

Zeitschrift: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 3 (1908)

Heft: 1

Artikel: Les mucorinées de la Suisse

Autor: Lendner, A.

Kapitel: Importance taxonomique des organes végétatifs et reproducteurs

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-821056>

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: 24.04.2026

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

Importance taxonomique des organes végétatifs et reproducteurs.

Les différents organes des Mucorinées peuvent être tour à tour pris en considération pour établir les affinités entre les familles, les genres et les espèces. Mais il convient de choisir ceux qui offrent un intérêt réel pour la classification et de leur donner dans chaque cas l'importance qu'ils comportent. En effet, un caractère, pris à part, peut être de premier ordre dans certains cas, et devenir insuffisant dans d'autres. C'est pour cela que nous allons passer en revue les différents organes et discuter leur valeur taxonomique; nous préciserons en même temps certains termes adoptés dans ce travail.

Germination des spores, Mycélium. Comme il a été indiqué plus haut, il faut, pour étudier la germination des spores et la formation du mycélium, les observer en chambres humides de Ranvier.

Avant leur germination (fig. 1 *b*), les spores gonflent, leur diamètre augmente du double ou davantage. Le contenu protoplasmique d'abord dense, devient plus grossièrement granuleux, puis fortement vacuolisé. La cellule donne naissance à une ou plusieurs ramifications qui peuvent à leur tour se ramifier (fig. 1 *c*, *d*, *e*). Le mycélium ainsi formé aura des branches très régulièrement disposées (fig. 2), comme cela se voit dans le *M. pirelloïdes*.

D'un tronçon principal partent alternativement à droite ou à gauche des ramifications dont les rameaux se distribuent régulièrement de façon à occuper utilement toute la surface du milieu; dans les premiers stades du développement du mycélium, les rameaux ne se font pas concurrence, c'est-à-dire qu'ils n'empiètent pas sur le terrain de leur voisin.

Dans une même espèce, le mycélium prend des aspects très différents selon le milieu de culture. Chez *Mucor pirelloïdes*, par exemple,



Fig. 1. Germination des spores d'*Absidia Lichtheimi*.

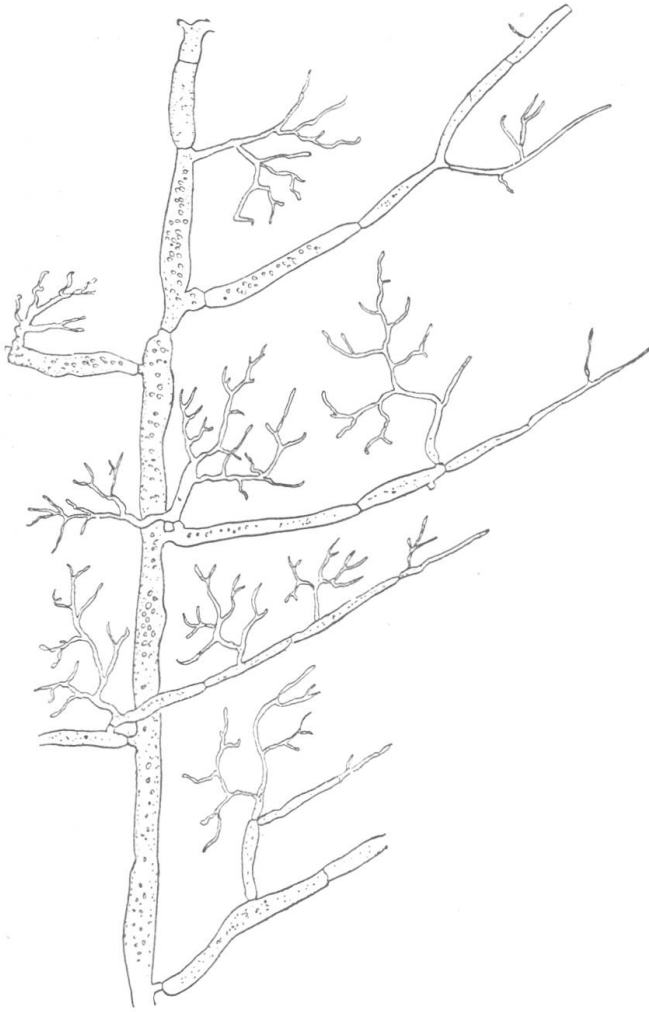


Fig. 2. Mycélium du *Mucor pirelloïdes* cultivé dans du vin privé d'alcool et gélatinisé.

contre la membrane; ils peuvent être mis en évidence au moyen du vert méthyle acétique ou de l'hématoxyline (fig. 4). On constate facilement le mouvement protoplasmique à l'intérieur du filament mycélien.

Le mycélium ne fournit pas souvent des caractères assez saillants pour que l'on puisse les utiliser pour la classification, car sa forme varie beaucoup selon les milieux; de plus, d'autres caractères plus apparents suffisent la plu-

le mycélium s'est mal développé dans le vin privé d'alcool et laissé liquide (fig. 3). La membrane présente des épaisissements très curieux, elle se gélifie intérieurement, en poussant des callosités qui rétrécissent très irrégulièrement le boyau du filament. Ces épaisissements internes rappellent ceux que l'on observe dans certaines algues Siphonées, les *Codium*, par exemple.

Au point de vue histologique, le protoplasma présente un grand nombre de vacuoles, et souvent des gouttelettes d'huile.

Les noyaux nombreux sont surtout disposés à la périphérie,

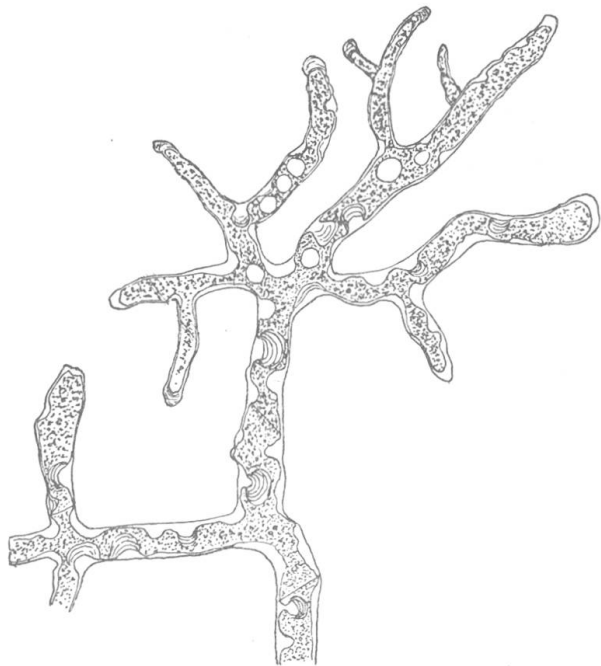


Fig. 3. Mycélium du *M. pirelloïdes* dans le vin privé d'alcool et liquide.



