Les caractéristiques ultrastructurales de la cellule végétative et du kyste chez Paradoxia multiseta (Chlorophyceae, Chlorococcales)

Autor(en): **Reymond, Olivier L. / Hegewald, Eberhard**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société**

Band (Jahr): **40 (1987)**

Heft 1: **Archives des Sciences**

PDF erstellt am: **02.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-740308

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Arch. Sc. Genève	Vol. 40	Fasc. 1	pp. 65-76	1987

LES CARACTÉRISTIQUES ULTRASTRUCTURALES DE LA CELLULE VÉGÉTATIVE ET DU KYSTE CHEZ *PARADOXIA MULTISETA* (CHLOROPHYCEAE, CHLOROCOCCALES)

PAR

Olivier L. REYMOND [1] et Eberhard HEGEWALD [2]

SUMMARY

The ultrastructural features of the vegetative cell and the cyst in Paradoxia multiseta (Chlorophyceae, Chlorococcales).

The main ultrastructural features of the vegetative cell consist of complex leaf-like appendages and a multi-stalked pyrenoid. In addition, thin fibrillar and hollow spines, a large cupshaped chloroplast, honeycomb structures in the cytoplasmic invaginations of the pyrenoid, two huge vacuoles and a post-mitotic phycoplast (consisting of centrioles and microtubules) complete the ultrastructural description. The cyst (or resting stage) which is sometime formed during the life cycle, is characterized by a thick cell wall, a massive chloroplast and many starch deposits. Morphogenesis of the appendages, and ultrastructural and taxonomical comparisons with other related species or genera *(P. pelletieri, Ankyra, Korshikoviella, Schroederia, Pseudoschroederia)* are discussed.

INTRODUCTION

Paradoxia multiseta Svirenko (1928) est une minuscule algue verte cénobiale dont l'aspect peu coutumier ne manque pas d'intriguer les algologues. Elle est formée de deux cellules d'apparence piriforme à fusiforme reliées entre elles par leurs extrémités antérieures effilées. Les cellules sont recouvertes de nombreuses soies perpendiculaires à la paroi cellulaire ou orientées vers l'arrière. L'extrémité antérieure de chacune des cellules porte deux appendices foliacés (fig. 1). Cette algue rare est planctonique dans les eaux douces de nombreux pays (Reymond & Druart, 1982).Un premier travail préfigurant de l'ultrastructure de *P. multiseta* est celui de Swale & Belcher (1971) concernant *Ankyra* Fott (1957). En effet il s'est avéré ultérieurement

[1] Institut d'Histologie et d'Embryologie, Université de Lausanne, 9, rue du Bugnon, CH-1005 Lausanne, Suisse.

[2] Institut für Biotechnologie der KFA, IBT-3, D-5170 Jülich, République Fédérale d'Allemagne.

que les appendices foliacés caractéristiques de ce genre étaient identiques à ceux rencontrés chez *P. multiseta* par Reymond (1979) et Reymond & Druart (1980, 1982). Si les travaux précités abordent plus particulièrement la taxonomie du genre *Paradoxia* et *Ankyra* ainsi que l'ultrastructure de l'ornementation, Hegewald & Reymond (1985) décrivent brièvement le cycle de reproduction de *P. multiseta* et quelques autres aspects de sa cytologie.

Le but de cette étude est de faire la synthèse de nos connaissances de la cytologie de la cellule végétative ainsi que du kyste (spore de durée) chez *P. multiseta*. L'ultrastructure de la zoospore (configuration absolue de l'appareil flagellaire) ainsi que le déroulement de la formation des cœnobes n'est pas abordée.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Origine du matériel

Les résultats concernant la cellule végétative ont été obtenus à partir de récoltes ainsi que de cultures. Les résultats concernant les kystes ont été obtenus à partir de cultures uniquement.

