

# Les pseudo-synapses dans la forme mycélienne du *Sporotrichum schenckii*

(Hetkoen et Perkins 1900)

par Monique THIBAUT

*Laboratoire de Parasitologie et de Mycologie (P<sup>r</sup> M. LARIVIÈRE)  
Unité des Cordeliers, 15, rue de l'École de Médecine, F 75 - Paris (6<sup>e</sup>)*

## *Résumé*

La structure fine des cultures de la phase mycélienne du *Sporotrichum schenckii* (Hetkoen & Perkins, 1900), a été étudiée au microscope électronique. Les hyphes ont été fixées à la glutaraldéhyde, suivie de post fixation osmique, au permanganate de potassium et au tétroxyde d'osmium. Le matériel a été inclus dans les résines époxy. La présente note décrit quelques observations sur l'ultrastructure de l'appareil « pseudo-synaptique » et des corps de Woronin chez ce Champignon.

## *Summary*

Mycelial cultures of *Sporotrichum schenckii* (Hetkoen & Perkins, 1900), were studied in their fine structure with the electron microscope. Hyphae were fixed with glutaraldehyde followed by osmium tetroxyde, with potassium permanganate, and with osmium tetroxyde. They were embedded in epoxy resin. The present paper describes some observations in the fine structure of « pseudo-synapsis » apparatus and of the Woronin bodies of this fungus.

Nous exprimons notre vive reconnaissance à M. le Professeur G. Mangelot, qui nous a accueillie dans son service et permis de travailler sur un de ses microscopes électroniques. Nous disons toute notre gratitude à M<sup>lle</sup> Cécile Delay, pour ses précieux conseils. Nous remercions M. Sylvain Halpern et M<sup>lle</sup> Julienne Darmanaden de leur collaboration technique.

Poursuivant nos recherches sur la forme mycélienne du *Sporotrichum schenckii* (H et P), plusieurs observations nous ont permis de constater la présence d'un appareil « pseudo-synaptique » dans les filaments mycéliens.

### Matériel et méthodes.

Nous avons travaillé sur la phase mycélienne du *Sporotrichum schenckii* cultivé à 20°, sur milieu au moût de bière gélosé. Les extrémités distales des hyphes ont été fixées cinq et six jours après l'ensemencement.

Les fixateurs suivants ont été utilisés :

— glutaraldéhyde à 5 % dans le tampon phosphate, de pH 7,4 pendant 15 heures entre 0 et 4° ; post fixation osmique à 2 % dans le tampon acétate-véronal, de pH 7,4 entre 0 et 4°, pendant une heure ;

— glutaraldéhyde à 5 % dans le tampon phosphate, pendant deux heures entre 0 et 4° ; post fixation osmique comme indiqué ci-dessus ; pendant une heure trente, entre 0 et 4° ;

— tétroxyde d'osmium à 2 % en solution tamponnée acétate-véronal, de pH 7,4,

— permanganate de potassium à 0,60 %, dans le tampon acétate-véronal, de même pH, une heure entre 0 et 4°.

Après déshydratation et passage dans l'oxyde de propylène, le matériel a été inclus, soit dans l'araldite, soit dans l'épon (Technique de Luft, 1961).

Les coupes ont été faites à l'aide d'un ultramicrotome Sorvall Porter Blum MTI, muni de couteaux de verres, contrastées par l'acétate d'uranyle à saturation pendant vingt minutes et le citrate de plomb pendant cinq minutes.

Les préparations ont été examinées au microscope électronique JEM 100 U JEOLCO et à l'Elmiskop I Siemens.

### Résultats.

L'observation au microscope électronique, nous a montré, chez le *Sporotrichum schenckii* (H et P), l'existence d'un appareil « pseudo-synaptique » dans les hyphes.

#### 1° LOCALISATION.

Le mycélium cloisonné présente un pore unique au centre de chaque septum. Au niveau de ce pore, se trouvent constamment des structures complexes, que nous allons décrire.

