

ÉTUDE ULTRASTRUCTURALE DE L'APEX DE L'ASQUE ET DE LA PAROI DES ASCOSPORES DANS LE GENRE *PITHYA* FUCK. (ASCOMYCETES, PEZIZALES, SARCOSOMATACEAE¹)

LEDA MARIA MELÉNDEZ-HOWELL,* HÉLÈNE CHACUN**

MARIE CLAIRE MALHERBE,** ANDRÉ BELLEMÈRE**

RÉSUMÉ

Par l'ultrastructure de l'apex de ses asques et de la paroi de ses ascospores, le genre *Pithya* est proche du genre *Sarcoscypha*. Ces deux genres, ainsi que le genre *Pseudopithyella*, peuvent donc être placés dans une même unité taxinomique mais, par rapport au genre *Sarcoscypha*, ces genres présentent des différenciations qui leur sont propres: couple de l'apex de l'asque différenciée mais mince et étendue, paroi ascospore faiblement différenciée mais ornementée chez *Pithya*, asque à épaulement chez *Pseudopithyella*.

Mots clés: asque, ascospore, paroi, Sarcosomataceae, *Pithya*, *Sarcoscypha*.

RESUMEN

Según la ultraestructura del ápex ascal y de la pared ascospore, los géneros *Pithya* y *Sarcoscypha* se parecen. Ambos, más el género *Pseudopithyella*, pueden colocarse dentro de la misma unidad taxonómica, pero con la condición de tomar en cuenta las diferencias de cada uno, con respecto a *Sarcoscypha*: cúpula diferenciada, extendida y fina del ápex del asco, con pared ascospore espinosa y poco diferenciada (*Pithya*) y ápex ascal en forma de espalda, en el caso de *Pseudopithyella*.

Palabras clave: asco, ascospore, pared, Sarcosomataceae, *Pithya*, *Sarcoscypha*.

À la suite d'une étude ultrastructurale du développement des asques chez les genres *Pseudopithyella* et *Sarcoscypha* (Donadini *et al.*, 1989) l'étude fine des asques de quelques Sarcosomataceae *s.l.* (Eriksson, 1984) a été effectuée, ou reprise, en particulier celle du genre *Pithya* Fuck. pour lequel les données ultrastructurales posent problème. En effet, alors que van Brummelen (1978) conclut de ses observations que les asques du genre *Pithya* sont du type *Sarcoscypha*, Bellemère (1977), sans donner de figure, signalait que leur apex a une structure proche de celle du genre *Pseudoplectania* aujourd'hui considéré comme une Pézizacée (Donadini, 1987b).

¹ *sensu lato*. cf. Eriksson (1984).

* URA D 0257 CNRS, Laboratoire de Cryptogamie du Muséum d'Histoire Naturelle, 12, rue de Buffon, F 75005 Paris, France.

** Laboratoire de Mycologie, École Normale Supérieure de Lyon (Services de Saint-Cloud). Grille d'Honneur, Parc de Saint-Cloud, F 92210 Saint-Cloud Cédex, France.

D'autre part, Donadini (1987a) a d'abord indiqué, à la suite d'une étude au MEB, que les asques des *Pithya* possèdent un petit mamelon apical correspondant à l'opercule des *Sarcoscypha*; mais, plus tard (1987b), il pense que le genre *Pithya* est un véritable Operculé. Cette incertitude quant à l'ultrastructure des asques dans le genre *Pithya* justifie donc la reprise d'une étude à cet égard.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'origine du matériel est la suivante:

Pithya cupressina (Pers.) Fuck.

Fungi exsiccati suecici, Praesertium Upsaliensis 1357. On dead twigs of cultivated *Juniperus sabina*, Västergötland; Göteborg Botanic garden, 26-10-42, T. Nathorst-Windhal.

Pithya vulgaris Fuck.

Bois de Besse, près de Combalibeuf, Leyvaux, 15-Cantal, France, alt. 1000 m, sur rameaux de sapin tombés à terre, 14-4-69 et 30-3-76 (Bellemère Op. 6906 et 7602).

Les échantillons ont été fixés par le glutaraldéhyde et postfixés par l'acide osmique, soit peu après leur récolte (*P. vulgaris*), soit après réhydratation préalable pendant un peu plus de 24 heures pour les échantillons d'herbier (*P. cupressina*). Les techniques d'études cytologiques sont classiques (Bellemère, 1977). Les coupes ont été observées après la réaction Patag (= technique de Thiéry) (Thiéry, 1967), qui révèle certains polysaccharides.

La terminologie utilisée pour la description des parois des asques et des ascospores est celle de Bellemère et Meléndez-Howell (1976, 1981).

ABRÉVIATIONS DES LÉGENDES DES PLANCHES ET DES FIGURES

Pour toutes les planches, sauf 2C, les figures ont été obtenues au MET après la technique Patag.

a- couche a de la paroi de l'asque; as- asque; asc- ascospore; b- couche b de la paroi de l'asque; c- couche c de la paroi de l'asque; (et ses sous-couches c₁, c₂ et c₃); cp- coupole; d- couche d de la paroi de l'asque; (et ses sous-couches d₁ et d₂); e- épiplasma; ep- épaulement; int- paroi intermédiaire; op- opercule; par- paraphyse; per- périspore; pl- plasmalemma; pp- paroi propre de l'ascospore; (et ses sous-couches pp₁, pp₂ et pp₃); ps- paroi de l'ascospore; sp- sporoplasme; zd- zone de déhiscence.

