Voici l'exposé des observations qui m'ont conduites à la conclusion N° 1. Dans toutes mes cultures, où la *Chara* avait tant soit peu réussi, la plante présentait des rhizoïdes plus ou moins développés; au contraire, dans les récipients contenant des mélanges nutritifs leur convenant mal, les plantes dépérissaient sans avoir poussé des rhizoïdes.

Il existe donc une relation directe entre la qualité du mélange nutritif et l'aptitude de la plante à développer des rhizoïdes. Dès que le liquide était utilisable, les rhizoïdes apparaissaient et inversement.

Parallèlement au degré de développement des rhizoïdes, nous pouvons suivre la production proportionnelle de la matière sèche. Ce phénomène s'observe facilement dans mes cultures avec les silicates, qui présentent en même temps que des rhizoïdes bien venus, une augmentation de la quantité de matière

sèche. Il semble donc que la réussite de la *Chara*, dans un milieu quelconque, dépende de la possibilité où elle sera de développer des rhizoïdes.

Si les rhizoïdes étaient de simples organes de préhension, je ne pense pas que l'impossibilité pour la plante de former ces organes, pourrait avoir pour cette dernière des conséquences aussi fatales. Au contraire, si les rhizoïdes sont effectivement des organes de nutrition, il est évident que tout ce qui sera un obstacle à leur formation aura sur la plante une action pernicieuse, et, en rendant impossible un échange normal des matières, entrainera la mort de ce végétal.

D'autre part, les rhizoïdes ont un rôle de fixation de la *Chara* sur son support, ce qui m'explique la formation de »verrues«: dès que la plante touche ou le sable ou le sol, les rhizoïdes ainsi ramifiés, s'attachent fermement sur le fond de vase, et résistent plus à l'extirpation, que ceux qui conservent leur forme cylindrique non ramifiée.

Ajoutons qu'ils conservent cette forme tant qu'ils n'ont pas de contact mécanique avec le sol.

On pourrait objecter que la *Chara* ramifie des rhizoïdes afin d'augmenter sa surface et, par conséquent, sa capacité d'absorption et non pour se fixer solidement sur son support.

A cette objection on peut répondre que les rhizoïdes des noeuds qui ne sont pas souterrains, donc, n'ayant aucun contact mécanique avec des matières dures mais au contraire restant en suspension dans le liquide de culture, demeurent non ramifiés et ressemblent à de longs fils.

Si le but de la ramification était d'augmenter la surface de la plante, pour lui permettre d'absorber le plus de nourriture possible, je ne vois pas pourquoi dans le cas précédent, elle ne développerait pas de »verrues«, d'autant plus qu' à mon avis, les rhizoïdes apparaissent sur les noeuds supérieurs non souterrains, seulement alors quand l'apport nutritif des rhizoïdes souterrains se montre déficient.

Dans toutes mes cultures, les *Chara*, ayant pour support la vase ou la terre, émettent seulement des rhizoïdes souterrains, ou, plus exactement, sur les noeuds qui sont dans le sol — la vase fournissant à la plante une quantité suffisante de matières nutritives, sans qu'elle ait besoin de pousser des rhizoïdes sur les noeuds supérieurs.

Par contre, dans mes autres cultures, à fond de sable siliceux, et dans un mélange nutritif artificiel, les plantes ont émis des rhizoïdes, et sur les noeuds supérieurs libres, pour remédier

à la pauvreté relative en matières nutritives, des mélanges artificiels dont je m'étais servi.

Il est donc évident que dans ce cas, il y avait des motifs à une formation de »verrues« si celles-ci étaient des organes destinés à renforcer le pouvoir d'absorption des matières nutritives.

Donc, j'en conclus que les rhizoïdes de la *Chara* sont en même temps, et des organes de nutrition et des organes de fixation de la plante à son support.

L'intensité de formation des rhizoïdes a pour conséquence l'augmentation de l'apport de la matière sèche.

Les rhizoïdes n'ayant pas de contact mécanique avec le sol, demeurent filamenteux et non ramifiés. Le contact du rhizoïde avec le sol détermine une première division, et, plus tard, la cellule supérieure subit encore quatre subdivisions aboutissant à la formation d'une »verrue« dont le rôle est d'ancrer la plante dans le sol.

Voici encore une observation:

Au cours de la coloration des rhizoïdes avec une solution d'iode en KJ, je n'ai jamais observé la couleur violette de l'amidon, tandis que dans les cellules voisines du point d'insertion des rhizoïdes, j'ai constaté la présence de granulations d'amidon colorées, de même que j'ai retrouvé la couleur violette, caractéristique de l'amidon, dans les cellules filamenteuses des algues vertes qui se trouvaient par hasard dans la préparation. Donc, dans les cellules du rhizoïde, il n'y a pas d'amidon, ce qui n'a rien d'étonnant, car le rhizoïde, tout au moins dans les stades jeunes où j'ai pu les observer, ne sont ni des organes d'assimilation, ni des organes d'emmagasinement des matières nutritives.

LITTÉRATURE:

Bierberg W.: Die Bedeutung der Plasmarotation für den Stofftransport in den Pflanzen. *Flora* 99., p. 52. 1909.

Collander R.: Der Zellsaft der Characeen. »Protoplasma«, 25., 1936.

Linsbauer K.: Über eigenautlge Zellkerne in *Chara*-Rhizoiden. *Österr. Bot. Zeitschrift*. 76., 1927.

Oltmanns Fr.: *Morphologie und Biologie der Algen*. III. 1923.

Richter J.: Über Reaktionen der Characeen auf äussere Einflüsse. *Flora*, 78. 1894.