#### 2° DESCRIPTION.

Le pore est recouvert de chaque côté, par un disque sombre de forme convexe, aminci sur les bords, dont les limites sont en fait assez imprécises. Entre les deux disques et perpendiculairement à eux, s'observent de fins trabécules. Ils sont très nets dans l'espace clair qui les sépare ; ils paraissent les traverser, puis s'épanouir en une courte gerbe évasée, à l'extérieur des disques, dans le cytoplasme de l'un et l'autre des articles contigus. L'ensemble évoque l'image d'une bobine à fil vide, fortement

tassée ou celle de la gorge d'une poulie. Le plasmalemme, qui s'invagine au niveau du pore, contourne le bord de celui-ci, en s'insinuant entre ce bord et celui de chacun des disques. Il y a ainsi continuité du plasmalemme, au niveau du pore, d'une cellule à l'autre.

De part et d'autre de cet appareil « pseudo-synaptique » central, qui occupe le pore, nous avons noté des granules arrondis, sombres et denses aux électrons. Ils correspondent à ce que divers auteurs ont appelé corps de Woronin (1). Ils sont, en

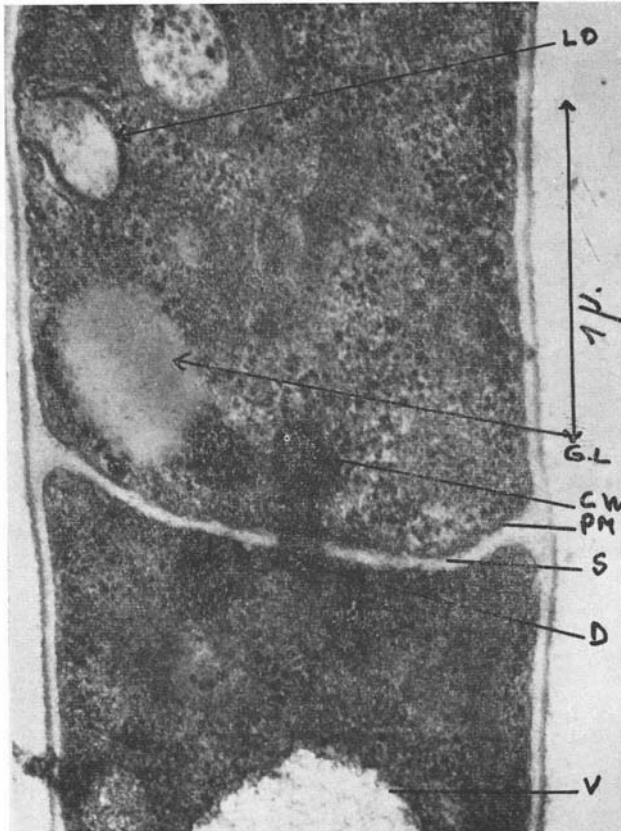


FIG. 1. — Coupe longitudinale d'une hyphe du *Sporotrichum schenckii*. X 48.000. Fixation: glutaraldéhyde, tétroxyde d'osmium; Contrastation: acétate d'uranyle, citrate de plomb

Au niveau du pore septal, on voit l'appareil pseudo-synaptique, composé de deux disques traversés par des trabécules. Au voisinage de cet appareil, quatre corps de Woronin.

L.O.: lomasome; G.L.: globule lipidique; C.W.: corps de Woronin; P.M.: plasmalemme; S.: septum; D.: disque; V.: vacuole.

(1) Selon Armentoux (V. N.), Smith (G. G.) et Wilson (C. L.) (*Amer. J. Bot.*, 55, 1062-1067, 1968) les corps de Woronin seraient peut être de même nature que les sphérosomes. Nous n'avons fait aucune observation permettant de confirmer cette opinion.

général, au nombre de quatre, parfois de six, deux ou trois granules se trouvant de chaque côté du septum. Nous ne les avons pas vus disposés en un cercle périphérique contre chaque face de la cloison, comme l'indiquent certains auteurs ; plus simplement, ils sont disposés de part et d'autre du pore, quelquefois deux à deux sur un même plan parallèle au septum, avec parfois un troisième qui se tient plus éloigné à l'intérieur du cytoplasme. Dans certains cas, un des granules peut être presque accolé au plasmalemme du septum.