RÉSULTATS

A. *Pithya cupressina* (Pres.) Fuck., espèce type du genre (Pl. 1; 2A,B) (Figs. 1B, 2).

La paroi des asques, de consistance molle et très peu réactive à la réaction Patag, est assez délicate à analyser; on peut cependant y observer, en particulier dans la région sous-apicale de l'asque où la paroi est un peu plus épaissie, une mince par-

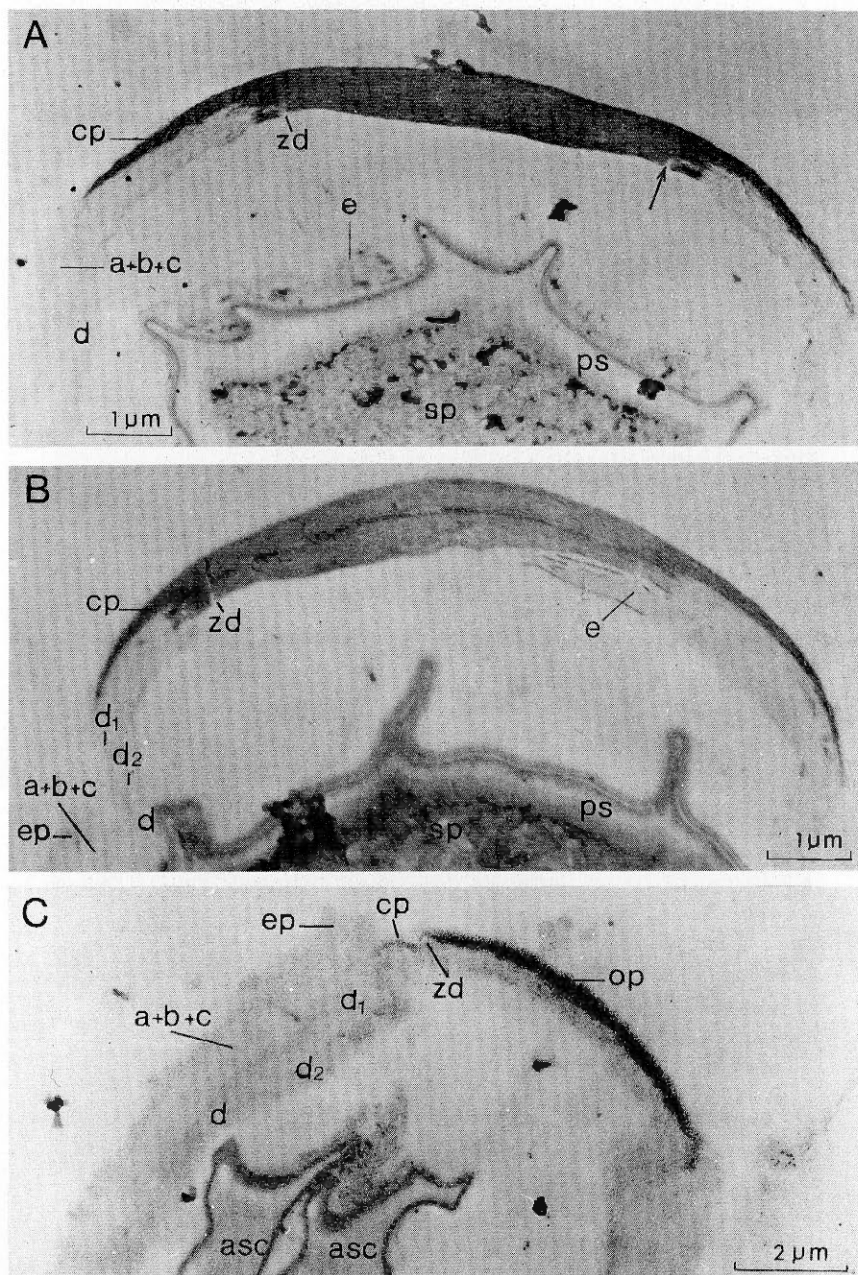


Planche 1. A. *Pithya cupressina*: sommet d'un asque en fin de maturation.- Remarquer l'étroite zone claire, future zone de déhiscence (zd), autour de la base du futur opercule (flèche). B. *Pithya cupressina*: sommet d'un asque en fin de maturation.- La subdivision de la couche d en deux sous-couches, *d*₁ et *d*₂, à l'apex de l'asque, est très apparente. C. *Pithya cupressina*: sommet d'un asque proche de la déhiscence.- La sous-couche *d*₂, qui forme la partie inférieure de l'opercule, a perdu sa réactivité au test Patag.