Fig. 4. Mycé-
lium du
*Mucor spi-
nescens*,
traité par le
vert méthyle
acétique.

nescent et un mycélium non spinescent immergé dans le milieu de culture. Ce caractère, comme l'a démontré Vuillemin¹⁾, n'est pas général à tout le genre et ne pourra pas servir à le caractériser. Certaines espèces, néanmoins, se distinguent des autres justement par l'absence de ce mycélium spinescent (Ex. *S. chalybeus*).

Le mode de germination des spores pourra dans certains cas être utilisé pour la différenciation des genres.

part du temps à caractériser une espèce. Cependant chez *Spinellus*, plusieurs espèces ont un mycélium aérien spi-

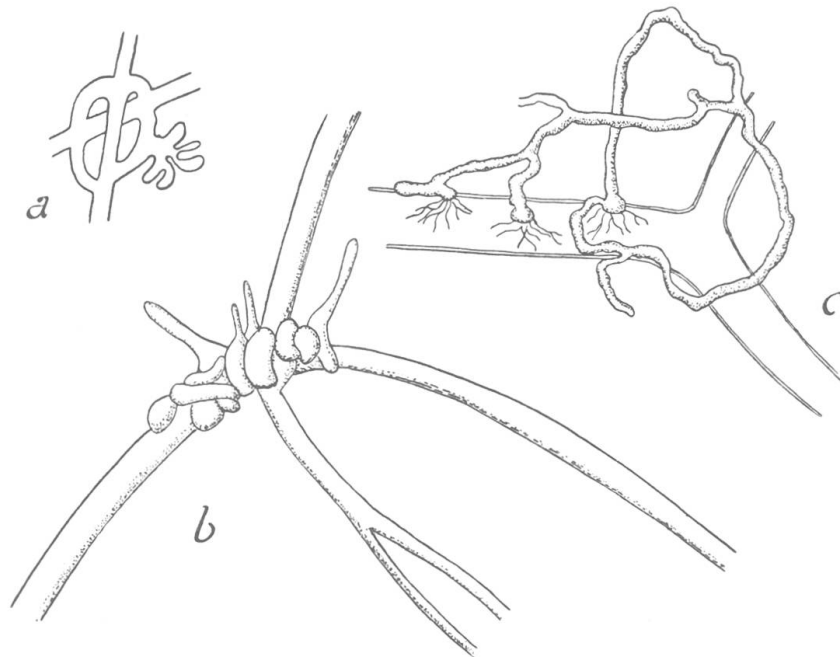


Fig. 5.

- a. Anastomoses de tubes mycéliens chez *Mortierella nigrescens*, d'après V. Tieghem.
b. Id. chez *Mortierella Bainieri*.
c. Suçoirs du *Piptocephalis Freseniana* d'après Brefeld.

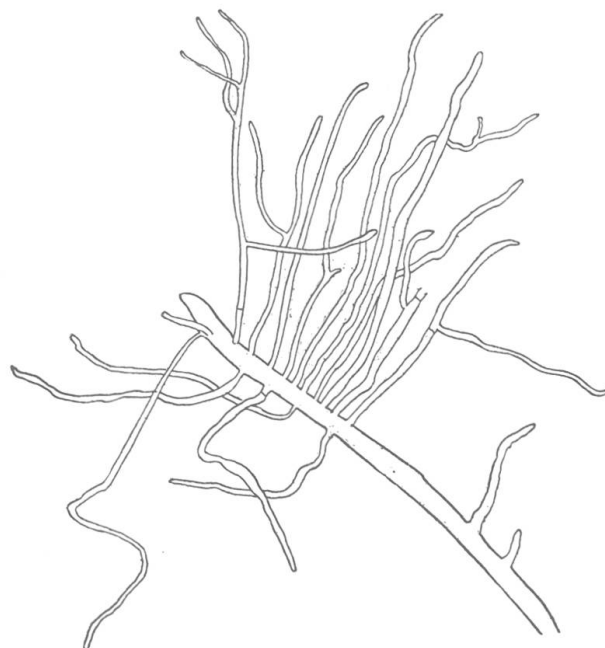


Fig. 6. Rhizoïdes d'*Absidia Lichtheimi*.

¹⁾ Vuillemin. Ann. mycologici. Vol. II, N° 1, 1904.

Suçoirs et anastomoses. Les Mucorinées parasites produisent au contact de leur hôte des filaments mycéliens de forme particulière. Ce sont tantôt des prolongements digitiformes ou spiralés qui, comme des crampons, entourent les filaments de l'hôte (fig. 5 b), tantôt ce sont de véritables suçoirs qui pénètrent à l'intérieur du filament attaqué et de là poussent des hyphes mycéliennes très grêles, rhizoïdi-formes. C'est ce dernier cas qui est réalisé chez *Piptocephalis* (fig. 5, c).

Bainier a signalé chez *Mucor parasiticus* (fig. 24) (= *Parasitella simplex*) des tubérosités qui se forment au point de contact avec l'hôte. La plante attaquée répond à l'excitation produite par le parasite, en émettant des prolongements digitiformes qui emprisonnent la tubérosité comme le feraient les doigts d'une main.

Chez *Mortierella*, les filaments mycéliens forment des anastomoses dès qu'ils se trouvent au contact les uns des autres; il en résulte une structure en réseau très particulière caractérisant les espèces de ce genre (fig. 5 a). Les anastomoses ne doivent pas être confondues avec les suçoirs des parasites. Elles offrent l'avantage pour le champignon de répartir plus rapidement et uniformément les substances nutritives absorbées.

Nature chimique de la membrane des Mucorinées. D'après Mangin¹⁾, la membrane des Mucorinées montre quelques particularités qui les font distinguer des autres champignons. Le mycélium, ainsi que les filaments sporangifères sont constitués de deux substances. L'une, la *cellulose*, est abondante à la partie interne; l'autre, une substance qui possède les réactions des composés pectiques, forme la partie externe de la membrane, celle où sont fixés les cristaux d'oxalate de calcium.

