Cycle, ultrastructure d'une *Catenaria* (Phycomycètes, Blastocladales) parasite de Crustacés Cyclopoïdes

par Jehanne-Françoise MANIER

Laboratoire Ichthyologie, Parasitologie générale,
Université des Sciences et Techniques du Languedoc,
place E.-Bataillon, F 34060 Montpellier Cedex

Résumé.

Les modifications ultrastructurales au cours du cycle d'un Phycomycète parasite des Cyclops sont étudiées. Le découpage des plasmodes est assuré par la fusion de gaines flagellaires et de vésicules de clivage. Les zoospores uniflagellées sont caractérisées par : un ensemble noyau-capuchon nucléaire, un volumineux complexe latéral (chondriome unique, globules lipidiques, plage granulaire), des particules gamma. Ce champignon est à classer dans le genre *Catenaria* et très probablement dans l'espèce *C. anguillulae*. Les ultrastructures de cette *Catenaria* confirment l'appartenance du genre aux Blastocladales.

Summary.

Cycle, ultrastructure of a *Catenaria* (Phycomycetes Blastocladales) parasite of Crustacea Cyclopoida.

The ultrastructural modifications during the life cycle of a Phycomycetes parasite of Cyclops are studied. The cytoplasmic sporangium cleavage is brought about by the fusion of flagellar sheaths and cleavage vesicles. The uniflagellates zoospores are characterized by a nuclear-nuclear cap cluster, a large side-body (single mitochondrion, lipid bodies, granular material) and gamma particles. The fungus belongs to the genus *Catenaria* and probably to the species *C. anguillulae*. The ultrastructure of this *Catenaria* shows that this genus is closely related to Blastocladales.

Reçu le 10 septembre 1976.

Au cours d'études sur les Phycomycètes parasites d'Arthropodes dulçaquicoles, nous avons trouvé un parasite mortel pour des Crustacés Cyclopoïdes. Ces mêmes Copépodes avaient déjà été signalés par Michel (1971) comme étant des biotopes favorables au développement de différents Phycomycètes : *Callimastix cyclopis* Weissenberg, 1912, champignon coelomique non létal, *Olpidiopsis* sp. et *Lagenidium* sp. Lagénidiales envahissant et détruisant les pontes.

Matériel

Les Cyclopoïdes utilisés au cours de nos recherches, *Macrocyclops albidus* (Jurine, 1820), *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851), ont été récoltés à Montpellier (France) à différentes époques de l'année dans la rivière permanente le « Lez », en amont du pont submersible sur l'avenue Saint-Lazare.

Techniques

1. — En vue de l'observation au microscope photonique.

a) Observations sur le vivant. L'étude du champignon, par transparence à travers les parois du corps du Crustacé parasité, permet de suivre les différentes étapes du développement. Ces observations sont faites soit directement, en plaçant entre lame et lamelle le Copépode dans une goutte d'eau, soit après action d'un colorant vital.

b) Observations sur matériel fixé. Les Copépodes sont, soit fixés dans le Carnoy et inclus dans la paraffine, les coupes étant ensuite colorées à l'hématoxyline-éosine ou au trichrome de Masson, soit traités selon la méthode de Musy et coll. (1970).

2. — En vue de l'observation au microscope électronique. Les Copépodes sont fixés *in toto* dans le tétr oxyde d'Osmium à pH 7,4 ; après déshydratation et inclusion dans le Spurr, des coupes ultra ou semi-fines sont réalisées à l'aide d'un ultramicrotome OM U2 de Reichert. Les coupes ultra-fines sont alors contrastées par le citrate de Plomb après mordantage aux sels d'Urane. Les observations sont effectuées au microscope électronique Zeiss EM 9A.

Données de la microscopie photonique

Durant la phase trophique, les hyphes tubulaires, ramifiées, septées, s'étalent progressivement dans tout le Copépode. Le mycélium se renfle en de nombreux points pour donner des masses plasmodiales qui encombrer le corps du Crustacé (fig. 1) ; de grêles rhizoïdes de 2 à 3 μ de diamètre, de courts isthmes intercalés entre les renflements, sont

FIG. 1. — Copépode envahi par des *Catenaria* ; les sporanges sont seuls discernables.