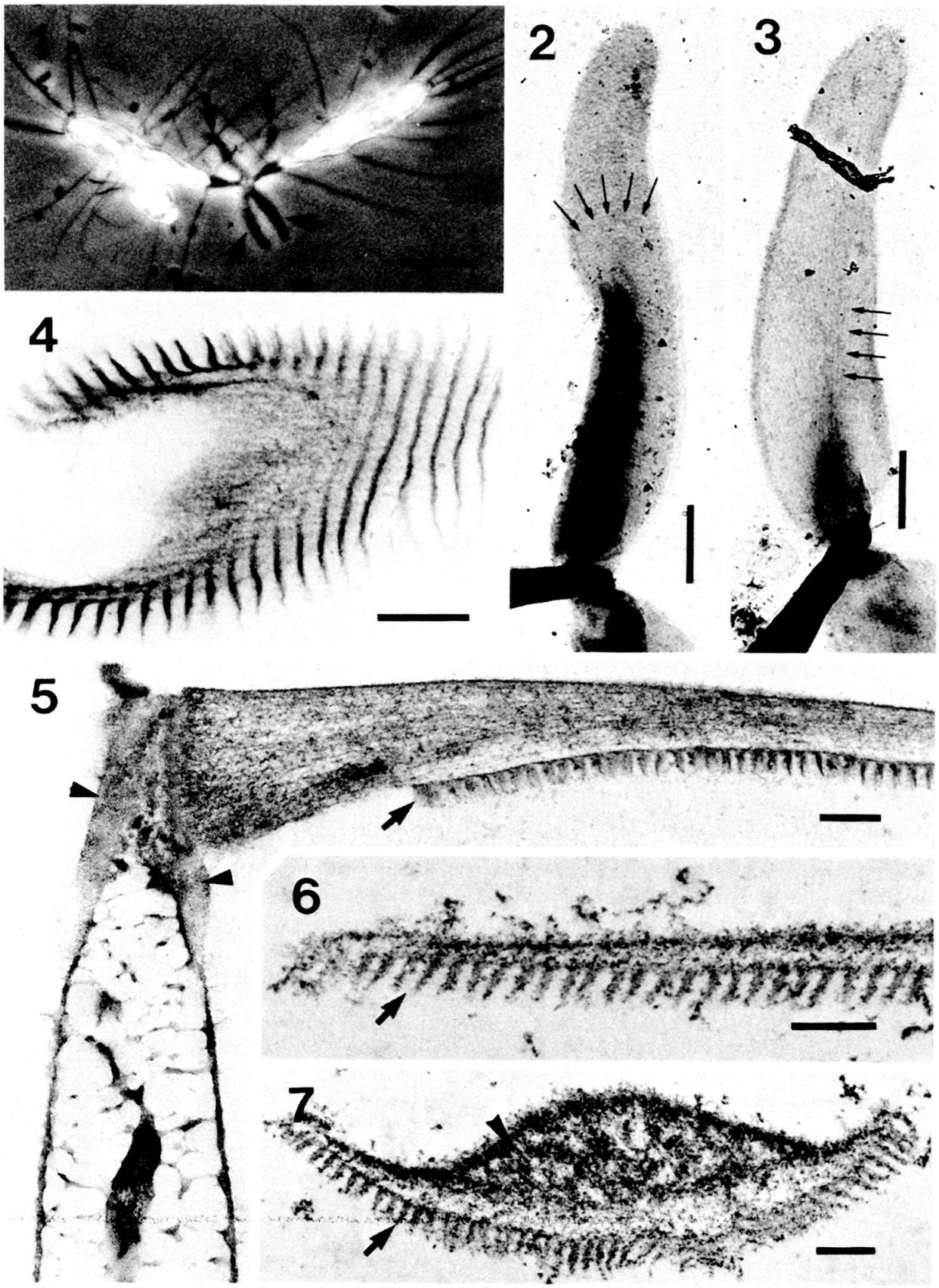
Les récoltes sont les suivantes:

1) Lac de Bret (Suisse). Leg. O. Reymond, septembre 1976.
2) Lac de Marmara (Turquie). Leg. S. Cirik (1978).
3) Lac du Bourget (France). Leg. J.-C. Druart, août à septembre 1978.

Une culture monoalgale a pu être obtenue à partir d'une récolte au Haltener Stausee (République Fédérale d'Allemagne) effectuée par E. Hegewald. Elle est déposée dans deux algothèques avec les références suivantes: SAG B 18.84 Göttingen (Schlösser, 1984) et UTEX 2460 Austin, Texas.

Microscopie électronique

Les cellules de *Paradoxia* ont été étudiées de deux manières, soit par observations du matériel étalé sur des grilles de microscopie électronique selon la technique antérieurement décrite par Reymond & Druart (1982), soit par observations de coupes de cellules. Dans ce dernier cas, le matériel a été fixé au glutaraldéhyde et au tétroxyde d'osmium selon la méthode de Pickett-Heaps *et al.* (1978), déshydratées, enrobées dans la résine. Cette dernière a été polymérisée à plat entre deux lames de verre spécialement traitées selon la technique de Reymond & Pickett-Heaps (1983). Après avoir démoulé l'une des lames de verre puis sélectionné au microscope optique le matériel intéressant, ce dernier a été monté sur un support, puis sectionné sur l'ultramicrotome. Les sections ont été recueillies sur des grilles à fente, contrastées à l'acétate


1
2
3
4
5
6
7

d'uranyle et au citrate de plomb, carbonnées, puis finalement observées sur les microscopes Zeiss EM 10, d'une part de la Section de Biologie de l'Université de Genève, et d'autre part de l'Institut d'Histologie et d'Embryologie de l'Université de Lausanne.