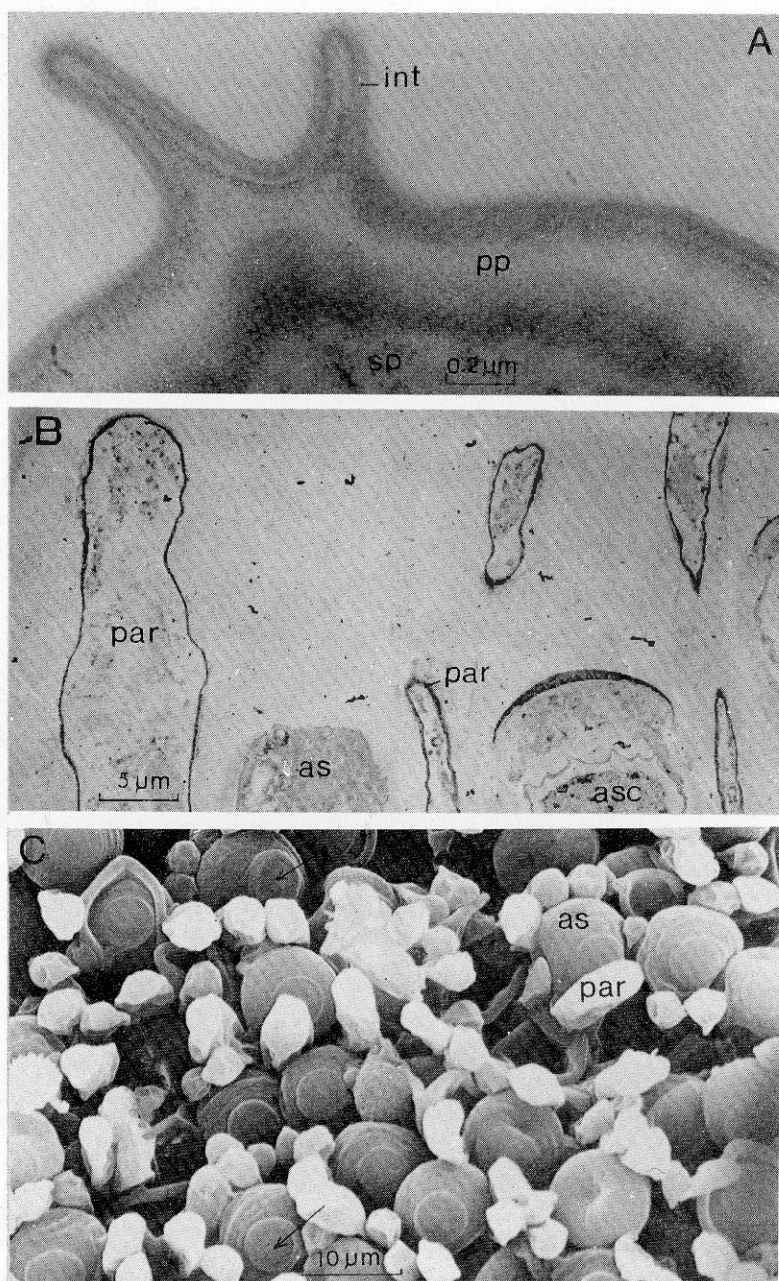


Planche 2. A. *Pithya cupressina*: détail de la paroi d'une ascospore mûre. L'ornementation est due à des expansions locales de la paroi propre. B. *Pithya cupressina*: paraphyse et sommets d'asques. C. *Pithya vulgaris*: sommet de l'hyménium (cliché au microscope à balayage de J.C. Donadini; technique: cf. Donadini, 1987a). - Remarquer l'opercule des asques (flèches) et le sommet renflé des paraphyses.

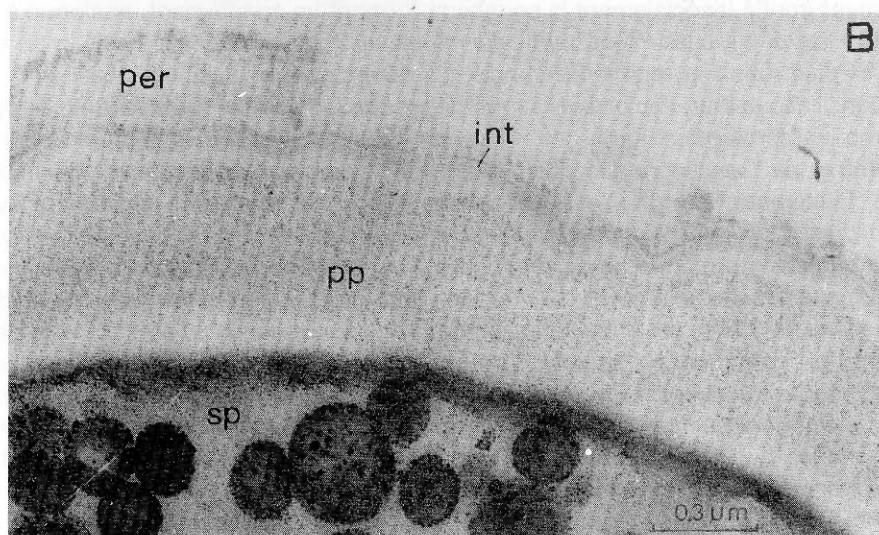
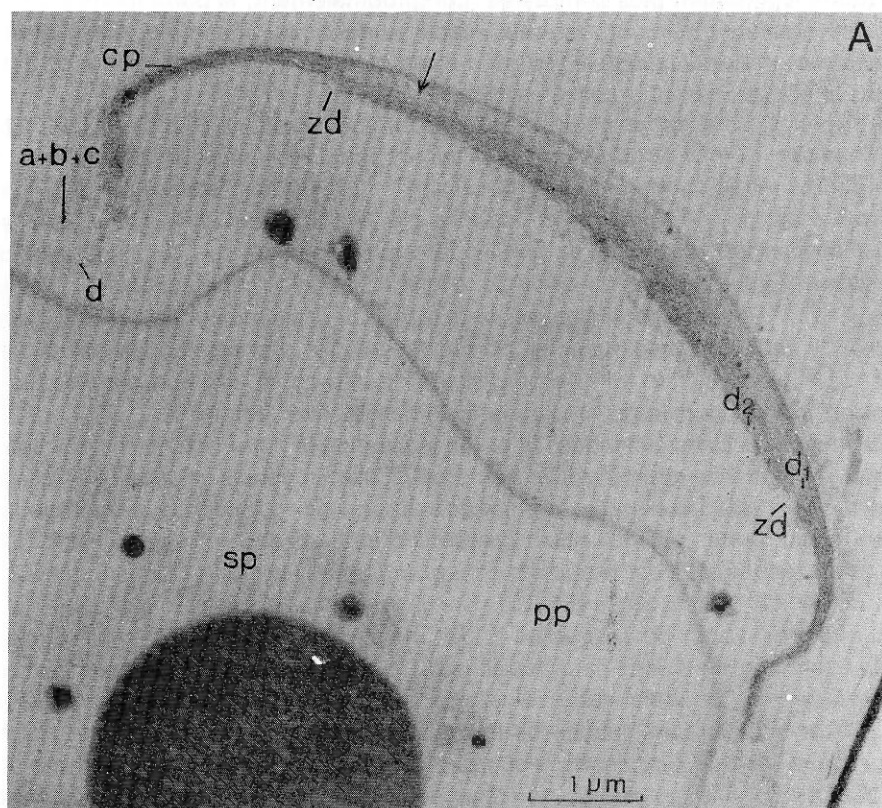