FIG. 2. — Sporangies avec tubes de sortie des zoospores ; rhizoïdes.

FIG. 3. — Zoospores avec flagelle postérieur (flèche). Dans chaque spore, le noyau réfringent, coiffé par le capuchon nucléaire, est visible.

cl : cloison ; Rh : rhizoïde ; Spg : sporange ; T.s. : tube de sortie des spores ; Zsp : zoospores.

en outre visibles (*fig. 3*). Les masses plasmodiales se transforment en sporanges de 30 à 40 μ de diamètre qui se séparent les uns des autres et s'isolent des parties somatiques au niveau de cloisons. Tandis que les zoospores s'organisent, chaque sporange forme un tube de 4 à 5 μ de large qui s'allonge plus ou moins et arrive à perforer la paroi du corps du Crustacé. Les zoospores s'échappent par ces longs goulots et se répandent autour du Copépode qui vient de mourir. Les spores sont, en général, arrondies (*fig. 2*), elles mesurent 4 à 5,5 μ de diamètre ; pourvues d'un unique flagelle postérieur, elles montrent un noyau réfringent, en partie recouvert par un capuchon basophile, et quelques granules Soudan IV positif. Après un temps d'intense activité, les zoospores s'immobilisent et s'enkystent. Ce champignon qui d'abord envahit le corps du Copépode puis lyse sa paroi en de nombreux points pour laisser émerger les tubes de sortie des spores, entraîne, inéluctablement, la mort de son hôte.

Données de la microscopie électronique

Rhizoïdes (*fig. 4*).

Les rhizoïdes sont entourés d'une enveloppe mince constituée d'un matériel amorphe qui recouvre la membrane plasmique. L'axe des hyphes est occupé par de larges vacuoles limitées par une membrane unitaire et contenant une substance fibro-granulaire très lâche. Les différents organites cellulaires se situent latéralement dans une zone riche en ribosomes. Les noyaux interphasiques sont nucléolés, leur chromatine en grains très fins est régulièrement répartie. La membrane externe de l'enveloppe nucléaire donne naissance à l'appareil de Golgi par bourgeonnement et microvésiculation. Les microvésicules constituent la face convexe ou face de formation du dictyosome. Ces vésicules se réunissent pour former un premier, puis un deuxième saccule de 20 nm d'épaisseur ; des vacuoles de sécrétion se disposent sur la face distale de maturation et se mêlent aux citernes du réticulum endoplasmique granulaire. Les mitochondries ont des crêtes tubulaires de 60 nm de diamètre : une matrice finement granuleuse remplit leur chambre interne. Des flaques lipidiques fortement osmiophiles, des corps denses limités par une membrane unitaire, des organites myéliniformes, se placent aussi pariétalement.

FIG. 4. — Rhizoïde.

FIG. 5. — Extrémité du tube de sortie des spores. Intense activité membranaire. Genèse de la paroi formée de deux zones de densité différente (flèche). L'extrémité du mycélium est protégée par un épaississement de la zone externe dense de l'enveloppe.

FIG. 6. — Portion de plasmode. Les noyaux sont situés à la périphérie, les centrioles sont tournés vers l'extérieur.

FIG. 7. — La coupe passe par les deux centrioles.

a.p. : aire péricentriolaire ; c.a. : centriole accessoire ; c.f. : centriole fonctionnel ; E : enveloppe ; G : golgi ; L : lipide ; M : mitochondrie ; m.p. : membrane plasmique ; N : noyau ; n. : nucléole 2 parties (flèches) ; rib. : ribosome ; v. : vacuole ; ve : vésicules.

Goulots par lesquels s'échappent les zoospores (fig. 5).