La *callose*, assez abondante chez la plupart des champignons, ne se rencontre chez les Mucorinées que dans les membranes diffluentes des sporanges, soit dans toute son étendue (*Mucor*, *Phycomyces*, *Mortierella*, *Thamnidium*, etc.), soit partiellement (*Pilobolus*). La membrane des *Mucor* et *Phycomyces* se gélifie rapidement au contact de l'ammoniaque, lorsqu'on les a soumis à l'action préalable des acides. Celle des *Syncephalis* et *Piptocephalis* résistent plus longtemps.

Rhizoïdes et stolons. Les stolons représentent des filaments du mycélium aérien rampant à la surface du substratum et s'y implantant de distance en distance au moyen de rhizoïdes. Ces derniers sont constitués par de nombreux filaments courts qui partent d'un point déterminé. Ils sont simples ou ramifiés et ce fait peut à l'occasion servir à identifier une espèce.

¹⁾ Mangin, Comptes rendus, 4 déc. 1903.

On considère parfois aussi la position des rhizoïdes par rapport à l'insertion des sporangiophores. Ainsi chez les *Rhizopus*, les sporangiophores naissent sur le stolon, vis-à-vis des rhizoïdes, tandis que chez *Absidia* ils naissent à une certaine distance. Ce caractère si tranché venant s'ajouter au fait que les sporanges sont de formes différentes dans les deux genres, on conçoit qu'il n'y ait entre eux aucun lien de parenté, même dans les formes aberrantes.

Lorsque dans une culture d'*Absidia Lichtheimi*, l'extrémité d'un stolon vient à toucher les parois humides du flacon de culture (fig. 6), il se forme au point de contact et de chaque côté du stolon, des filaments rhizoïdaux ramifiés ou cloisonnés.

J'ai également observé des formations de rhizoïdes à l'extrémité stérile du sporangiophore de *Circinella minor* (fig. 7). Ces rhizoïdes ramifiés à rameaux très serrés ont des extrémités aplaties ou évasées et rappellent soit les racines crampons, soit les vrilles de certaines plantes grimpantes. L'analogie est rendue plus complète par le fait que les filaments sporangifères des *Circinella*, trop grêles pour pouvoir se dresser d'eux-mêmes, s'enchevêtrent les uns dans les autres en se soutenant mutuellement comme cela arrive chez certaines plantes grimpantes (chez *Galium aparine* par ex.).

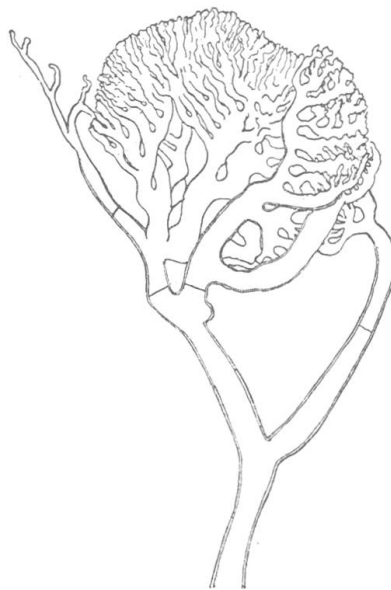


Fig. 7. Rhizoïdes-crampons du *Circinella minor*.

Les rhizoïdes, comme c'est le cas pour les algues, remplissent plus fréquemment le rôle d'organes de fixation que d'organes de nutrition.

Sporangiophores. On nomme ainsi les filaments qui portent les sporanges; ils se dressent sur le mycélium et sont toujours aériens. Van Tieghem¹⁾ pense que leur apparition est liée à la présence de l'air; ce que Klebs²⁾ démontre comme étant inexact, les sporanges se formant très bien dans des cultures dans lesquelles l'air est raréfié. Pour lui, la vraie cause est l'état hygrométrique; dans l'air, la transpiration plus grande permet l'apparition des organes reproducteurs. Sans nier la justesse des observations de Klebs, pour les espèces mises en expérience, Bachmann³⁾, dans son étude du *Mortierella van Tieghemi*, est d'avis que, pour cette espèce, la transpiration n'est pas le motif qui permet la formation des sporanges, mais que nous ne

¹⁾ Van Tieghem, Ann. des Sc. nat., série 5, t. 17, 1873.

²⁾ Klebs, Jahrbuch f. wissenschaft. Bot., Bd. 32, Heft 1, 1898.

³⁾ Bachmann, Jahrbuch f. wissenschaft. Bot., Bd. 34, 1900.

sommes actuellement pas à même de tirer sur ce point des conclusions générales.

Quoiqu'il en soit, il est certain que les sporangiophores, plus différenciés que les rhizoïdes, ont une sensibilité très notable qui leur permet de réagir vis-à-vis de causes physiques externes, telles que : pesanteur, humidité, lumière, etc., et de prendre pendant leur croissance des orientations très manifestes.

Ils sont négativement hydrotropiques, ce qui leur permet d'émerger hors du liquide nutritif. Le phototropisme que l'on constate chez certaines espèces peut servir de caractère distinctif. Il en est dont la direction verticale des sporangiophores peut être complètement modi-

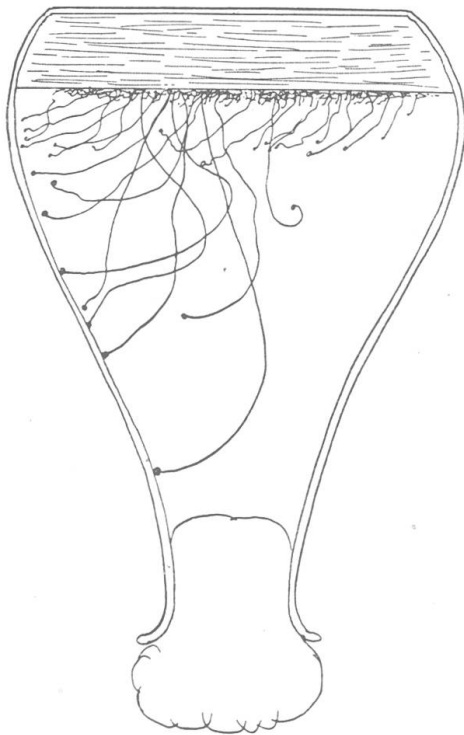


Fig. 8. Culture de *Phycomyces nitens* en vase renversé pour montrer l'existence du phototropisme et du géotropisme.