Planche 3. A. *Pithya vulgaris*: sommet d'un asque en fin de maturation. Remarquer la mince pellicule claire entre d_1 et d_2 dans l'opercule (flèche). B. *Pithya vulgaris*: détail de la paroi d'une ascospore.- La périspore est plus ou moins discontinue.

tie interne légèrement plus contrastée. Longitudinalement, la paroi montre une disposition régulière d'aires un peu plus réactives dans leur ensemble, correspondant à une structuration hélicoïdale (ou peut-être une annellation) analogue à ce qui est connu chez *Sarcoscypha coccinea* (Eckblad, 1968).

À l'apex, l'asque est arrondi. La paroi est amincie (Le Gal, 1946, fig. 3: 223) bien que l'épaisseur de sa partie interne soit accrue (Pl. 1B) (van Brummelen, 1978, fig. 271:123). La partie externe de la paroi à peine distancte, est Patag⁻. Sa partie interne apparaît subdivisée en deux sous-couches d'épaisseur à peu près égale; elles sont rigides et finement stratifiées de fibrilles fortement Patag⁺; ces deux sous-couches sont séparées par une très mince zone claire, parfois empâtée de fins granules Patag⁺ (Pl. 1B). Latéralement la partie réactive de la sous-couche externe s'étend au-delà de celle de la sous-couche interne (Pl. 1A, 1B). Sur les coupes, on observe, dans cette dernière, non loin de sa marge, une très petite aire non réactive qui correspond à la section de la future zone de déhiscence annulaire.

En raison de sa stratification, la partie interne de la paroi est interprétée comme étant la couche d de la paroi (Bellemère, 1977); elle comporte ici deux sous-couches d₁ et d₂. La partie externe de la paroi correspond donc à l'ensemble des couches a + b + c, qu'on ne peut distinguer clairement les unes des autres en raison de leur très faible réactivité; il est probable, cependant, que la couche c est subdivisée (Pl. 1C). Peu avant la déhiscence (Pl. 1C) (Fig. 2) la couche externe de la paroi (a + b + c) s'est effacée à l'apex de l'asque où l'opercule s'individualise. Celui-ci est constitué par la couche interne de la paroi (couche d). À la périphérie de l'opercule la couche d constitue une "coupole" (Donadini *et al.*, 1989) (= sous-opercule *sensu* Samuelson, 1975) dont la sous-couche d₂ Patag⁺, forme l'ossature. La coupole, de hauteur réduite, et très surbaissée, vient s'appuyer vers l'extérieur sur l'ensemble des couches a + b + c. À ce niveau, non seulement cet ensemble persiste, mais il est localement gonflé (spécialement la couche c) formant un épaulement, analogue à celui qui a été décrit chez *Pseudopithyella minuscula* (Donadini *et al.*, 1989), mais qui, ici, est plus réduit et moins différencié. La déhiscence n'a pas été observée.

Dans l'asque mûr, l'épistasme sommital est occupé par une large vacuole; le cytoplasme lui-même est réduit à une mince pellicule plaquée contre la paroi et contre le sommet de l'ascospore supérieure (Pl. 1A, B) et renfermant quelques corps lipidiques, faiblement Patag⁺. C'est probablement la partie apicale de ces résidus cytoplasmiques qui forme le "coussinet" figuré par Le Gal (1946, Fig. 3, 1 et 3:223): aucune autre ultrastructure pouvant correspondre à cette formation n'ayant été observée.