Le développement de ces portions de thalles spécialisées dans l'évacuation des zoospores est rapide. La croissance est apicale, selon une règle commune à toutes les hyphes de champignon. Dans la région terminale de chaque goulot, le cytoplasme contient un grand nombre de vésicules de formes irrégulières limitées par une membrane unitaire. Ces enclaves ont un contenu transparent aux électrons ou englobent des sphérules denses ; leur origine golgienne est probable. Les vésicules se soudent par leur paroi à la membrane plasmique pour en augmenter la surface ; en même temps, par un phénomène d'exocitose, elles déversent leur contenu à l'extérieur, participant de cette manière à la genèse de l'enveloppe de l'hyphe. Celle-ci est constituée de deux parties de nature polysaccharidique : une zone externe amorphe, dense au rayonnement électronique, une zone interne fibrillaire, plus transparente. A l'extrémité apicale, la zone amorphe, très développée, forme un capuchon tandis que la zone fibrillaire importante pariétalement, est réduite. Dans la région distale, le cytoplasme contient presque uniquement les vacuoles participant à la genèse des membranes et des parois. Au-dessous se disposent de longues mitochondries ramifiées, des dictyosomes, des flaques lipidiques. Dans l'axe des goulots, la vacuolisation s'intensifie au moment de l'émission des zoospores.

Reproduction

Phase plasmodiale.

Des plasmodes, très renflés par rapport aux hyphes originales, se forment à la suite d'une période d'intense activité mitotique. Les divisions nucléaires du type cryptomitose (Hollande, 1972) sont conformes à ce qui a été décrit par Ichida et Fuller (1968) à propos de *Catenaria anguillulae*. Après replications, les centrioles couplés migrent pour occuper, de part et d'autre du noyau, deux positions diamétralement opposées. Un fuseau de microtubules apparaît dans le noyau dont l'enveloppe persiste durant toute la mitose.

Le futur sporange globuleux (fig. 6) est protégé par une enveloppe de 180 à 200 nm d'épaisseur, composée d'une couche externe amorphe dense, d'une couche interne fibrillaire lâche. Les différents organites se déplacent légèrement comme mus par une faible force centrifuge. Les noyaux quiescents se portent à la périphérie, leur chromatine finement granuleuse est assez régulièrement répartie ; leur nucléole se place à proximité de la région centriolaire. Cette position excentrique du nucléole est fréquente dans les zoospores de Phycomycètes. Les nucléoles sont constitués de deux parties, la moins dense avoisinant les centrioles. Le centre cinétique se compose de deux centrioles placés en position orthogonale dans une petite aire de plasma électroniquement dense (fig. 7). Ces centrioles sont d'inégale longueur, le plus long mesure 200 à 220 nm, le plus court 120 à 130 nm. Les centrioles se logent dans des dépressions nucléaires orientées vers la

face extérieure du sporange. Autour des noyaux se mêlent des mitochondries globuleuses ou allongées, nettement isolées les unes des autres, des flaques lipidiques polymorphes souvent accolées aux vésicules nucléaires et les déprimant, de petits groupes de vésicules lisses, probablement de nature golgienne, des corps denses ou « microbodies ». Déjà à ce stade, à côté de profils ergastoplasmiques, l'attention est attirée par des dilata-tions du réticulum endoplasmique granulaire contenant de petits corpuscules hétérogènes en voie de polymérisation sur lesquels nous aurons à revenir. Entre les différents organites, des ribosomes libres sont répartis sans ordre.

Une première modification, au cours de la maturation du sporange, concerne le centre cinétique. Un des centrioles (le centriole accessoire, court et non fonctionnel) ne se modifie pas, tandis que l'autre s'étire pour former un cylindre de 500 nm de long. Le flagelle naît à partir du centriole fonctionnel transformé en cinétosome ; entre le corpus-cule basal et le flagelle s'intercale une mince plaque basale. Une vacuole se crée au contact du flagelle naissant. L'axonème flagellaire, en se développant, creuse cette vacuole qui forme d'abord une coupe puis un long infundibulum à double paroi mem-branaire. La vésicule initiale s'accroît très fortement par le concours d'autres vésicules lisses s'unissant à elle. La jonction des espaces périflagellaires de vésicules et d'invagina-tions de la membrane plasmique crée des plans de clivage qui morcellent la masse spo-rangiale et individualisent les spores (*fig. 8*). Le flagelle croît rapidement, son axonème est normalement formé de 9 doublets périphériques entourant deux tubules centraux. Pendant cette phase de maturation sporangiale, les noyaux, les mitochondries isolées, les flaques lipidiques, la répartition des ribosomes, se modifient peu. Par contre, nous assistons à une genèse de particules gamma qui avait été seulement amorcée au stade précédent. Des corpuscules arrondis de 40 nm de diamètre, ayant un centre transparent aux électrons et une matrice dense, se polymérisent dans des vésicules aplaties ou dilatées en relation avec le réticulum endoplasmique. Ces petits organites, d'abord isolés, se groupent ensuite par 2, 3 ou plus et tendent à fusionner.

