

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 80 (1990-1991)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Morphologie, endosymbiontes et histoire de l'algue verte unicellulaire  
Desmatractum bipyramidatum (Chlorococcales, Chlorophyceae)  
**Autor:** Reymond, Olivier L. / Birchem, Regina / Kouwets, Frans A.C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-279561>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

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

**Morphologie, endosymbiontes et histoire  
de l'algue verte unicellulaire  
*Desmatractum bipyramidatum*  
(Chlorococcales, Chlorophyceae)**

PAR

OLIVIER L. REYMOND<sup>1,2</sup>, REGINA BIRCHEM<sup>3</sup> et FRANS A.C. KOUWETS<sup>4</sup>

*Summary.*- REYMOND O.L., BIRCHEM R. and KOUWETS F.A.C., 1991. Morphology, endosymbionts and history of the green alga *Desmatractum bipyramidatum* (Chlorococcales, Chlorophyceae). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 80.3: 237-253.

Electron micrographs document the main morphological features (i.e. conical ornamentations) and form a worthy complement to the previous paper of REYMOND and KOUWETS (1981). Two types of bacteria-like endosymbionts have been found in the cytoplasm of three cells. Some have a rod-shape morphology and the others form long loops situated between the cell membrane and the chloroplast. The relation between the endosymbiont and the alga is not yet known. A brief history summarizes the different stages of the research on *D. bipyramidatum* from its discovery in Italy by CHODAT (1921), to the first electron micrographs.

*Key words:* *Desmatractum*, green alga, taxonomy, ultrastructure, endosymbionts, history.

---

<sup>1</sup>Centre de Conservation de la Faune, Chemin du Marquisat 1. CH-1025 St.-Sulpice, Suisse.

<sup>2</sup>Laboratoire de Microbiologie générale, Département de Botanique et de Biologie végétale, Université de Genève, Sciences III, Quai Ernest Ansermet 30, CH-1211 Genève 4, Suisse.

<sup>3</sup>Department of Biology, Seton Hill College, Greensburg, PA 15601, USA.

<sup>4</sup>Rijksherbarium, Schelpenkade 6, 2300 RA Leiden, The Netherlands.

*Résumé.*—REYMOND O.L., BIRCHEM R. et KOUWETS F.A.C., 1991. Morphologie, endosymbiontes et histoire de l'algue verte unicellulaire *Desmatractum bipyramidatum* (Chlorococcales, Chlorophyceae). *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 80.3: 237-253.

Des micrographies électroniques illustrent les caractères morphologiques principaux (cônes entourant la paroi cellulaire, par exemple) et complètent ainsi les résultats antérieurs de REYMOND et KOUWETS (1981).

Des endosymbiontes d'aspect bactérien sont observés dans le cytoplasme de trois cellules. Quelques-uns ont une morphologie classique en bâtonnets, alors que d'autres forment de très longues boucles passant entre le chloroplaste et la membrane plasmique. La relation qui unit les endosymbiontes et l'algue n'est pas connue. Un bref historique rappelle les différentes étapes de *D. bipyramidatum* depuis sa découverte en territoire italien, par CHODAT (1921), jusqu'aux premières observations au microscope électronique.

## 1. INTRODUCTION

Le genre *Desmatractum* WEST et WEST (1902) emend. PASCHER (1930) comprend moins de dix espèces, dont les plus connues sont *D. plicatum* WEST et WEST (1902) (espèce type), *D. indutum* (GEITLER) PASCHER (1930), *D. delicatissimum* KORSHIKOV (1953), *D. spryii* NICHOLLS (in NICHOLLS *et al.* 1981) et *D. bipyramidatum* (CHODAT) PASCHER (1930).

Ce genre a fait l'objet de deux études systématiques récentes. Celle de KOMÁREK et FOTT (1983), s'inscrit dans une étude globale des Chlorococcales. Celle de REYMOND et KOUWETS (1984) est axée uniquement sur ce genre, et plus particulièrement sur les résultats de microscopie électronique obtenus chez quatre espèces.