FIG. 1.

Paradoxia multiseta est un cénobe composé de deux cellules ornementées chacune de soies et de deux appendices foliacés (flèches).
Matériel séché et observé au contraste de phase.

FIG. 2.

Face interne d'un appendice foliacé.
Des lignes denses en rangs serrés forment des arcs de cercles (flèches) ou crêtes.
Préparation par étalement sur grille pour la microscopie électronique.

FIG. 3.

Face externe d'un appendice foliacé.
On remarque de fines lignes longitudinales (flèches).
Même préparation que pour la fig. 2.

FIG. 4.

Section en diagonale à travers un appendice foliacé.
On remarque les crêtes (lignes denses parallèles) ainsi que les lignes fines longitudinales.

FIG. 5.

Apex d'une cellule et coupe longitudinale d'un appendice.
On remarque les crêtes (flèches) ainsi qu'une large épaisseur de matériel fibrillaire.
L'apex cellulaire est presque dénué de cytoplasme.
Il est recouvert du manchon (têtes de flèches) portant les appendices.

FIG. 6.

Coupe longitudinale d'un appendice. Détail des crêtes (flèches).

FIG. 7.

Coupe transversale d'un appendice à travers la partie fibrillaire (tête de flèche) et la partie des crêtes (flèches).
Grossissements: La barre représente: Fig. 1: 10 μm; Figs 2 et 3: 1 μm; Figs 4, 5, 6 et 7: 0,2 μm.

RÉSULTATS

Les appendices foliacés, l'apex cellulaire et les soies.

Les appendices foliacés constituent un des caractères les plus originaux du genre *Paradoxia* (et *Ankyra*). Leur étalement sur grille de microscopie électronique montre qu'une des faces est recouverte de nombreuses crêtes transversales en arc de cercle (face dite interne, fig. 2) alors que l'autre face est lisse et montre des fibrilles longitudinales (face dite externe, fig. 3). En coupe oblique (fig. 4), longitudinale (figs 5, 6) et transversale (fig. 7), l'existence des crêtes ainsi que des fibrilles longitudinales (peu visible sur les figures 6 et 7) est confirmée. Les appendices sont solidement fixés sur l'apex cellulaire par une sorte de manchon (figs 5 et 8-12) dont l'épaisseur est grandissante au fur et à mesure que le diamètre cellulaire se rétrécit. L'apex des cellules végétatives comprend toujours du cytoplasme plus ou moins réticulé et désorganisé ne s'appuyant contre la paroi cellulaire que par un fin réseau de trabécules (figs 5, 8, 9, 10 et 14), et uniquement des ribosomes sont identifiables (fig. 14). Jusqu'à présent aucun microtubule n'a pu être mis en évidence à cet endroit (chez la cellule végétative!). La connection entre les deux cellules formant le cénobe est faible et peut se rompre par agitation de la culture. Aucun pont cytoplasmique n'a pu être mis en évidence (fig. 13). L'axe formé par les appendices foliacés d'une cellule est généralement perpendiculaire à celui formé chez la cellule opposée (ce qui explique la présence de deux appendices et non de quatre sur la fig. 13). De nombreuses longues soies légèrement coniques et de différents diamètres, ornent la paroi cellulaire. Formées de très nombreuses fibrilles orientées parallèlement, elles ont un pourtour circulaire, sont creuses (figs 14, 15 et 16) et s'amincissent de façon régulière jusqu'à leurs extrémités. Leur mode de formation et leur système d'implantation sur la paroi cellulaire n'est pas encore élucidé. Il semble cependant que leur fixation ne concerne que la partie supérieure de la paroi dont elles ne se détachent presque jamais, même après une forte agitation mécanique.

Cytologie interne

Le chloroplaste occupe une place importante dans la partie postérieure de la cellule, il est pariétal, en forme de coupe, et quelquefois des crêtes orientées longitudinalement rayonnent vers le centre de la cellule (figs 16 et 17). On remarque également un stigma ainsi que des inclusions d'amidon. Le pyrénoïde est généralement absent ou unique et possède une morphologie très particulière: il est multipédonculé et relié au chloroplaste par les crêtes de ce dernier. Il n'est jamais entouré par une véritable coque d'amidon ou des thylacoïdes, et de multiples invaginations cytoplasmiques lui donne un aspect très irrégulier (figs 16, 17 et 19). Dans les invaginations cytoplasmiques se

logent de minuscules organites de géométrie régulière en forme de nids d'abeilles (figs 17, 18 et 19). La signification de ces organites est inconnue jusqu'à présent.