L'évolution se poursuivant, quatre modifications sont à relever. La chromatine des noyaux se réunit progressivement en mottes ; les mitochondries se rapprochent et commencent à fusionner ; les ribosomes se groupent, formant des polysomes sans que leur aire de répartition ait encore une limite membranaire ; les globules lipidiques ne sont plus à proximité immédiate des noyaux (*fig. 9*).

Ensuite deux regroupements se précisent : toutes les mitochondries s'unissent, les ribosomes et polysomes forment un ensemble de plus en plus massif. Le réticulum endoplasmique, très abondant, dessine un réseau et envoie des diverticules dans la masse ribosomiale ; des saccules de réticulum entourent le chondriome et leurs cavités se mettent en rapport avec l'étroite chambre externe du chondriome (*fig. 10*). Le noyau perd alors sa forme globuleuse pour devenir piriforme, son pôle étroit est en rapport avec le centriole fonctionnel. Les blocs de chromatine se groupent en cordons tandis que le nucléole occupe la partie rétrécie de la vésicule nucléaire. La genèse des particules gamma s'est poursuivie ; des organites denses, arrondis ou ayant une forme typique de fer à cheval, occupent des vésicules à matrice claire (*fig. 11*).

FIG. 8. — Clivage de la masse sporangiale; genèse des flagelles; formation des particules gamma (flèches).

ci: cinétosome; E.spg.: enveloppe sporangiale; F: flagelle; L: lipide; M: mitochondrie; m.p.: membrane plasmique; N: noyau; n.: nucléole; p.cl.: plan de clivage; ve: vésicule formant les gaines périflagellaires et les plans de clivage.

Les zoospores enveloppées par une membrane unitaire sont enfin entièrement individualisées. Elles sont globuleuses ou allongées; leur noyau piriforme est partiellement recouvert par le capuchon nucléaire (« nuclear-cap » des Anglo-Saxons), bien limité

par une double membrane qui se soude à l'enveloppe nucléaire pour former une enveloppe continue. Le chondriome à crêtes longues et étroites (25 à 30 nm d'épaisseur) s'étale latéralement ; il est accolé au noyau et au capuchon nucléaire qu'il dépasse dans la région apicale ; il forme un court anneau péricentriolaire. Les globules lipidiques, toujours séparés les uns des autres, s'inscrustent dans le côté libre du chondriome et le dépriment. Dans leur partie non enrobée par le chondriome, les masses lipidiques

FIG. 9. — Sporogénèse. Formation de mottes de chromatine, groupement des ribosomes, mitochondries toujours disséminées.

FIG. 10. — Suite de la sporogénèse. Chromatine en cordons, organisation du capuchon nucléaire, globules lipidiques s'éloignant du noyau, particules gamma, abondance du réticulum endoplasmique.

cho : chondriome unique ; chr : chromatine ; e.n. : enveloppe nucléaire ; F : flagelle ; M : mitochondrie ; N : noyau ; p.g. : particule gamma ; p.cl. : plan de clivage ; R.e. : réticulum endoplasmique ; rib. : ribosomes ; ve : vésicules.

sont reliées entre elles par une nappe finement granulaire. Des corps gamma typiques sont éparpillés dans la cellule, le réticulum endoplasmique est toujours abondant (fig. 12).