La paroi des ascospores (Pl. 2A, Fig. 1B), (interprétée selon Bellemère et Meléndez-Howell, 1976, 1981), est considérée ici, comme formée essentiellement par la paroi propre de l'ascospore recouverte d'une mince paroi intermédiaire et de lambeaux réduits d'une périspore lâche, peu réactifs à la réaction Patag. Les ascospores présentent une ornementation dont la section a l'aspect d'épines émoussées; cette ornementation qui, nous semble-t-il, n'a pas été signalée par les auteurs, résulte d'un épaississement localisé de la paroi propre de l'ascospore; elle diffère donc de celle qui est connue chez les Pézizacées et qui provient de la seule périspore. Dans la paroi propre de l'ascospore, bien différenciée, on observe trois parties superposées; la plus interne (pp₃), qui est plus réactive en profondeur, vient au contact du plasmalemmme onduleux dont l'aspect est grisâtre après le test Patag; la partie moyenne

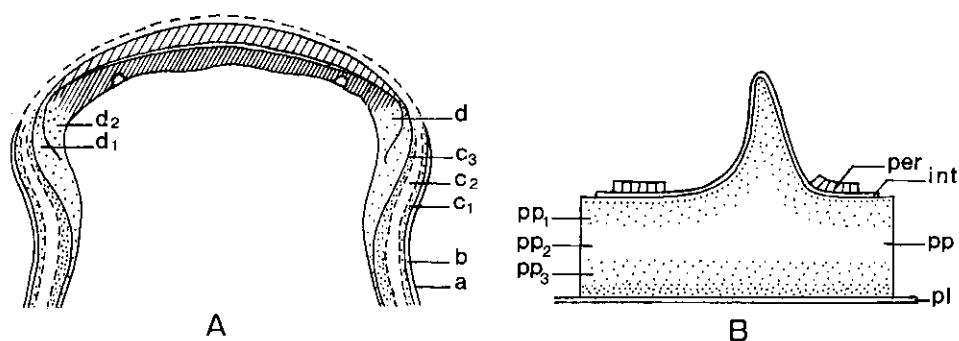


Fig. 1. A. *Pithya vulgaris*: structure du sommet de l'asque (schéma). B. *Pithya cupressina*: structure de la paroi ascospore (schéma).

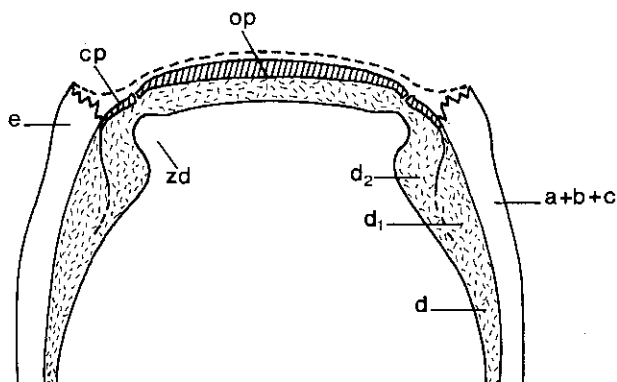


Fig. 2 *Pithya cupressina*: asque proche de la déhiscence (schéma, cf. Pl. 1C). Remarquer l'existence d'un épaulement (ep), formé par les couches $a+b+c$, peu différencié mais net. La coupole (cp) (= sous-opercule) est très réduite par rapport à l'opercule de grand diamètre dont l'épaisseur est faible.

(pp₂), plus claire, se montre, en coupe, traversée de fines trabécules radiaires, peu réactifs qui, vers l'extérieur, se fondent dans la partie externe de la paroi propre (pp₁); celle-ci, assez réactive, d'épaisseur irrégulière, de texture granuleuse, est séparée de la paroi intermédiaire par une très mince pellicule claire doublée extérieurement d'un très fin liseré sombre et dense.

La très fine paroi intermédiaire de l'ascospore comporte trois minces pellicules superposées qui ont pratiquement même épaisseur: l'interne, de texture dense, a un aspect grisâtre, la médiane est claire, l'externe est réactive.

Le sporoplasme (Pl. 1A, B), de texture dense, renferme de petits globules lipidiques au contour assez irrégulier et de très petites vacuoles; les mitochondries y sont peu réactives.

Les paraphyses (Pl. 2B) sont plus longues que les asques; certaines, peut-être plus âgées, et par suite un peu plus différenciées, sont irrégulièrement épaissies à leur sommet. Leur paroi mince est bien réactive. Leur contenu est probablement très aqueux.

B. *Pithya vulgaris* Fuck. (Pl. 2C, 3) (Fig. 1A).

L'ultrastructure de la partie supérieure de l'asque est analogue à celle de *P. cupressina* (Pl. 3A). La couche d, qui est un peu plus mince, comporte aussi deux sous-couches; d₁, externe, est peu réactive, d₂ l'est davantage; une très mince pellicule claire les sépare. Une zone de déhiscence est présente. La partie externe de la paroi apicale de l'asque (a + b + c) a les mêmes caractéristiques que celle de *P. cupressina* mais s'exfolie plus nettement. Au MEB (Pl. 2C; Donadini 1978a, pl. 7:158) le futur opercule est entouré d'une sorte de rebord qui surplombe la région sous-apicale dont l'aspect fréquemment plissé confirme la consistance molle. La déhiscence (Le Gal, 1946, fig. 6 et 7: 223) n'a pas été observée ici.