Le système vacuolaire est régulièrement représenté par deux vacuoles plus ou moins importantes situées dans la région antérieure et postérieure du cytoplasme (fig. 16). Les très jeunes cellules végétatives possèdent une vacuole pulsatile.

Le noyau est situé dans la zone centrale du cytoplasme, il est accompagné de deux centrioles. La division nucléaire n'a pas encore pu être observée. On constate cependant qu'à la fin de celle-ci, un phycoplaste formé de quatre centrioles et de nombreux microtubules se situe entre les deux noyaux nouvellement formés (fig. 20). Deux zoospores seront formées ultérieurement.

FIGS. 8 à 12.

Sélection dans une série de coupes transversales de l'apex de la cellule et du manchon (flèches) portant les deux appendices foliacés.
Le manchon est également représenté en coupe longitudinale aux figs 5 et 13.

FIG. 13.

Connection entre les deux cellules d'un cénobe. Du cytoplasme (flèches) parvient encore rarement jusqu'à la partie la plus antérieure. Aucun pont cytoplasmique n'a jamais été observé dans les cellules végétatives. Les appendices foliacés étant disposés en croix, seulement une paire peut être observée sur cette micrographie.

FIG. 14.

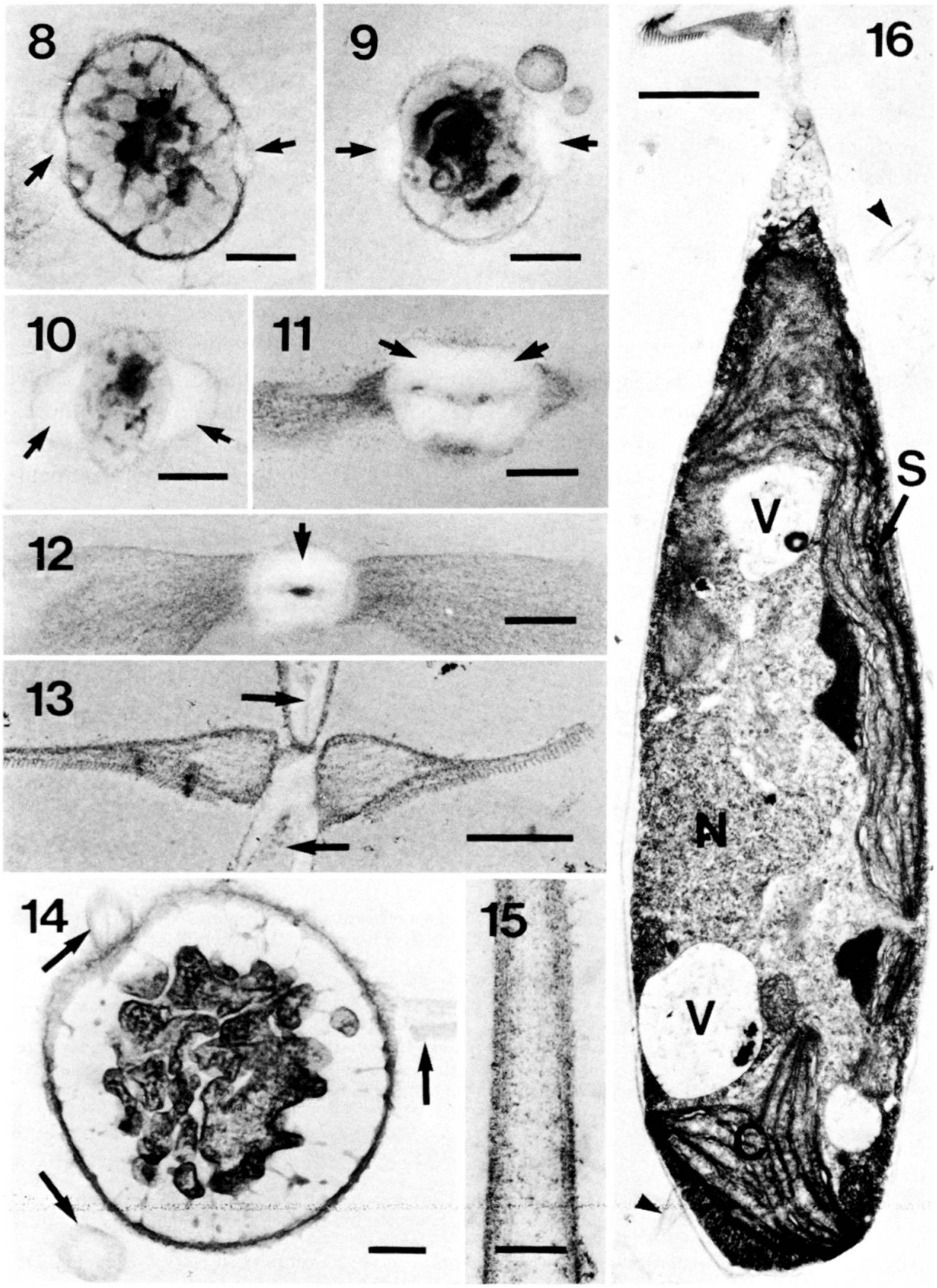
Coupe transversale de l'apex d'une cellule à un niveau bien inférieur à celui des appendices.
Le cytoplasme est très désorganisé et seulement des ribosomes sont présents.
Quelques trabécules relient le cytoplasme à la paroi cellulaire d'où émanent trois soies creuses (flèches).