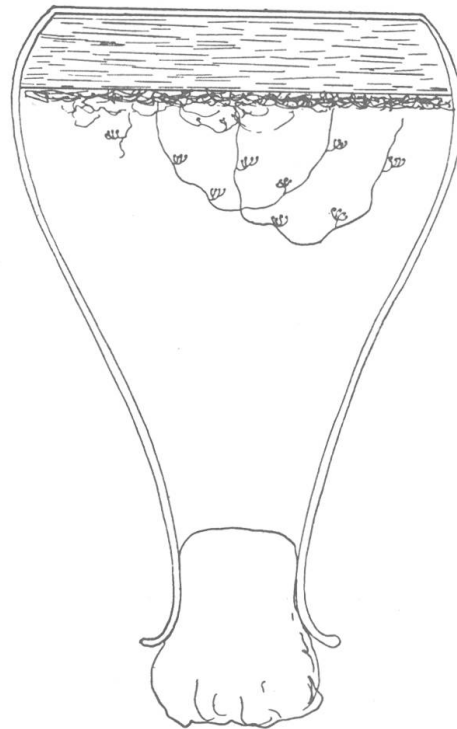


Fig. 9. Même expérience que précédemment avec *Circinella minor*.

fiée, si l'on n'éclaire la culture que d'un côté. On sait que le *Mucor Mucedo* ou mieux encore le *Phycomyces nitens* se prêtent particulièrement bien à la démonstration expérimentale du phototropisme positif.

Si l'on enseme en le *Phycomyces nitens* en milieu solide et que l'on maintienne le flacon renversé (fig. 8), on verra que dans cette position le géotropisme peut devenir positif, puis, en éclairant la culture d'un seul côté, on constate que le sporangiophore plus court se

dirige du côté de la source lumineuse. Il présente alors une courbure qui est la résultante du géotropisme et du phototropisme.

En faisant la même expérience avec une autre espèce, telle que *Circinella minor*, qui n'est pas phototropique, mais seulement géotropique, on verra que les filaments sont incapables de se redresser et forment un feutrage très serré. Certains filaments plus vigoureux ont tout d'abord constitué une guirlande pendante qui, après avoir réussi à se redresser, s'est fixée par son autre extrémité (fig. 9).

Le sporangiophore est ordinairement non cloisonné. Toutefois, lorsqu'il se ramifie, il se sépare de son rameau par une cloison basilaire, sans que cela soit cependant une règle absolue. Chez les *Mortierella*, par exemple, la ramification des sporangiophores a lieu sans cloisonnement.

La hauteur du sporangiophore dépend à la fois de la nature du milieu nutritif et de la lumière. J'ai, dans un travail antérieur¹⁾, démontré l'influence simultanée de ces deux facteurs. Il importe de tenir compte de ce fait, lorsqu'il s'agit de la détermination ou de la description d'une espèce. Ainsi le *Mucor pirelloïdes* qui s'élève à 5 cm. au-dessus du substratum, lorsque le milieu est favorable, reste rabougri et méconnaissable si la gélatine est devenue molle par le fait d'une stérilisation à une température dépassant 110°.

Nechitch²⁾ a constaté que pour le *Mucor Prainii*, la hauteur des filaments sporangifères était plus forte chez les cultures exposées à la lumière que chez celles qui étaient maintenues à l'obscurité.

Les ramifications sont tantôt parfaitement dichotomiques (fig. 10 *d*) comme chez *Sporodinia*, tantôt sympodiales ou parfois indéfinies, en grappes ou en corymbes comme c'est le cas pour le genre *Mucor*. La figure 10 montre quelques-unes des principales ramifications rencontrées chez les Mucorinées.

Sporanges. On désigne sous ce nom des vésicules dans lesquelles naissent les spores endogènes. Vuillemin³⁾ exprime le désir que ce terme ne soit appliqué qu'aux organes dans lesquels, comme chez les fougères, les spores se forment à l'intérieur d'une enveloppe cellulaire et vivante. Les sporanges des Mucorinées seraient alors appelés *sporocystes*; les spores se différenciant à l'intérieur d'une cellule multinucléée, limitée extérieurement par une simple *membrane*.

Tout en reconnaissant la justesse de cette remarque, je n'ai pu me résoudre à adopter un terme nouveau pour un organe qui, suivant

¹⁾ Lendner A. Ann. des Sc. nat., 6^e série, t. III, N° 1, 1897.

²⁾ Nechitch A. Sur les ferments de deux levains de l'Inde. Thèse Genève 1904.

³⁾ Vuillemin, Bull. Soc. de Sc. de Nancy, 1902.

un usage constant, a toujours porté le nom de sporange et je préfère sur ce point suivre la nomenclature adoptée par M. Chodat¹⁾ dans ses *Principes de Botanique*. Si on établit la comparaison avec les fougères, il faut désigner comme sporange, chez ces dernières, l'organe qui est la cellule mère des spores, c'est-à-dire le *tétrasporange*. L'organe tout entier, appelé à tort « sporange », sera un conceptacle que M. Chodat nomme *Archidie*.

Le sporange des Mucorinées est comparable alors aux tétrasporanges des algues, des fougères et des plantes supérieures.

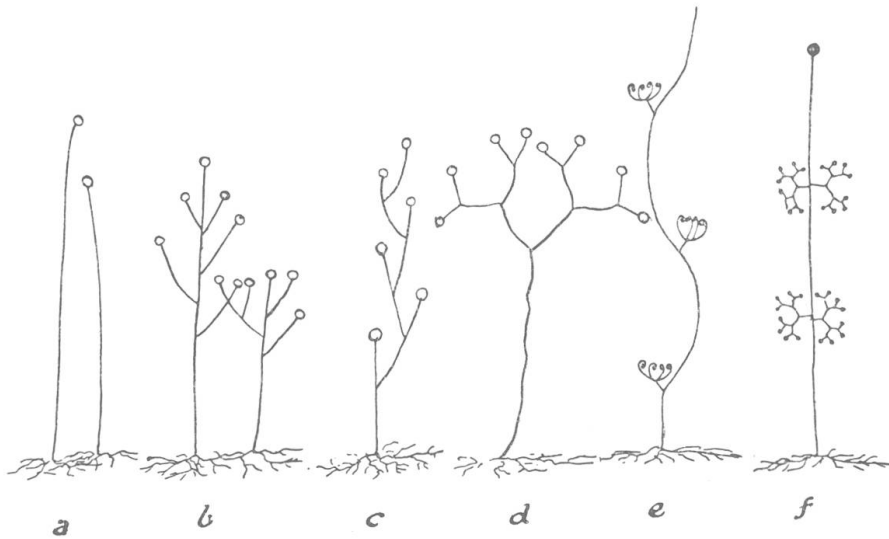


Fig. 10. Diverses formes de ramifications chez les mucorinées.