L'épiplasme jeune ne contient pas de glycogène. Plus tard les globules lipidiques, de petite taille, y sont probablement plus nombreux que chez *P. cupressina*. À la fin l'épiplasme sous-apical est évanescent.

Sur une large partie des ascospores la paroi comporte une périspore d'aspect assez spongieux formant un revêtement externe à la paroi intermédiaire qui est analogue à celle de *P. cupressina* (Pl. 3B). La paroi propre de l'ascospore comporte aussi trois parties superposées; la partie interne très développée, est assez réactive au test Patag, comme celle de *P. cupressina*, mais elle en diffère cependant par sa texture homogène et son aspect finement granuleux; la partie moyenne, mince et claire, est un peu plus épaisse que celle de *P. cupressina*; la partie externe, ici aussi, est mince, assez réactive et dense.

Les paraphyses, anastomosées, à cellules plurinucléées sont plus grandes que les asques et un peu renflées à leur sommet (Pl. 2C).

DISCUSSION

A. Caractérisation des asques du genre *Pithya* Fuck.

Le genre *Pithya* Fuck. (Denison, 1972:616) est bien caractérisé par la structure fine de l'apex de ses asques. À la périphérie d'une zone de déhiscence annulaire étroite

et peu épaisse, la sous-couche d_1 forme la partie externe d'une "coupole" *sensu* Donadini *et al.*, (1989) (= sous-opercule, Samuelson, 1975) différenciée mais réduite en hauteur; la base de la coupole est enserrée dans un épaississement de la paroi externe ($a + b$ et surtout c) formant un discret épaulement. L'opercule, largement surbaissé (Fig. 1A, 2), est formé par la couche d de la paroi, épaissie et subdivisée en deux sous-couches d_1 et d_2 qui sont différenciées mais ne sont pas vraiment saillantes dans le sommet de l'épiplasma. Au sommet de l'opercule les couches externes de la paroi, $a + b + c$, à peine réactives, sont amincies et deviennent indistinctes à maturité.

B. Distinction entre *Pithya cupressina* et *Pithya vulgaris*

L'individualité de *P. vulgaris* n'a pas toujours été admise, en particulier en raison d'une similitude de substrat avec *P. cupressina* (Eckblad, 1968; Denison, 1972); cependant cette espèce est bien distincte de *P. cupressina*, non seulement par la taille et l'aspect des apothécies, mais aussi par l'ultrastructure de la paroi ascospore (présence d'une périspore, paroi propre ne formant pas d'ornementation et dont les différenciations internes se distinguent de celles de *P. cupressina*), ainsi que par des caractères du sporoplasme (globules lipidiques plus abondants et plus réactifs). Ces deux espèces sont toutefois indubitablement congénériques par l'étroite similitude de la structure de l'apex de leurs asques. L'étude du genre *Pithya* confirme donc que la présence ou l'absence de périspore ou la différence de taille de l'apothécie ne sont pas toujours des caractères susceptibles, à eux seuls, de permettre des distinctions génériques.

C. Relation entre les genres *Pithya* et *Sarcoscypha*.

1. Les apex des asques des genres *Pithya* et *Sarcoscypha* sont construits sur un même plan structural (Donadini *et al.*, 1989). On observe en effet dans les deux cas:

- a) l'épaississement de la couche d au sommet de l'asque,
- b) la subdivision de celle-ci en deux sous-couches (d_1 , d_2),
- c) la différenciation de ces sous-couches (forte réactivité au test Patag et structure fibrilleuse),
- d) la présence d'une zone de déhiscence, annulaire, non réactive autour du futur opercule,
- e) l'existence à la périphérie de l'opercule d'une étroite coupole (= sous-opercule), formée par la couche d (dont seulement la sous-couche d_2 est réactive),
- f) l'amincissement de la partie externe de la paroi ascale au niveau de l'apex et son absence de réactivité.

Cependant l'apex des asques du genre *Pithya* se distingue de celui du genre *Sarcoscypha*. La couche d de la paroi y est peu épaissie et sa différenciation est moins étendue latéralement; la "coupole" que constitue la couche d est donc moins épaisse et beaucoup plus surbaissée; par suite elle est nettement moins distincte que dans le genre *Sarcoscypha*. En outre, chez ce dernier genre, la partie externe de la paroi ascale persiste à maturité au-dessus de l'opercule alors qu'elle régresse chez le genre *Pithya*. Ces précisions relatives à la constitution des diverses couches de la paroi

au sommet de l'asque permettent de confirmer, en accord avec van Brummelen (1978), que l'apex des asques du genre *Pithya* est bien du type *Sarcoscypha*.

2. L'ultrastructure de la paroi des ascospores de *Pithya* est aussi du type *Sarcoscypha* (Donadini *et al.*, 1989), la paroi propre étant seulement moins différenciée dans le genre *Pithya* que dans le genre *Sarcoscypha*; on a déjà vu plus haut, d'autre part, que l'ornementation de la paroi ascosporale propre à *P. cupressina* n'est pas significative du point de vue structural.

3. On sait, par ailleurs, que d'autres caractères rapprochent les genres *Pithya* et *Sarcoscypha*. Ainsi, par exemple, leurs apothécies ont une structure de même type et la forme imparfaite de *Pithya*, *Molliardomyces cupressina*, est analogue à celle des *Sarcoscypha* (Paden, 1984).