*Desmatractum bipyramidatum* (CHODAT) PASCHER (1930) (= *Bernardinella bipyramidata* CHODAT, 1921) est une algue verte unicellulaire caractérisée par une enveloppe formée de deux cônes translucides et irréguliers, opposés par leurs bases. Un premier objectif est de compléter et d'illustrer les rapports de REYMOND et KOUWETS (1981, 1984) et REYMOND et BIRCHEM (1991) au moyen de micrographie électroniques et montrer la présence chez cette algue de deux types morphologiques distincts d'endosymbiontes intracytoplasmiques.

Un second but de cette étude est de faire l'historique de *Desmatractum bipyramidatum*, depuis sa découverte par CHODAT (1921) (fig. 1, p. 247), jusqu'à nos jours, de situer cet organisme par rapport aux autres taxa considérés comme proches, et de fournir une bibliographie étendue concernant cette algue.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les cellules de *D. bipyramidatum* utilisées pour la microscopie électronique n'ont pas été cultivées. Elles ont été fournies par F. KOUWETS et proviennent d'un marais acide oligotrophe à proximité de Saasveld en Hollande (KOUWETS 1980, REYMOND et KOUWETS 1981).

La préparation des cellules pour la microscopie électronique est identique à celle mentionnée par REYMOND (1981). Treize cellules ont pu être

sélectionnées au microscope à contraste de phase, grâce à des enrobages à plat (préparés selon REYMOND et PICKETT-HEAPS 1983). La position spatiale des endosymbiontes observés chez quelques cellules, a été obtenue à partir des micrographies de coupes sériées des cellules.

La détection spécifique des polysaccharides de la paroi cellulaire a été obtenue en déposant les coupes sur des grilles en or, puis en les traitant par la méthode du «protéinate d'argent-thiocarbohydrazide-acide periodique» décrite par THIÉRY (1967) et THIÉRY et RAMBOURG (1974) (fig. 3, p. 248). Le contrôle de la réaction a été obtenu en utilisant  $H_2O_2$  à la place de l'acide periodique (fig. 4, p. 248), comme le suggèrent THIÉRY et RAMBOURG (1974).

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. *L'ornementation cellulaire.*

Une paroi cellulaire dense aux électrons entoure le protoplaste. Cette paroi est elle-même ornée de deux cônes creux peu denses aux électrons (fig. 2, p. 248). Chacun des cônes est relié à la paroi cellulaire par une base. Il existe ainsi deux bases consistant deux anneaux presque parallèles, très légèrement séparés l'un de l'autre au niveau de leur attachement à la paroi cellulaire (fig. 3). Au niveau de leur plus grand diamètre, ces deux anneaux sont en contact l'un avec l'autre et forment alors un équateur saillant autour de la cellule. Les deux cônes sont parcourus d'une extrémité à l'autre par des sillons plus ou moins marqués donnant aux sections transversales l'aspect d'une étoile aux branches de longueurs et de forme irrégulière (figs. 5, p. 248, 6, p. 249). Les cônes coupés tangentiellement montre un réseau de fibres se croisant selon deux directions principales (fig. 7, p. 249). L'examen cytochimique (selon THIÉRY et RAMBOURG 1974) de la paroi cellulaire révèle sa structure stratifiée et sa nature polysaccharidique. On ne peut se prononcer sur la nature des cônes ainsi que leurs base, leurs réaction n'étant pas assez marquée (matériel traité: fig. 3 matériel de contrôle pour comparaison: fig. 4).

#### 3.2. *Cytologie interne*

La reproduction se fait au moyen de zoospores ou d'autospores (KORSHIKOV 1928, PASCHER 1930, LUND 1942 a). Malheureusement sans cultures nous n'avons pas pu observer et vérifier nous-même le cycle. Nous constatons que les plus jeunes cellules sont sphériques, ne possèdent qu'un seul chloroplaste pariétal, qu'un seul noyau en position latérale, et un vacuome important (fig. 2). Par la suite, ces éléments se multiplient sans qu'intervienne une cytodiérèse. Les cellules possèdent alors plusieurs noyaux situés centralement ainsi que plusieurs chloroplastes comportant chacun des granules d'amidon et un pyrénioïde traversé par des thylacoïdes (fig. 8, p. 250). Entre les noyaux se situent des centrioles ainsi qu'un réseau de microtubules formant le phycoplaste (structure équivalente au phragmoplaste des plantes supérieures, mais de morphologie et d'ontogénie très différentes). Un appareil de Golgi est associé à chacun des noyaux (fig. 9, p. 250).