Quant à la forme des sporanges, elle peut servir à la différenciation des genres. Les genres *Absidia* et *Pirella* se distinguent par leurs sporanges piriformes, les genres *Mucor*, *Rhizopus*, *Circinella*, etc., ont, au contraire, des sporanges sphériques. Il est des cas où les deux formes existent chez la même espèce, la forme du sporange ne saurait constituer le caractère fondamental du genre. Ainsi chez *Mucor pirelloïdes* (fig. 11), les sporanges terminaux sont sphériques, tandis que les rameaux latéraux, près de la base, portent des sporanges piriformes. Il en est de même pour les sporangioles de l'*Helicostylum glomeratum* qui sont piriformes, tandis que le sporange terminal est sphérique.

La membrane, primitivement formée de cellulose, s'incrute dans la suite de cristaux d'oxalate de chaux à tel point qu'elle en devient parfois très friable; la cellulose elle-même se transforme en une substance soluble. Au moindre contact, les spinules d'oxalate se détachent,

¹⁾ Chodat R. Principes de Botanique, p. 487.

la membrane disparaît complètement et les cristaux se dispersent dans le liquide. On dit dans ce cas que la membrane est *diffuente* ou qu'elle se *délite*. La diffuence est encore facilitée par le fait de l'existence d'une substance interstitielle qui gonfle au moindre contact de l'eau. Lorsque la membrane se *cutinise*, elle persiste plus ou moins complètement. Dans certains cas, comme chez *M. racemosus*, elle se déchire en morceaux, ou ne diffuse qu'à la partie supérieure du sporange en laissant, autour de la columelle, une *collerette* irrégulière; il en est ainsi chez *Circinella* (fig. 15, h).

Les sporanges accessoires ou *sporangioles*, que l'on trouve fréquemment sur des pédicelles ramifiés, ont généralement des membranes *persistantes*. Dans ce cas, le sporangiole se détache du pédicelle et tombe en entier. On dit qu'il est caduc. La présence de sporangioles ne caractérise pas seulement les genres *Thamnidium*, *Helicostylum* et *Chaetostylum*, on les rencontre aussi chez les *Mucor*.

Le *M. agglomeratus* en est un exemple. Les sporangioles peuvent apparaître parallèlement dans plusieurs genres, mais il serait téméraire de vouloir tirer de là, dans tous les cas, des conclusions sur leurs degrés de parenté.

On observe souvent dans une culture, à l'endroit où l'on a effectué l'ensemencement, que les filaments naissent serrés et se gênent mutuellement; les sporanges restent alors petits chez quelques-uns

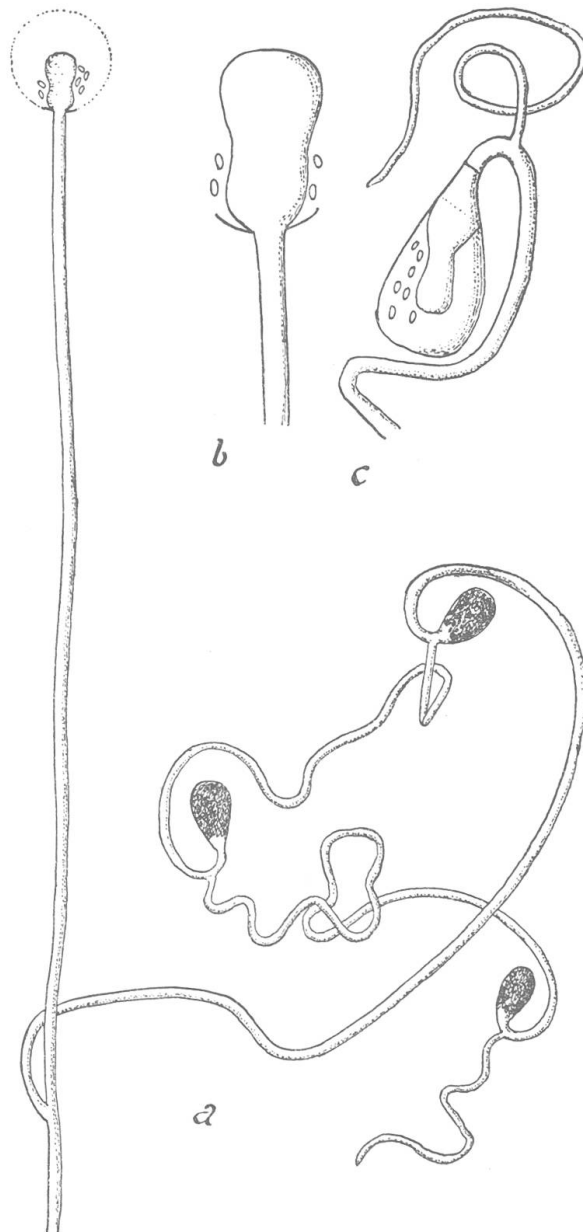


Fig. 11. *Mucor pirelloïdes* présentant à la fois des sporanges sphériques et piriformes.

d'entre eux, la columelle disparaît, le nombre des spores se réduit à une seule. On sait que Brefeld a basé sur ce fait sa théorie de la transformation du sporange en conidie.

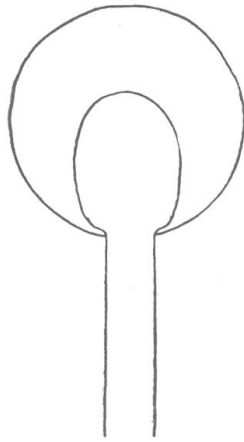


Fig. 12. Columelle libre.

Columelles. Au point de vue taxonomique, la columelle est un organe de première importance. Il faut considérer : 1° les rapports qu'elle présente avec la membrane ; 2° sa forme ; 3° les aspérités du sommet.

1° *Rapports de la columelle avec la membrane du sporange.* Vuillemin¹⁾ distingue trois cas possibles :

Dans le premier (fig. 12), le renflement columellaire est indépendant du sporangiophore et de la membrane. Je proposerai le terme de « *columelle libre* » pour désigner cette forme qui caractérise le *Mucor Mucedo* par exemple.

Dans le deuxième cas (fig. 13), au contraire, la columelle est adhérente à la membrane du sporange par sa base aplatie. C'est ce que les auteurs allemands nomment « *aufsitzend* », je l'appellerai columelle « *susjacente* ».