FIG. 15.

Section longitudinale d'une soie, montrant son aspect creux et les nombreuses fibrilles qui la compose.

FIG. 16.

Coupe longitudinale d'une cellule.
On distingue seulement un des appendices, des soies creuses (pointes de flèches), un noyau (N), deux vacuoles importantes (V) ainsi qu'une plus petite, le chloroplaste (C), un stigma (S, flèche) et deux pyrénoïdes (P).
Grossissements: la barre représente: Figs 8 à 12, 14 et 15: 0,2 μm; Fig. 13: 1 μm; Fig. 16: 2 μm.


8
9
10
11
12
13
14
15
16
S
V
N
V

Les kystes

Des kystes (ou cellules de durée) peuvent facultativement se former au cours du cycle de reproduction (fig. 21). L'ultrastructure de ceux-ci révèle un chloroplaste massif avec d'importantes inclusions d'amidon (fig. 22). La paroi cellulaire est très fortement épaissie et ne porte aucune ornementation particulière (fig. 23). La germination des kystes n'a jamais été observée.

DISCUSSION

Sans aucun doute, les appendices foliacés ainsi que le pyrénoïde multipédonculé, constituent les caractéristiques ultrastructurales les plus originales chez la cellule végétative de *P. multiseta*. Cette assertion nécessite cependant d'être nuancée.

A quelques détails près, les appendices de *P. multiseta* sont identiques à ceux de *Ankyra*. Ce problème évoqué par Swale & Belcher (1971) a suscité ultérieurement

---

FIG. 17.

Coupe transversale d'une cellule au niveau du pyrénoïde pédonculé (P), des crêtes (pointes de flèches) du chloroplaste (C) et d'un organite en nid d'abeille (flèche). On reconnaît également le stigma (S).

FIG. 18.

Détail de l'organite en nid d'abeille représenté à la Fig. 17.

FIG. 19.