Les zoospores actives sont caractérisées par deux ensembles : noyau piriforme et capuchon nucléaire rassemblant les ribosomes cellulaires, chondriome unique et globu-

FIG. 11. — Fin de la sporogénèse. Noyau conique surmonté du capuchon nucléaire.

FIG. 12. — Zoospore libre montrant les détails du complexe latéral.

FIG. 13-14. — Enkystement des spores. Dans le noyau, disparition des blocs de chromatine, mitochondries dispersées, désintégration des particules gamma, formation de l'enveloppe kystique par exocytose, rétraction intracytoplasmique du flagelle.

C : cinétosome ; cho : chondriome ; c.n. : capuchon nucléaire ; E.k. : enveloppe sporale ; F : flagelle ; F.r. : flagelle rétracté ; L : lipide ; M : mitochondrie ; m.n. : membrane nucléaire ; m.p. : membrane plasmique ; N : noyau ; n. : nucléole ; p.g. : particules gamma ; R.e. : réticulum endoplasmique.

les lipidiques formant un corps latéral (« side-body »). Elles perdent rapidement ces caractéristiques au cours de l'enkystement où elles rétractent l'axonème flagellaire (fig. 14) et secrètent une enveloppe protectrice. Le noyau reprend une forme globuleuse, les cordons de chromatine se désagrègent progressivement. Le chondriome se présente sous forme de mitochondries individualisées. Les ribosomes, libres ou accolés au réticulum endoplasmique, se répandent dans toute la spore enkystée. Dans les dilata-tions de réticulum, des granules à centre transparent aux électrons se dépolymérisent, les organites répondant à la définition des particules gamma ne sont plus discernables. La genèse de l'enveloppe sporale s'effectue par un actif processus d'exocytose (fig. 13-14).

Discussion

Le Phycomycète parasite des Cyclopoïdes est caractérisé par un thalle tubulaire ramifié, faiblement septé qui, pendant sa phase trophique, envahit le corps du Crustacé. A maturité, les parties somatiques sont réduites à de fins rhizoïdes ; de nombreux sporanges globuleux déchargent leurs spores au moyen de longs goulots qui transpercent les parois du corps de l'hôte en différents points. Les zoospores uninucléées, souvent arrondies (4 à 5,5 μ de diamètre), ont un noyau coiffé d'un capuchon et flanqué d'un corpus-cule latéral. Ce parasite répond à la diagnose du genre *Catenaria* ; au moins provisoire-ment, il peut être rattaché à l'espèce *C. anguillulae* Sorokine. En effet, Couch (1945) reprenant l'étude de cette *Catenaria*, en donne une description suffisamment lâche pour pouvoir regrouper dans une même espèce différents thallophytes vivant aux dépens de petits animaux, ou en saprophytes de végétaux. De nouveaux moyens d'investigation conduiront probablement à séparer les formes momentanément rattachées à l'espèce *anguillulae*. L'étude des ultrastructures permet déjà de mieux cerner le problème.

Les noyaux de la *Catenaria* des Cyclops se divisent par un mode cryptomitotique répondant à la description donnée par Ichida et Fuller pour *Catenaria anguillulae*. Ce type de division se retrouve chez les Blastocladielles (Lessie et Lovett, 1968), les Sapro-légnales (Heath et coll., 1970) ; il est un peu modifié chez les *Harpochytrium* (Whisler et Travland, 1973), dans lesquels la membrane nucléaire persiste mais est fenêtrée à chaque pôle au niveau des centres cinétiques.

Les centres cinétiques sont composés de deux centrioles en position orthogonale. Pendant la sporogenèse, un seul centriole s'allonge pour former un cinétosome d'où part le flagelle. Le deuxième centriole demeure court. Cet organite accessoire peut être consi-déré avec Olson et Fuller (1968) comme un vestige témoignant de l'origine biflagellaire des Phycomycètes à zoospores uniflagellées. Un dispositif flagellaire similaire a souvent été décrit dans les zoospores uniflagellées des Chytridiomycètes (Olson et Fuller, 1968 ; Lessie et Lovett, 1968 ; Fuller et Olson, 1971 ; Travland et Whisler, 1971 ; Reichle, 1972 ; Chong et Barr, 1973, 1974).