Les genres *Pithya* et *Sarcoscypha* sont donc apparentés et doivent être placés dans un même ensemble taxinomique à l'intérieur des Sarcosomataceae *s.l.* (Kobayashi, 1937; Eriksson, 1984). Cet ensemble, bien caractérisé par l'ultrastructure de ses asques (type *Sarcoscypha*) et de ses ascospores (type *Sarcoscypha*), doit aussi comporter le genre *Pseudopithyella* qui est proche de *Sarcoscypha* (Donadini *et al.*, 1989).

La seule comparaison des asques et des ascospores de ces trois genres révèle l'existence de plusieurs tendances évolutives à l'intérieur de cet ensemble systématique réduit: développement plus ou moins important de la coupole sous-apicale de l'asque (= sous-opercule), formation éventuelle d'un épaulement sous-apical (*Pseudopithyella*), possibilité de gélification de la paroi externe de l'asque à son sommet (*Pithya*), présence ou non d'une périspore et différenciation plus ou moins intense de la paroi propre dans l'ascospore.

Alors que les plans structuraux des asques et des ascospores sont les mêmes, ces variations de détail de leurs constituants résultent probablement de réponses adaptatives aux conditions des milieux de développement de ces espèces.

D. Relations entre les asques du genre *Pithya* et les asques operculés typiques.

Certains auteurs ont envisagé que le genre *Pithya*, en raison du développement réduit de la coupole sous-apicale (= sous-opercule, Samuelson, 1975) et, en raison aussi du diamètre relativement important de l'opercule et de sa relative minceur, puisse être apparenté aux Pézizales (à asques operculés typiques) (Bellemère, 1977; Donadini, 1987a, 1987b). Dans ces conditions le genre *Pithya* représente-t-il, par ses asques, un type ancestral commun aux deux groupes ou bien résulte-t-il, dans la lignée des *Sarcoscypha*, d'une adaptation secondaire vers un type *Peziza*? La comparaison entre les asques de type *Sarcoscypha* et les asques operculés, en particulier ceux du type *Peziza*, ainsi que celle de leurs ascospores est nécessaire pour tenter de répondre à cette question.

a) Comparaison des caractères de l'apex des asques du type *Peziza* et du type *Sarcoscypha*.

L'apex des asques du genre *Peziza* a plusieurs caractères structuraux en commun avec le type *Sarcoscypha*. On constate en effet que 4 des 6 caractères formulés ci-dessus dans la définition du type *Sarcoscypha* existent aussi dans le type *Peziza*:

épaississement de la couche d au sommet de l'asque, différenciation de celle-ci, présence d'une zone de déhiscence annulaire non réactive, amincissement de la partie externe de la paroi au niveau de l'apex et absence de différenciation de celle-ci. C'est donc par l'absence de coupole (= sous-opercule) et par l'absence de subdivision de la couche d de la paroi en deux sous-couches d_1 et d_2 que les asques de type *Peziza* se distinguent fondamentalement de ceux du type *Sarcoscypha*. Certes, d'autres caractères sont propres au type *Peziza*: faible épaississement de d, présence d'un important *périascus* amyloïde, mais ceux-ci résultent seulement de variations de différenciation de constituants structuraux et ne correspondent pas à des structures propres. La présence d'une coupole (= sous-opercule) est connue pour être un caractère structural distinctif des asques du type *Sarcoscypha* (Samuelson, 1975). Quant à la subdivision de la couche d de la paroi c'est aussi une caractéristique des asques bituniqués. On pourrait donc envisager que, comme celle de ces derniers, la structure des asques du type *Sarcoscypha* résulte d'une évolution vers une plus grande résistance aussi bien à la sécheresse qu'à d'importantes variations d'amplitude de températures. Les asques de type *Peziza* seraient, par contre, mieux adaptés à des conditions plus humides (*périascus* amyloïde) avec de faibles amplitudes de température.

b) Comparaison des caractères des ascospores chez les asques du type *Sarcoscypha* et du type *Peziza*.

Chez les genres *Sarcoscypha* et apparentés et chez le genre *Peziza* la paroi des ascospores est construite sur un même plan structural: elle comporte une paroi propre, une paroi intermédiaire et une périspore (Merkus, 1976; Bellemère et Meléndez-Howell, 1976; Bellemère *et al.*, 1981; Meléndez-Howell *et al.*, 1987). Les données bibliographiques dont on dispose ainsi que certaines observations (Bellemère *et al.*, inédit) semblent, indiquer cependant que ce plan est commun aux ascospores des Ascomycètes supérieurs. Par suite, ce sont les caractéristiques de chacun des composants structuraux de la paroi qu'il convient donc de comparer chez ces différents genres. On constate ainsi que chez *Peziza* et *Sarcoscypha* la paroi propre et la paroi intermédiaire ont une structure analogue, la paroi intermédiaire étant mieux individualisée chez les *Peziza*. Par contre, la structure de la périspore des *Peziza* est bien différente de celle des *Sarcoscypha* car elle est plus développée et plus différenciée, sa partie moyenne, d'inégale épaisseur, constituant l'ossature de l'ornementation externe des ascospores.