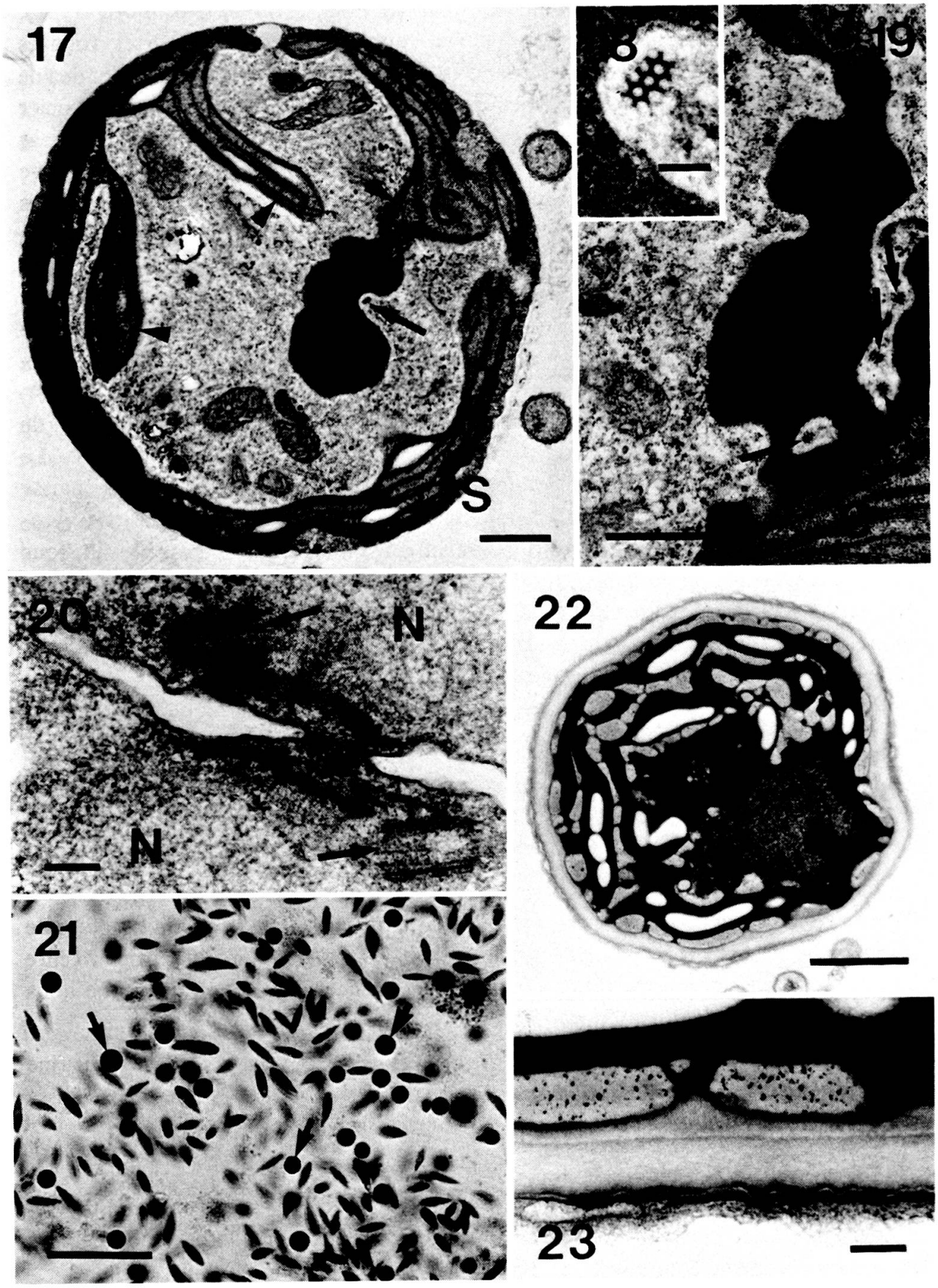
Le pyrénoïde multipédonculé (P) relie deux éléments du chloroplaste (C). Plusieurs éléments en nid d'abeille (flèches) occupent les invaginations cytoplasmiques.

FIG. 20.

La mitose conduit à la formation d'un phycoplaste réunissant 4 centrioles, dont deux sont visibles sur cette micrographie (flèches), ainsi que de nombreux microtubules. La membrane nucléaire des deux noyaux (N) de part et d'autre du sillon de division en formation n'est presque pas visible.

FIGS 21 À 23.

Des cellules enkystées apparaissent quelquefois dans les cultures (Fig. 21, flèches). Ces kystes possèdent un chloroplaste volumineux avec de nombreuses inclusions d'amidon (Fig. 22), ainsi qu'une paroi très épaisse (Fig. 23).
Grossissements: La barre représente: Figs 17 et 19: 1 µm; Fig. 18: 0,1 µm; Figs 20 et 23: 0,2 µm; Fig. 21: 50 µm; Fig. 22: 2 µm.


17
S
18
19
20
N
N
21
22
23

plusieurs réactions concernant la limite ou l'existence d'une limite entre les deux genres (Reymond, 1979; Reymond & Druart, 1982; Komárek & Fott, 1983). Actuellement, chez les deux genres, nous trouvons deux types d'appendices: foliacés et en queue de cheval (Reymond & Druart, 1982). Les appendices qui, du point de vue biologique ont une fonction encore peu claire, sont de peu d'utilité pour différencier *Paradoxia* de *Ankyra*. L'origine des appendices ainsi que leur formation n'a pas encore pu être étudiée. On sait (Hegewald & Reymond, 1985) que la cellule végétative provient d'une zoospore ayant perdu sa motilité, et que les appendices se forment dans le voisinage (ou à l'emplacement?) du lieu où se trouvaient les flagelles. Aucun élément parabasal n'étant reconnaissable après l'immobilisation de la cellule, on ne peut dire si les appendices émanent ou non de celui-ci. Au contraste de phase, il est très difficile de différencier les flagelles immobiles des appendices en formation et de déterminer par conséquent à quel moment et comment les uns se substituent aux autres.