FIG. 2. — Coupe longitudinale d'une hyphe du *Sporotrichum schenckii*. X 48.000. Même technique. On voit sur ce cliché l'appareil pseudo-synaptique central

D.: disque; S.: septum; C.W.: corps de Woronin; M.: mitochondrie.

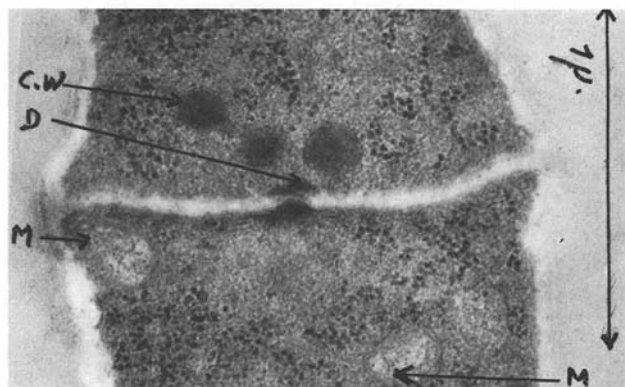


FIG. 3. — Coupe dans un filament mycélien du *sporotrichum schenckii*. X 48.000. Même technique. Noter l'appareil pseudo-synaptique central et trois corps de Woronin

C.W.: corps de Woronin; D.: disque; M.: mitochondrie.

## 3° TAILLE.

Le diamètre du pore est constant :  $0 \mu 125$ . La largeur de chaque disque oscille entre  $0 \mu 160$  et  $0 \mu 170$  ; son épaisseur va de  $0 \mu 030$  à  $0 \mu 062$ . La taille des granules varie de  $0 \mu 180$  à  $0 \mu 210$ .

## 4° NATURE CHIMIQUE.

La constitution chimique de l'appareil « pseudo-synaptique » central et des granules qui l'entourent, ne nous est pas actuellement connue.

## Discussion.

On sait depuis longtemps (travaux de Buller) que le septum des champignons se forme à partir d'une invagination de la paroi cellulaire et qu'un petit pore persiste au centre du septum complètement développé. A travers cette perforation, la continuité est maintenue entre le cytoplasme des deux cellules adjacentes.

FIG. 1. — *Ascodesmis nigricans*

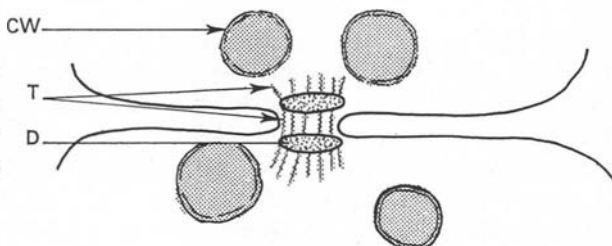
Schéma d'après une photographie électronique de Bracker, montrant au niveau du pore septal, l'existence de trabécules.

C.W. : corps de Woronin ;  
T. : trabécules.

FIG. 2. — *Sporotrichum schenckii*

Appareil pseudo-synaptique constitué par deux disques, traversés par des trabécules.

C.W. : corps de Woronin ;  
D. : disque ; T. : trabécules.



Mais en réalité, les choses peuvent être plus complexes. Chez les Champignons existent, en effet, différents types de septa : certains sont complets, d'autres présentent un ou plusieurs pores, pourvus ou non de bouchons. Pour Buller, les septa complets (sans pore) se voient dans les filaments proximaux, qui sont morts ; les septa avec bouchons de fermeture, séparent les articles vivants des articles morts. Mais, en fait, cela n'est exact que s'il s'agit de bouchons véritables, auxquels, il faut opposer les « pseudo-bouchons », dont le *Sporotrichum schenckii* nous fournit un exemple.