Une vacuole naît à proximité de l'extrémité distale du cinétosome. Elle se creuse en un long infundibulum au cours de la croissance du flagelle. Le fourreau flagellaire,

en s'hypertrophiant, forme les sillons de clivage qui individualiseront les spores par un mécanisme identique à ce qui a été décrit pour les *Blastocladiella* par Renaud et Swiff (1964) ; Lessie et Lovett (1968). Par contre, les sillons de clivage ne se creusent qu'après la genèse des flagelles chez *Harpochytrium hedinii* (cf. Travland et Whisler, 1971) chez *Olpidium brassicae* (cf. Temmink et Campbell, 1968).

Le capuchon nucléaire est formé d'une agrégation de ribosomes secondairement enrobée dans des vésicules provenant du réticulum endoplasmique. Celles-ci fusionnent à la fois entre-elles et avec l'enveloppe nucléaire pour former une double paroi membranaire autour de l'assemblage ribosomal. Une masse individualisée de ribosomes, coiffant la partie élargie arrondie du noyau, est une particularité propre à beaucoup de zoospores de Chytridiomycètes. Cependant, quelques formes uniflagellées, telles les *Rhizophydium* (cf. Fuller, 1966), les *Chytridium* (cf. Schnepf et coll., 1971), ne différencient pas de capuchon nucléaire. Les ribosomes sont dispersés dans les zoospores biflagellées.

Dans la zoospore des *Catenaria* des Cyclops, un complexe latéral jouxtant le noyau est constitué par une unique masse mitochondriale dans laquelle s'enfoncent en partie des globules lipidiques extérieurement empâtés dans une bande granulaire. Ce complexe est le « side-body » des *Blastocladiella* décrit par Cantino et Mack (1969), Cantino et Truesdell (1970). Un « side-body » est également signalé par Chong et Barr (1974) dans la zoospore de *Catenaria anguillulae*.

Au cours de la sporulation, nous avons suivi la formation de particules gamma. Ces organites sont identiques à ceux qui ont été signalés dans les zoospores de *Blastocladiella emersonii* par Cantino et Mack (1969). En outre, les différentes séquences de leur genèse sont calquées sur celles analysées toujours chez *Blastocladiella* par Barstow et Lovett (1975).

La zoospore de la *Catenaria* étudiée se révèle, jusque dans le détail de ses ultrastructures, comme étant tout à fait semblable à celle de *C. anguillulae* décrite par Chong et Barr (1974) en partant de cultures. Les observations ultrastructurales confirment, en outre, la nécessité de rattacher les *Catenaria* aux Blastocladiales, comme l'avait suggéré Couch dès 1945.

Bibliographie

- BARSTOW (W.E.) et LOVETT (J.S.), 1975. — Formation of gamma particles during zoosporogenesis in *Blastocladiella emersonii*. *Mycologia*, 67, 518-529.
- CANTINO (E.S.), LOVETT (J.S.), LEAR (L.V.) et LITHGOE (J.), 1963. — The single mitochondrion, fine structure and germination of the spore *Blastocladiella emersonii*. *J. Gen. Microbiol.*, 31, 393-404.
- CANTINO (E.C.) et MACK (J.P.), 1969. — Form and function in the zoospore of *Blastocladiella emersonii*. I. The gamma particle and satellite ribosome package. *Nova Hedwigia*, 18, 115-147.