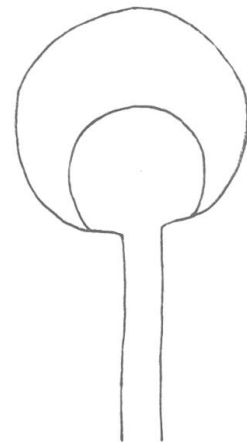


Fig. 13. Columelle susjacente.

Dans ces deux premiers cas, la columelle est indépendante du sporangiophore, elle est nettement séparée par zone où se fait un renflement brusque.

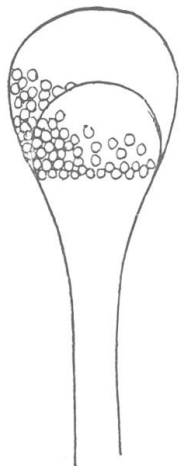


Fig. 14. Columelle infundibuliforme.

Dans le troisième cas, par contre (fig. 14), le sporangiophore s'élargit insensiblement en une columelle dont la base est *infundibuliforme* ; lorsque le sporange est encore entier, on voit les spores ne recouvrir que la moitié supérieure de la columelle ; la partie inférieure forme une *apophyse*.

2° *Au point de vue de la forme*, la columelle peut être *sphérique, hémisphérique, ovale, ovale déprimée, piriforme, panduriforme, conique, cylindro-conique*. Un coup d'œil sur les croquis suivants (fig. 15) donnera une idée plus exacte qu'une description.

3° *Les aspérités.* Le sommet de la columelle hémisphérique présente parfois un simple bouton ; elle est alors dite *mam-*

¹⁾ Vuillemin, Recherches sur les Mucorinées saccharifiantes. Revue mycol., vol. XXIV, N° 94, avril 1902, p. 17.

miforme (ex. *Absidia Orchidis*), ou un prolongement terminé par une boule comme chez *A. spinosa* (fig. 15, *k*). Mais les aspérités peuvent être plus nombreuses, c'est ce qui se voit chez *Circinella aspera* (fig. 15, *h*) et *Mucor plumbeus* (fig. 15, *l*): la columelle est *spinescente*.

La columelle peut se détacher en même temps que le sporangiole, lorsque celui-ci est caduc, c'est ce qui a lieu dans le genre *Pilobolus*. Enfin l'absence de cet organe caractérise la famille des *Mortierellées* comprenant les genres *Mortierella* et *Herpocladiella*.

Spores. On réserve ce nom aux éléments d'origine endogène qui prennent naissance à l'intérieur des sporanges. Leur forme et leur

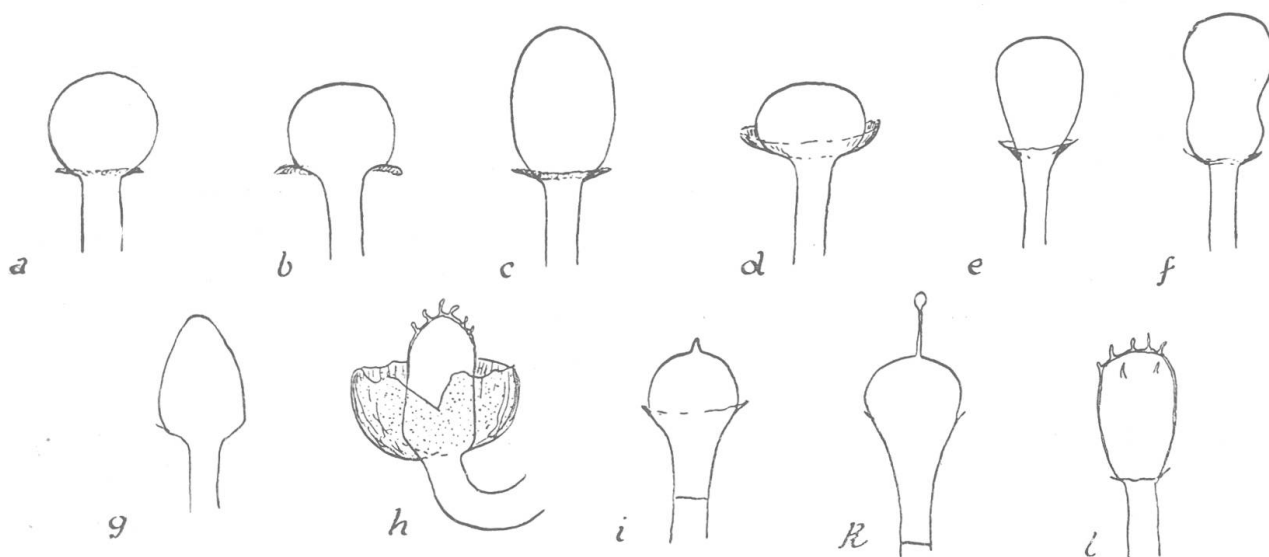


Fig. 15. Diverses formes de columelles: *a* = sphérique, *b* = id. avec collerette persistante, *c* = ovale, *d* = ovale déprimée, *e* = piriforme, *f* = panduriforme, *g* = conique, *h* = cylindro-conique, *i* = mammiforme, *k* et *l* = spinescente.

grandeur sont parfois très variables, dans un même genre, quelquefois même chez une seule espèce. Il en est ainsi pour le genre *Mucor*, où nous voyons chez quelques espèces ces dimensions ne pas dépasser 2—3 μ et chez d'autres atteindre jusqu'à 30 μ de longueur. Aussi lorsqu'on se trouve en présence de champignons de ce genre est-il de toute nécessité de prendre les mesures exactes des dimensions des spores. Une description dans laquelle ce point aurait été négligé est très sujette à caution. Chez les *Absidia*, le diamètre des spores est assez uniforme, il vacille entre 3 et 4 μ en moyenne et ne dépasse jamais 10 μ ; mais, bien que ces dimensions dans certaines espèces voisines soient très rapprochées, elles peuvent cependant servir à les différencier.

La membrane des spores est généralement lisse, plus rarement sculptée, striée longitudinalement ou spinulée comme chez *Rhizopus*.

Quant à la teinte, elle est généralement pâle chez *Mucor*, très foncée chez *Rhizopus*, gris d'ardoise chez *Circinella*, etc. On aura fréquemment recours à ce caractère très commode pour la distinction des genres.

La réfringence des spores, souvent très forte, varie selon l'état de germination et peut même faire défaut à ce moment.