Chez ce *Sporotrichum*, en effet, nous avons observé un autre type de cloisons transversales : des septa avec « pseudo-bouchons », constitués par un appareil « pseudo-synaptique » entre des articles bien vivants. Mais, il n'est pas impossible que cet appareil « pseudo-synaptique » prélude à la formation d'un bouchon de fermeture véritable.

Bracker, chez *Ascodesmis nigricans*, a mis en évidence, dans le pore septal, un appareil strié, composé d'une série de cylindres concentriques. Pour pouvoir affirmer l'existence de ces cylindres concentriques, il faudrait avoir fait des coupes transversales à ce niveau. Or Bracker ne présente qu'une section longitudinale. Nous dirons donc simplement qu'il s'agit de trabécules. Ce type d'appareil évoque les fins trabécules que nous avons nous-même notés au niveau des deux disques « pseudo-synaptiques » du *Sporotrichum schenckii*. Ces trabécules, pourraient, selon nous, être formés par l'accolement de travées du réticulum endoplasmique, ne présentant pas apparemment de ribosomes et se continuant d'un article à l'autre. La différence avec le *Sporotrichum schenckii* tiendrait à ce que chez celui-ci, des travées analogues traversent deux disques « pseudo-synaptiques » qui feraient défaut chez l'*Ascodesmis*.

Nos photographies de ce *Sporotrichum* évoquent aussi une image assez vague de deux disques convexes, observés par Moore et Mc Alear chez un *Mollisia*. Les deux disques convexes recouvrant le pore du *Sporotrichum schenckii*, ne constituent pas un appareil synaptique, comparable à celui des Floridées, mais plutôt une « pseudo-synapse ». Leur structure est, en effet, nettement différente de celle des disques formant cet appareil, tels que les décrit par exemple M. Peyrière (1963 et 1968). Cependant, M. L. Priou (1969), chez l'Algue rouge *Bornetia secundiflora*, a observé entre les disques synaptiques, des vésicules très allongées, qui les relient et permettent le transport des substances entre les cellules et que séparent des travées ayant l'aspect de trabécules. Les communications entre les articles successifs d'un même filament du *Sporotrichum schenckii* peuvent se faire, soit par les trabécules reliant les deux disques, soit entre ces trabécules.

On peut comparer les trabécules reliant les deux disques d'une « pseudo-synapse » de ce *Sporotrichum*, aux plasmodesmes des cellules végétales, ces fins canaux qui assurent la continuité entre le cytoplasme de deux cellules voisines. Ces plasmodesmes sont traversés par un canalicule du réticulum endoplasmique (Buvat 1958, 1960). D'ailleurs, des plasmodesmes analogues à ceux des végétaux supérieurs ont été mis en évidence dans les hyphes de certains champignons : en particulier chez *Rhizopus sexualis*, *Gibbertella persicaria* (Hawker, Gooday et Bracker 1966) et chez *Geotrichum candidum* (Kirk et Sinclair, 1966).

D'autre part, une comparaison peut aussi être tentée entre l'appareil « pseudo-synaptique » du *Sporotrichum* et les desmosomes des cellules animales. Les desmosomes sont des sortes de boutons adhésifs réalisant un dispositif d'accrochage entre deux cellules voisines. Chaque desmosome est formé par deux disques, d'où partent des trabécules s'épanouissant à l'extérieur des disques, dans le cytoplasme de l'une et l'autre des cellules contiguës. Ceci rappelle ce que nous avons observé chez le *Sporotrichum schenckii*. Entre les deux disques, l'espace intercellulaire est deux fois plus large que dans les autres régions. Dans cet espace, se trouve un matériel intercellulaire très dense aux électrons, entouré de chaque côté par les deux feuillettes de la membrane plasmique. Ceci est différent de ce qui se voit chez le *Sporotrichum*, où le plasmalemma contourne le bord du pore en s'insinuant entre ce bord et celui de chacun des disques.