Il en résulte que, par les caractères de ses asques et de ses ascospores, le genre *Pithya* ne peut être placé dans les Pézizacées. Il a sa place naturelle dans l'ensemble systématique qui renferme le genre *Sarcoscypha*. Il ne peut donc être considéré comme un intermédiaire entre cet ensemble et les Pézizacées et n'évoque donc pas un type ancestral commun aux deux groupes. Au contraire il représente dans la lignée des *Sarcoscypha*, où l'évolution semble active, un type qui a évolué dans la même direction que les *Peziza*.

En conclusion les trois genres *Sarcoscypha*, *Pseudopithyella* et *Pithya* appartiennent à un même ensemble taxinomique dans lequel ils ont évolué différemment. Cet ensemble doit être actuellement rangé dans les Sarcosomataceae s.l. Cependant l'ho-

mogénéité de cette famille reste en doute (Korf, 1970, distinguait les Sarcoscyphaceae des Sarcosomataceae). L'analyse ultrastructurale des asques d'autres genres de cette famille, actuellement en cours, en permettant de mieux appréhender les tendances évolutives des asques dans ce groupe systématique, devrait apporter de nouveaux éléments dans la discussion de cette question.

REMERCIEMENTS

La photographie en microscopie à balayage (Pl. 2C) est l'une de celles que J.-C. Donadini avait mises à notre disposition peu avant son décès. Nous remercions très vivement M. Letalnet et E. Vast pour les photographies, T. Casses pour les dessins.

TRAVAUX CITÉS

- BELLEMÈRE, A. et L.M. MELÉNDEZ-HOWELL. 1976 Etude ultrastructurale comparée de l'ornementation externe de la paroi des ascospores de deux Pézizales: *Peziza fortini* n. sp., récoltée au Mexique et *Aleuria aurantia* (Oed. ex Fr.) Fuck. *Rev. Mycol. (Paris)* 40:3-19.
- BELLEMÈRE, A. 1977. L'appareil apical de l'asque chez quelques Discomycètes: étude ultrastructurale comparative. *Rev. Mycol. (Paris)* 41:233-264.
- BELLEMÈRE, A., L.M. MELÉNDEZ-HOWELL, A. NICOLAS et J.L. ROSSIGNOL. 1981. Etude ultrastructurale comparative du développement des ascospores chez la lignée sauvage et chez des mutants à ascospores "ceinturées" ou "albinos" de *Ascobolus immersus* Pers. ex Fr. *Cryptogamie, Mycol.* 2:299-359.
- BRUMMELEN, J. van 1978. The operculate ascus and allied forms. *Persoonia* 10 (1): 113-128. DINISON, W.C. 1972. Central American Pezizales. IV. The genera *Sarcoscypha*, *Pithya* and *Nanoscypha*. *Mycologia* 64 (3):609-623.
- DONADINI, J.C. 1987a (1986). Discomycètes (1): Macro et microphotos en microscopie électronique à balayage (M.E.B.). De la recherche à la vulgarisation. *Bull. Soc. Linn. Provence* 38:149-160.
- _____. 1987b. Etude des Sarcoscyphaceae ss. Le Gal, Sarcosomataceae et Sarcoscyphaceae ss. Korf. Le genre *Pseudoplectania* emend. nov., *P. ericae* sp. nov. (Pézizales). Cytologie et scanning des asques. *Mycologia Helvetica* 2 (2):217-246.
- DONADINI, J.C., H. CHACUN, M.C. MALHERBE et A. BELLEMÈRE. 1989. L'ultrastructure des asques et des ascospores du *Pseudopithyella minuscula* (Ascomycètes, Pézizales, Sarcosomataceae). *Cryptogamie, Mycol.* (sous presse).
- ECKBLAD, F.E. 1968. The genera of Operculate Discomycetes. *Nytt Mag. Bot.* 15 (1-2):1-191.
- ERIKSSON, O. 1984. *Outline of Ascomycetes-1984*. Systema Ascomycetum. 3:1-72. University of Umea, S-901 87 Umea, Sweden.
- KOBAYASHI, Y. 1937. On the gelatinous cup fungi, *Bulgaria*-group. *J. Bot.* 13:511-520.
- KORF, R.P. 1970. Nomenclatural notes. VII. Family and tribe names in Sarcoscyphineae (discomycetes) and a new taxonomic disposition of the genera. *Taxon* 19 (5): 782-786.
- LE GAL, M. 1946. Les Discomycètes suboperculés. *Bull. Soc. Mycol France* 62:218-240.
- MELÉNDEZ-HOWELL, L.M., A. BELLEMÈRE et J.L. ROSSIGNOL. 1987. Remarques à propos de l'ultrastructure d'ascospores "albinos" ou "granuleuses" de mutants d'*Ascobolus immersus* Pers. (gène b8). *Cryptogamie, Mycol.* 8 (4):269-240.
- MERKUS, E. 1976. Ultrastructure of the ascospore wall in Pezizales (Ascomycetes). IV. *Persoonia* 9 (1):1-38.
- PADEN, J.W. 1984. A new genus of Hyphomycetes with teleomorphs in the Sarcoscyphaceae (Pezizales, Sarcoscyphineae). *Canad J. Bbot.* 62:211-218.
- SAMUELSON, D.A. 1975. The apical apparatus of the suboperculate ascus. *Canad J. Bot.* 53 (22):2660-2679.
- THIERY, J.P. 1967. Mise en évidence des polysaccharides sur coupes fines en microscopie électronique. *J. Microscop.* 6:987-1018.