Les spores présentent une grande variété de formes, de la forme *ronde*, *ovale*, à celle *en fuseau* (*Spinellus fusiger*), ou *polyédrique* (*Rhizopus*).

L'origine des spores dans le sporange est une question qui offre un intérêt général au point de vue de la formation des cellules. Les auteurs tels que Unger¹⁾, Thuret²⁾, Brefeld³⁾, Büsgen⁴⁾, Léger⁵⁾, Harper⁶⁾, etc., ne sont pas complètement d'accord sur le processus de cette formation.

Pour Brefeld, les spores ne se touchent pas, mais sont séparées, dans le sporange, par une substance intersporaire qui joue un rôle au moment de la déhiscence.

Büsgen, étudiant *Mucor Mucedo*, voit le protoplasma du jeune sporange se couper en portions polyédriques égales, limitées par des membranes à structure granuleuse (*Körnerplatten*). Le cloisonnement se continue jusqu'à ce que les polyèdres aient atteint à peu près le volume des futures spores. Plus tard, les « Körnerplatten » se gélifient et à leur place apparaît une substance hyaline séparant les jeunes spores. Enfin les membranes de ces dernières s'étant constituées, il ne reste pas, contrairement à ce qu'indique Brefeld, de substance intersporaire.

A la suite des travaux de Léger (qui a étudié les genres: *Sporodinia*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Chaetocladium*, *Thamnidium*, *Pilobolus*, *Pilaria*, *Mortierella*, *Syncephalis* et *Piptocephalis*), Harper, employant une technique plus perfectionnée, parvient à élucider la question de l'origine des spores chez *Pilobolus* et *Sporodinia*.

Dans le protoplasma multinucléé du jeune sporange de *Pilobolus* se forment des vacuoles disposées en un dôme interne au-dessous duquel se découpera la columelle. Les vacuoles à contour anguleux s'allongent en découpant progressivement des portions de protoplasma

¹⁾ Unger. Linnaea, 1843.

²⁾ Thuret. Ann. des Sc. nat., III, t. 14, 1850.

³⁾ Brefeld. Botanische Untersuchungen (M. Mucedo).

⁴⁾ Büsgen. Die Entwicklung der Phycomycetensporangien (Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot., Bd. XIII, Heft 2, 1882).

⁵⁾ Léger. Recherches histologiques sur les mucorinées (1897).

⁶⁾ Harper. Cell. division in Sporangia and Asci. Annals of Botany V, XIII, p. 467—525, 1899.

uninucléées (les *protospores*). A l'intérieur des protospores, le noyau primitif se divise en deux puis en plusieurs nouveaux noyaux qui se disposent régulièrement aux deux extrémités. La protospore se divise ensuite plusieurs fois jusqu'à la formation des spores binucléées. A la place des vacuoles se trouve une substance interstitielle.

Le second type (*Sporodinia*) montre assez d'analogie avec le précédent, c'est-à-dire que les vacuoles, en s'allongeant, découpent aussi des portions de protoplasma qui sont l'homologue des « protospores » du *Pilobolus*; cependant ces portions, qui sont plurinucléées et à nombre variable de noyaux, se différencient directement en spores. Harper n'a pas décelé de substance intersporaire dans les sporanges.

Il résulte de ces observations que les spores de Mucorinées peuvent prendre naissance à la suite d'un « clivage » plus ou moins prononcé du protoplasma. S'il n'est pas poussé très loin chez *Sporodinia* (*restricted cleavage*), il est, par contre, plus complet chez *Pilobolus* (*complete cleavage*).

Chlamydo-spores. Ce sont des cellules naissant sur le parcours d'un filament mycélien ou d'un sporangiophore et qui demeurent isolées, s'entourent d'une membrane épaisse pour se détacher, dans la suite, du filament qui se dessèche. On doit les envisager comme de véritables kystes. Le *Mucor racemosus* se prête particulièrement bien à leur étude, car chez lui les chlamydo-spores se forment aux dépens de n'importe quel filament (fig. 16).

Les cloisons qui précèdent la formation des chlamydo-spores, sont le plus souvent transversales. Mais il est des cas où l'on voit apparaître une paroi longitudinale en forme de verre de montre (fig. 16 *a.*); la cellule ainsi découpée isole à son tour la chlamydo-spore en la limitant entre deux parois parallèles, perpendiculaires au filament sporangifère.

D'autres fois c'est à la suite de deux cloisonnements obliques et perpendiculaires entre eux que se détache la cellule de la chlamydo-spore qui prend dans ce cas la forme tétraédrique (fig. 16 *b.*).

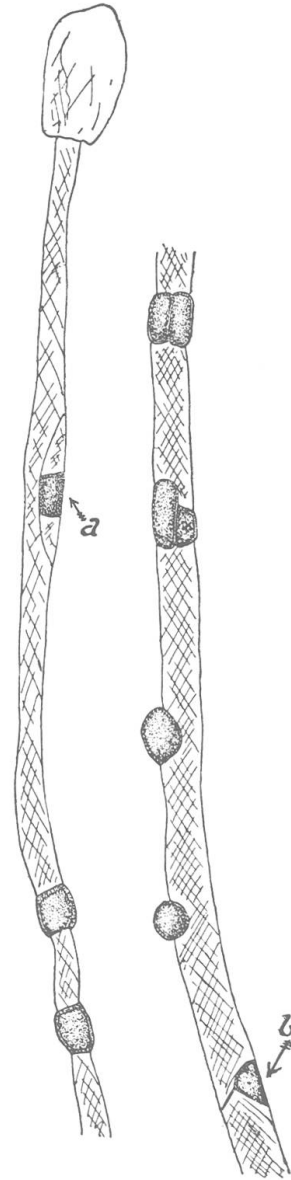


Fig. 16.
Chlamydo-spores du
Mucor racemosus.

On observe aussi cette formation sur le sporange, notamment aux dépens de la columelle.

Lorsqu'elle se produit sur le mycélium, la chlamydospore est ordinairement plus régulière, ovale, quoique de dimensions variables. Dans chaque cas, le contenu est très fortement granuleux, réfringent; les matières de réserve sont représentées par des gouttelettes d'huile.

La présence ou l'absence de ces cellules, la facilité avec laquelle elles se forment souvent, permettent de différencier nettement certaines espèces. Conservant longtemps leur faculté germinative, elles constituent des organes de reproduction très précieux.



Fig. 17. Oïdiospores et chlamydo-spores du *Mucor Prainii* (d'après Chodat, Principes de Botanique).