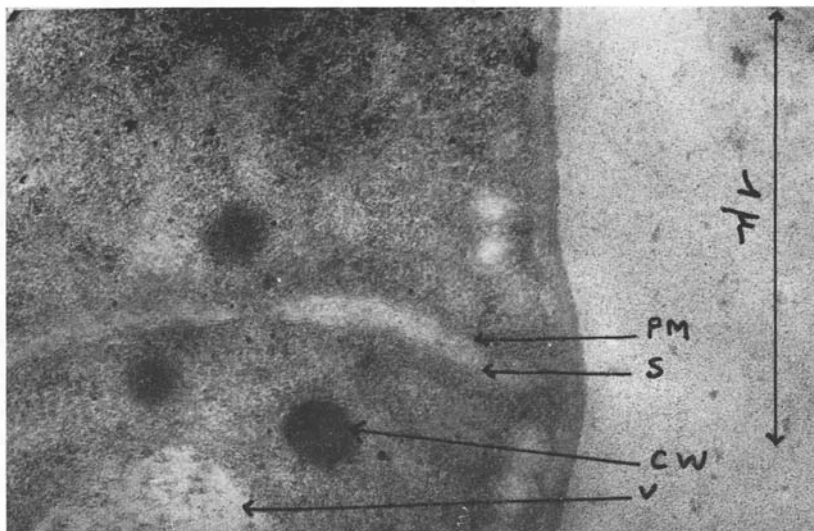


FIG. 4. — Coupe longitudinale d'une hyphe du *Sporotrichum schenckii*, passant au niveau du septum mais en dehors du pore. X 60.000. Mêmes technique  
P.M. : plasmalemme ; S. : septum ; C.W. : corps de Woronin ; V. : vacuole

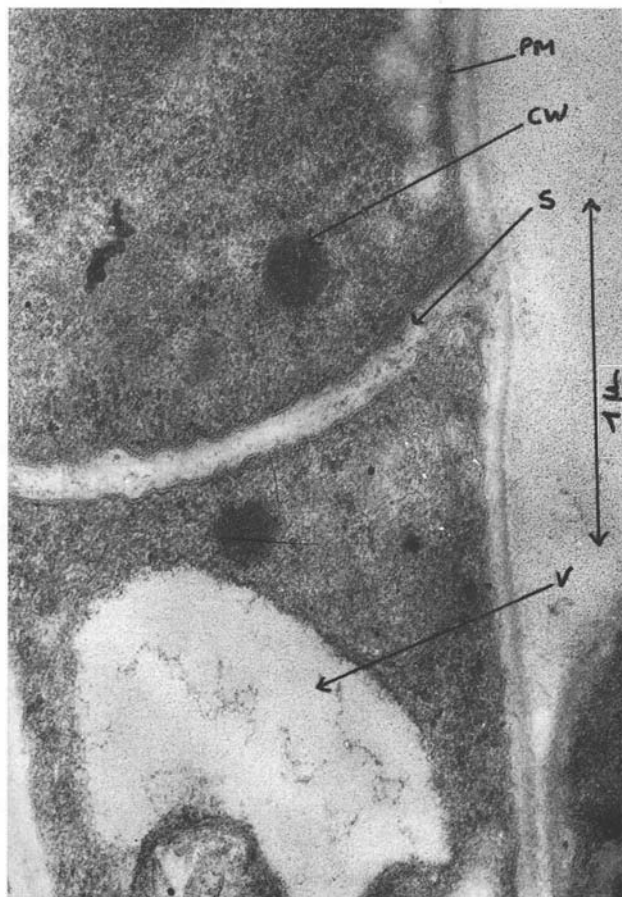


FIG. 5. — Coupe longitudinale d'une hyphe du *Sporotrichum schenckii*, passant au niveau du septum, mais en dehors du pore. X 48.000.  
Même technique

P.M. : plasmalemme ;  
C.W. : corps de Woronin ;  
S. : septum ; V. : vacuole.