Le pyrénoïde multipédonculé constitue le deuxième élément très surprenant de *P. multiseta,* car nous ne connaissons pas encore d'autres Chlorophyceae. Le pyrénoïde de *Ankyra* décrit par Swale & Belcher (1971) est entouré d'une épaisse coque d'amidon ainsi que de thylacoïdes; à l'exception des invaginations cytoplasmiques, il n'a que peu de rapport avec celui que nous trouvons dans presque tous les cas chez *Paradoxia multiseta* (figs 17 et 19). La grande différence de morphologie entre les deux types de pyrénoïdes (de *Paradoxia* et de *Ankyra*) pourrait donc être un intéressant critère permettant de «séparer» ces deux genres. Cette supposition peut cependant être infirmée par trois points au moins:

1) Malgré la très mauvaise préservation du matériel obtenu de Turquie (voir Matériel et Méthodes), une coupe longitudinale de *Paradoxia multiseta* nous a montré un pyrénoïde ressemblant à celui décrit par Swale & Belcher (1971) chez *Ankyra*. Ce résultat actuellement unique doit être confirmé par des résultats ultérieurs avant toutes conclusions.
2) Swale & Belcher (1971) présentent des résultats obtenus à partir d'une seule souche de *Ankyra,* et ainsi rien ne prouve que d'autres organismes du même genre ne vont pas montrer ultérieurement un pyrénoïde identique à celui que nous venons de décrire chez *P. multiseta*.
3) Nous n'avons actuellement aucune information concernant la morphologie fine du pyrénoïde de *Paradoxia pelletieri* Druart & Reymond (1979), et rien ne laisse présager du résultat, s'il peut être obtenu un jour.

L'origine et la fonction des structures en nid d'abeilles des invaginations du pyrénoïde sont encore inexplorées. Une origine virale ne serait actuellement qu'une pure hypothèse. Nous ne connaissons pas d'organites identiques chez d'autres algues.

Les soies de *P. multiseta* ont une structure commune aux genres *Paradoxia* et *Ankyra* (Reymond & Druart, 1982). Elles ne sont pas comparables aux descriptions faites pour d'autres Chlorococcales par Schnepf *et al.* (1980) et Hegewald & Schnepf (1984). Ces soies ne sont certainement pas gélatineuses, comme le prétendent Komárek & Fott (1983) en parlant de «Gallertborsten». Elles sont probablement de nature cellulosique. Leur aspect fibrillaire et creux avait déjà été signalé par Reymond (1979).

Le phycoplaste observé dans la phase post-mitotique ne présente pas une morphologie spécialement originale. Ce type de phycoplaste (il en existe de plusieurs types) est courant chez les Chlorococcales et les Volvocales et confirme donc la place donnée à *Paradoxia* dans le premier de ces ordres.

Les kystes (ou spores de durée) de *P. multiseta* n'ont jamais été observés dans la nature, étant donné la rareté de cette algue dont le cycle n'était jusqu'à présent (Hegewald & Reymond, 1985) pas connu. Signalons que les kystes sont également décrits chez *Ankyra* par Fott (1974) et Krienitz & Heynig (1982), mais leur ultrastructure n'a jamais été étudiée.

Si de nombreuses similitudes rapprochent fortement *Paradoxia* et *Ankyra,* il est certain que ces deux genres sont eux-mêmes liés à *Korshikoviella* Silva (1959) comme le signalent Reymond & Druart (1982), ou à *Schroederia* Lemmermann (1898) et plus spécialement *Pseudoschroederia* Hegewald & Schnepf (1986) ainsi que le montrent les auteurs de ce dernier genre dans leur étude taxonomique et ultrastructurale.

D'un point de vue plus spécifique, et malgré nos résultats encore lacunaires, nous pensons que *Paradoxia pelletieri* Druart & Reymond (1979) ne doit pas être déplacée dans le genre *Ankyra,* mais que par contre *Ankyra Paradoxioides* Cirik (1978) devrait être transférée dans le genre *Paradoxia,* contrairement à la position de Komárek & Fott (1983).

REMERCIEMENTS

Nous remercions le professeur P. Bourrelly de Paris pour nous avoir montré l'intérêt que présentait *Paradoxia.* Nous remercions également le Dr H. J. Sluiman de Leiden, le professeur G. Turian de Genève, le professeur B. Droz et M. P.-A. Milliquet de Lausanne pour leurs divers soutiens.

RÉFÉRENCES

CIRIK, S. (1978). *Ankyra paradoxioides,* nouvelle espèce de Chlorococcales de Turquie (Chlorophyceae). *Rev. Algol.* 13: 207-210.

DRUART, J. C. et O. L. REYMOND (1979). *Paradoxia pelletieri,* nov. sp. Nouvelle espèce de Chlorococcales de France (Chlorophyceae). *Rev. Algol.* 14: 247-252.