Spores en oïdium, gemmes. On observe que dans les solutions sucrées les extrémités des filaments du mycélium peuvent se cloisonner et former de cette manière une série d'articles disposés en cha-pelets. Les cloisons se formant en séries basipètes, les cellules les plus anciennes terminales dédoublent leurs membranes mitoyennes qui se décollent en partie; elles s'arrondissent et se détachent même du filament. On les nomme *oïdiospores* ou *spores en oïdium* (fig. 17). Elles peuvent, au contact du milieu sucré, se mettre à germer en plusieurs points en donnant des hernies ou bourgeons semblables à

celles que l'on voit chez les levures (fig. 18). Cette forme du champignon a été nommée *ferment sphérique* ou *gemmes*. La première de ces dénominations rappelle le rôle physiologique de ces cellules, qui consiste à décomposer le glucose en alcool et en anhydride carbonique, à la façon des levures. Cependant cette forme sphérique bourgeonnante n'est pas nécessairement liée à une fermentation, car d'après Bainier¹⁾ cette disposition du thalle peut exister également dans des milieux non fermentescibles et Wehmer²⁾ d'autre part a constaté la fermentation sous l'action de thalles filamenteux. C'est pour cette raison que l'on préfère le terme de *gemmes* pour désigner les formes sphériques. Malheureusement ce terme prête à confusion, le même mot en allemand désignant les chlamydo-spores³⁾.

On trouve du reste tous les stades de transition (fig. 17) entre chlamydo-spores, oïdiospores et gemmes.

Stilospores et conidies Les stilospores ont été observées par van Tieghem dans le genre *Mortierella*. Ce sont des cellules isolées sur le filament mycélien et fixées latéralement sur un petit pédicelle ou *stérigmate*. Leur présence est intéressante à constater chez des Mucorinées sporangiophorées; car chez les conidiophorées, ce mode de reproduction est devenu la règle. Les stilospores sont, en effet, assez semblables aux *conidies*, qui ne sont que des productions exogènes portées à l'extrémité d'un filament ou à la surface d'une tête. Il y a chez les Mucorinées, antagonisme entre la production de spores et de conidies. Chez les *Choanéphorées*, qui sont à la limite des deux groupes, les sporanges sont rares, chez d'autres familles (*Céphalidées*) ils n'existent plus.

La signification des conidies chez les *Céphalidées* est un point discuté. Brefeld, en étudiant les *Piptocephalis*, considère chaque baguette fixée à la surface de la petite tête caduque comme une conidie

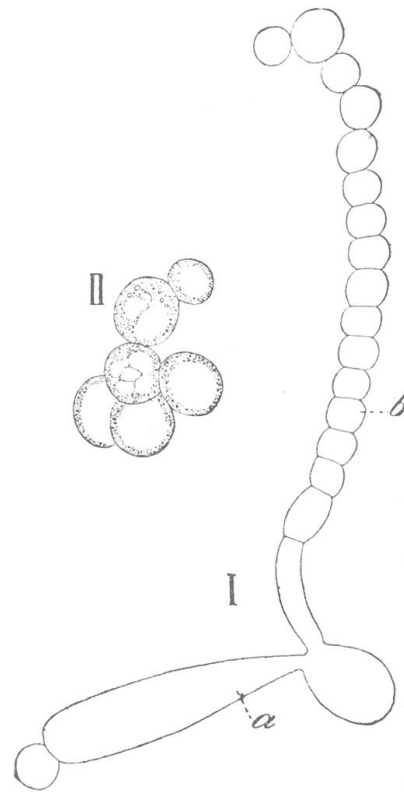


Fig. 18.
I Oïdiospores, II gemmes du *Mucor racemosus* (d'après Chodat, Principes de Botanique).

¹⁾ Bainier, Ann. des Sc. nat., 6^e série, t. XV, 1883.

²⁾ Voir Vuillemin, Recherches sur les mucorinées saccharifiantes, p. 5.

³⁾ Fischer-Rabenhorst, Kryptfl. Deutschlands etc.

qui se désarticulerait. Chaque fragment remplit le rôle d'une spore et serait un fragment d'une conidie pluricellulaire. Pour van Tieghem, au contraire, chaque baguette représente un sporange allongé formant dans son intérieur des spores superposées. L'étude de la membrane poursuivie par Mangin¹⁾ nous révèle un fait qui, semble-t-il, parle en faveur de la théorie de van Tieghem; la membrane de chaque article de la baguette est formée de deux couches chimiquement différentes, la couche la plus profonde est formée de callose, l'externe est un mélange de cellulose et de composés pectiques. Mangin en conclut que les articles sont des spores formées à l'intérieur d'un sporange qui se désarticule comme le feraient certaines gousses lomentacées. Cependant Vuillemin²⁾ objecte avec raison qu'il n'est pas possible de trouver dans une baguette de *Céphalidée* deux tissus vivants distincts, comme celui du fruit et de la graine; c'est le même protoplasma qui a fabriqué les calottes celluloso-pectiques raccordées à la gaine primitive et la couche profonde de la membrane de la spore. Toutefois il refuse d'attribuer aux segments la valeur de conidies, parce qu'elles se différencient simultanément. Il compare les baguettes à des diverticules d'un sporange de *Mucor*, et les appelle *mérisporocystes*.

Quoiqu'il en soit, les articles des bâtonnets se comportent comme des conidies; ils gonflent, s'arrondissent et germent en poussant un filament mycélien ramifié. La conception de Brefeld est encore la plus simple, la désarticulation des bâtonnets en conidies est du reste un fait que l'on peut comparer à ce qui arrive chez certaines algues filamenteuses.

Zygosporos et sexualité des Mucorinées.

Généralités. Morphologie.

On sait que l'étude des zygosporos chez les Mucorinées constitue un chapitre de mycologie particulièrement intéressant et qu'elle a provoqué de la part des botanistes de nombreux travaux, soit au point de vue morphologique, histologique ou physiologique. Il reste néanmoins bien des points à éclaircir, surtout en ce qui concerne les phénomènes plus intimes, ceux de l'étude des noyaux et du protoplasma.

Avant de donner, sur ce sujet, les résultats de mes recherches, je veux exposer, à grands traits, les travaux faits précédemment.

¹⁾ Mangin. Observations sur la membrane des Mucorinées. Journal de Botanique, t. 13, 1899.

²⁾ Vuillemin. *Les Céphalidées*. Bull. Soc. Nancy, 3^e série, vol. 3, 1902.