Comme Moore et Mc Alear, Bracker, Schrantz et d'autres auteurs, nous avons noté la présence de corps de Woronin. Mais nous n'avons jamais vu de granule synaptique obturant le pore et probablement en train de le franchir, ainsi que l'a montré Schrantz chez *Ciliaria hirta* et *Peziza aurantia*. Ne serait-il pas vraisemblable qu'un granule, plus gros que le pore, soit simplement superposé à l'image de celui-ci ? Les corps de Woronin, pourraient, selon M. Chadeaud, témoigner d'un métabolisme spécial dans les extrémités des cellules, du fait, soit des échanges, soit du ralentissement des métabolites à ce niveau.

L'appareil « pseudo-synaptique » du *Sporotrichum schenckii*, montre beaucoup de ressemblances avec celui des Ascomycètes. Ce fait serait en faveur de l'hypothèse selon laquelle le *Sporotrichum schenckii* pourrait n'être que la forme conidienne d'un Ascomycète dont la forme sexuée est encore inconnue ; ou n'être que la forme conidienne d'un Champignon n'ayant pas encore acquis ce mode dit « parfait » de reproduction ; ou celle d'un Champignon ayant perdu le mode de reproduction par spores.

### Bibliographie

- BUVAT (R.), 1960. — L'infrastructure des plasmodesmes dans les cellules parenchymateuses des cordons conducteurs jeunes de *Cucurbita pepo* L. *C.R. Acad. Sci.*, 250, 170-172.
- , & PUISSANT (A.), 1958. — Observations sur la cytodièrese et l'origine des plasmodesmes. *C.R. Acad. Sci.*, 247, 233-236.
- BRACKER (C. E.), 1963. — Ultrastructure of fungi *Ann. Rev. Phytopathol.*, 1967, 5, 343-374.
- , & BUTLER (E. E.). — The ultrastructure and development of septa in hyphae of *Rhizoctonia solani*, *Mycologia*, 55, 35-58.
- BULLER (A. H. B.), 1933. — The translocation of protoplasm through septate mycelium of certain Pyrenomycetes, Discomycetes and Hymenomycetes « In » *Researches on fungi*. V. 75-167. Longmans, Green, London, 416 p.
- CHADEAUD (M.), 1962. — Sur quelques détails de l'organisation morphologique des parois cellulaires, chez les Floridiées filamenteuses. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 109, 148-156.
- HAWKER (L. E.), GOODAY (M. A.) & BRACKER (C. E.), 1966. — Plasmodesmata in fungal cell walls. *Nature*, 212, 635.
- KIRK (B. T.) & SINCLAIR (J. B.), 1966. — Plasmodesmata between hyphal cells of *Geotrichum candidum*. *Science*, 153, 1646.
- LUFT (J. H.), 1961. — Improvements in epoxy resin embedding methods. *J. Biophys. Biochem. Cyt.*, 9, 409-411.
- MOORE (R. T.) & Mc ALEAR (J. H.), 1962. — Fine structure of mycota. 7. Observations on septa of Ascomycetes and Basidiomycetes. *Amer. J. Bot.*, 49, 86-94.

- PEYRIÈRE (M.), 1963. — Les plastes et l'amidon floridéen chez quelques Rhodophycées. *C.R. Acad. Sci.*, 257, 730-732.
- , 1968. — Les problèmes cytologiques de *Rytiphlea tinctoria*, algue rouge à floridorubine. *C.R. Acad. Sci.* 266, 2253-2255.
- PRIOU (M.-L.), 1969. — Infrastructure des synapses de l'algue rouge *Bornetia secundiflora* (J. Agardh), Thuret. *C.R. Acad. Sci.*, 268, 2177-2178.
- SCHRANTZ (J.-P.), 1964. — Etude au microscope électronique des synapses de deux Disco-mycètes : *Peziza aurantia*, Pers ex. Fr., et *Ciliaria hirta* (Schum) Boudier. *C.R. Acad. Sci.*, 258, 3342-3344.
-