FOTT, B. (1957). Taxonomie der mikroskopischen Flora einheimischer gewässer. *Preslia* 29: 278-319.

—— (1974). Taxonomische Übersicht der Gattung *Ankyra* Fott 1957 (Characiaceae, Chlorococcales). *Preslia* 46: 289-299.

—— (1975). Übersicht der Familie der Characiaceae (Chlorococcales) mit taxonomischen Namensänderungen und Neubeschreibungen. *Preslia* 47: 211-231.

HEGEWALD, E. and O. L. REYMOND (1985). Reproduction and morphological characterization of *Paradoxia multiseta* Svirenko (Chlorophyceae; Chlorococcales). *Book of abstracts.* Second International Phycological Congress. University of Copenhagen, p. 63.

HEGEWALD, E. und E. SCHNEPF (1984). Zur Struktur und Taxonomie bestachelter Chlorellales (Micractiniaceae, Golenkiniaceae, *Siderocystopsis*). *Nova Hedwigia* 39: 297-383.

HEGEWALD, E. und E. SCHNEPF (1986). Zur struktur und taxonomie spindelförmiger Chlorellales (Chlorophyta): *Schroederia, Pseudoschroederia* gen. nov., *Closteriopsis. Arch. Hydrobiol.* Suppl. 73, 1 (*Algological Studies* 42): 21-48.

KISELEV, I. A. (1955). Novyj vid *Lambertia* Koršikov iz prudov krasnodarskogo kraja. De species nova generis *lambertia* Koršikov e stagnis regionis krasnodar. Not. Syst. e sectione Cryptogamica. *Inst. Biot. Acad. Sc. U.R.S.S.* 10: 39-40 (en russe).

KOMÁREK, J. und B. FOTT (1983). Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales In: Huber-Pestalozzi, G.: Das Phytoplankton des Süsswassers. *Die Binnengewässer* 16, 7/1: 1-1044.

KRIENITZ, L. und H. HEYNIG (1982). Beobachtungen an *Ankyra lanceolata* (Korš. 1953) Fott 1957 und *Ankyra spatulifera* (Korš. 1953) Fott 1957 (Chlorococcales) im Freiland. *Arch. Protistenk.* 126: 265-271.

LEMMERMANN, E. (1898). Beitrage zur Kenntnis der Planktonalgen. I. *Golenkinia* Chodat, *Richteriella* Lemm., *Franceia* nov. gen., *Phytelios* Frenzel, *Lagerheimia* Chodat, *Chodatella* nov. gen., *Schroederia* nov. gen. *Hedwigia* 37: 302-312.

PICKETT-HEAPS, J. D., D. H. TIPPIT and J. A. ANDREOZZI (1978). Cell division in the pennate Diatom *Pinnularia. Early stages in mitosis. Biol. Cellulaire* 33: 71-78.

REYMOND, O. L. (1979). Etude morphologique et systématique des genres *Paradoxia* et *Ankyra* (Chlorococcales). *Schweiz. Z. Hydrol.* 40: 350-357.

REYMOND, O. L. et J. C. DRUART (1980). *Ankyra inerme* nov. sp., nouvelle espèce de Chlorococcales du lac Léman. *Cryptogamie (Algologie)* 1: 219-227.

REYMOND, O. L. et J. C. DRUART (1982). Etude morphologique et taxonomique de *Paradoxia pelletieri* (Chlorophyceae, Chlorococcales). *Phycologia* 21: 27-33.

REYMOND, O. L. and J. D. PICKETT-HEAPS (1983). A routine flat embedding method for electron microscopy of microorganisms allowing selection and precisely orientated sectioning of single cells by light microscopy. *Journal of Microscopy* 130: 79-84.

SCHLÖSSER, U. G. (1984). Sammlung von Algenkulturen, Göttingen: Additions to the Collection since 1982. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 97: 465-475.

SCHNEPF, E., G. DEICHGRÄBER, M. GLAAB and E. HEGEWALD (1980). Bristles and spikes in Chlorococcales: Ultrastructural studies in *Acanthosphaera, Micractinium, Pediastrum, Polyedriopsis, Scenedesmus,* and *Siderocystopsis. J. Ultrastruct. Res.* 12: 367-379.

SILVA, P. C. (1959). Remarks on algal nomenclature II. *Taxon* 8: 60-64.

SVIRENKO, D. (1928). Recherche sur la flore algologique de la rivière Ingouletz. *Arch. Russ. Protistol* . 7: 25-74 (en russe).

SWALE, E. M. F. and J. H. BELCHER (1971). Investigation of a species of *Ankyra* Fott by light and electron microscopy. *Br. Phycol. J.* 6: 41-50.