- CANTINO (E. C.) et TRUESDELL (L. C.), 1970. — Organization and fine structure of the side-body and its lipid sac in the zoospores of *Blastocladiella emersonii*. *Mycologia*, 52, 548-567.
- CHONG (J.) et BARR (D. S. J.), 1973. — Zoospores development and fine structures in *Phlyctochytrium arcticum* (Chytridiales). *Can. J. Bot.*, 51, 1411-1420.
- CHONG (J.) et BARR (D. S. J.), 1974. — Ultrastructure of the zoospores of *Entophlyctis confervae-glomeratae*, *Rhizophyidium patellarium* and *Catenaria anguillulae*. *Can. J. Bot.*, 52, 1197-1204.
- COUCH (J. N.), 1945. — Observations on the genus *Catenaria*. *Mycologia*, 37, 163-198.
- FULLER (M. S.), 1966. — Structure of the uniflagellate zoospore of aquatic Phycomycetes. In *Colson Society Papers*, n° 18, on the Fungus spore, ed. M. F. Madelin, pp. 67-84, Butterworths, édit., London.
- FULLER (M. S.) et OLSON (L. W.), 1971. — The zoospores of *Allomyces*. *J. of Gen. Microb.*, 66, 171-183.
- HEATH (J. B.), 1976. — Ultrastructure of freshwater Phycomycetes. In *Recent Advances in aquatic Mycology*, Elek Science, pp. 603-650, E. B. Gareth Jones, édit., London.
- HEATH (J. B.), GREENWOOD (A. D.) et GRIFFITHS (H. B.), 1970. — The origin of flimmes in *Saprolegnia*, *Dictyuchus*, *Synura* and *Cryptomonas*. *J. cell. Biol.*, G.B., 7, 445-461.
- HOLLANDE (A.), 1972. — Le déroulement de la cryptomitose et les modalités de la ségrégation des chromatides dans quelques groupes de Protozoaires. *Ann. Biol. Fr.*, 11, 427-466.
- ICHIDA (A. A.) et FULLER (M. S.), 1968. — Ultrastructure of mitosis in the aquatic fungus *Catenaria anguillulae*. *Mycologia*, 60, 141-155.
- LESSIE (P. E.) et LOVETT (J. S.), 1968. — Ultrastructures changes during sporangium formation and zoospores differentiation in *Blastocladiella emersonii*. *Amer. J. Bot.*, 55, 220-236.
- MICHEL (R.), 1971. — Champignons et Protistes parasites des Copépodes Calanoïdes et Cyclopoïdes de la région de Montpellier et d'Alès. *Thèse 3^e Cycle, U.S.T.L., Montpellier*, 115 p.
- MUSY (J.-P.), MODIS (L.), GOTZOS (V.) et CONTI (G.), 1970. — Nouvelles méthodes de coloration sur coupes semi-fines pour tissus inclus en Araldite. Etude au microscope à champ clair, à contraste de phase et à fluorescence. *Acta Anat.*, 77, 37-49.
- OLSON (L. W.) et FULLER (M. S.), 1968. — Ultrastructural evidence for the biflagellate origin of the uniflagellate fungal zoospore. *Archiv. für Mikrobiol.*, 62, 237-250.
- REICHLE (R. E.), 1972. — Fine structure of *Oedogoniomyces* zoospores with comparative observations on *Monoblepharella* zoospores. *Can. J. Bot.*, 50, 819-824.
- REICHLE (R. E.) et FULLER (M. S.), 1967. — The fine structure of *Blastocladiella emersonii* zoospores. *Am. J. Bot.*, 54, 81-92.
- RENAUD (F. L.) et SWIFT (H.), 1964. — The development of basal bodies and flagella in *Allomyces arbuscula*. *J. Cell. Biol.*, 23, 339-354.
- SCHNEFF (E.), DEICHGRABER (G.), HEGEWALD (E.) et SOEDER (C. J.), 1971. — Elektronenmikroskopische Beobachtungen an Parasiten aus *Scenedesmus*-Massenkulturen. 3. *Chytridium* sp. *Arch. Mikrobiol.*, 75, 230-245.

- TEMMINK (J. H. M.) et CAMPBELL (R. N.), 1968. — The ultrastructure of *Olpidium brassicae*.
I. Formation of sporangia. *Can. J. Bot.*, **46**, 951-956.
- TRAVLAND (L. B.) et WHISLER (H. C.), 1971. — Ultrastructure of *Harpochytrium hedinii*.
Mycologia, **43**, 767-789.
- WHISLER (H. C.) et TRAVLAND (L. B.), 1973. — Mitosis in *Harpochytrium*. *Archiv. Protistenk.*,
115, 69-74.
-