### 3.3. Organismes intracytoplasmiques

Sur les treize cellules observées au microscope électronique, trois ont révélé la présence d'organismes intracytoplasmiques limités par une membrane, et dont l'aspect général rappelle celui des bactéries. Ces organismes ne semblent pas affecter leur hôte, et nous pouvons les qualifier d'endosymbiontes. Dans les trois cas, ces organismes semblent libres au sein du cytoplasme, c'est à dire non attachés spécifiquement à un quelconque organelle.

La première cellule (fig. 10-13, p. 251-252) comporte trois organismes intracytoplasmiques. Chacun est entouré d'une aire peu dense aux électrons. Le premier (fig. 13 A-A') mesure 1,8  $\mu\text{m}$  de long, le second (fig. 13 B-B') 26  $\mu\text{m}$  et le troisième (fig. 13 C-C') 40  $\mu\text{m}$  environ. Le diamètre est de 0,33  $\mu\text{m}$  environ. Ces deux derniers organismes se caractérisent ainsi par leur grande longueur, leurs formes en anneaux, et leurs places entre la membrane plasmique et le chloroplaste. Les trois organismes représentent à eux seuls approximativement 6% du volume cellulaire (sans les ornements coniques).

La deuxième cellule comporte 17 organismes intracytoplasmiques ayant au maximum 1,3  $\mu\text{m}$  de long et 0,63  $\mu\text{m}$  de diamètre (fig. 14, p. 253). Ils sont disséminés dans la partie centrale du cytoplasme. Contrairement à ceux de la première cellule ils ne sont pas entourés d'une aire peu dense aux électrons. Ces organismes représentent à eux seuls approximativement 2% du volume cellulaire.

La troisième cellule n'a pas été observée en coupes sériées. On note cependant la présence d'environ trois organismes d'un diamètre de 0,55  $\mu\text{m}$ , situés centralement dans le cytoplasme (fig. 15, p. 253).

## 4. HISTORIQUE

L'algue *D. bipyramidatum* (fig. 1) fut découverte en 1918 par R. CHODAT (1921, 1922) dans la tourbière haute alpine du Plan de Jupiter située à plus de 2400 m d'altitude près du col du Grand Saint Bernard (Atlas du bureau topographique fédéral suisse, Feuille 532, «Grand St Bernard» révision de 1892) à la frontière Suisse-Italie, très probablement en territoire italien. Malgré plusieurs prélèvements réalisés par lui-même et ultérieurement par MM. les chanoines Loys et Binder, il ne l'observe que deux fois. En conséquence CHODAT décrit avec regrets le nouveau genre *Bernardinella* sans pouvoir en donner le cycle de développement. Il ne peut non plus donner une place taxonomique précise à ce nouveau genre qu'il place cependant dans les flagellés du groupe des Lepochromonadinées (Chrysophyceae, Dinobryaceae). Il retrouve cette algue quelques années plus tard (CHODAT, 1926) dans une tourbière dense de *Sphagnum* de la région de Champex d'En-Bas (Suisse). Suite à une observation très minutieuse, il en tire la conclusion suivante: «Le genre *Bernardinella*, comme *Aurantiella* et les *Chrysostomatacées*, représentent sans doute des états quiescents de *Flagellées colorées*».

Nous avons tenté en août 1988 de retrouver cette algue à l'endroit décrit par CHODAT (1921): en vain, ce lieu ayant été dégradé par une forte activité touristique.

PASCHER (1925) confirme que la position de cet organisme est incertaine, mais pense tout de même qu'il pourrait s'agir d'une forme végétative ou d'une forme de durée d'un Hétéroconte, plus particulièrement d'un Heterococcale de la famille des Chlorobotrydaceae. Il note la ressemblance entre cet organisme et *Desmatractum plicatum* WEST et WEST (1902) trouvé à Ceylan. Il suppose qu'il pourrait s'agir du même organisme. Signalons qu'à la même époque, GEITLER (1924), ainsi que PRINTZ (1927) voient une très nette ressemblance de *Desmatractum plicatum* WEST et WEST (1902) et *Calyptobactron indutum* GEITLER (1924).

DEFLANDRE (1927) trouve *B. bipyramidata* en abondance parmi *Equisetum palustre* et *Carex goodenoughii* (= *C. nigra*) dans une ancienne exploitation de tourbe de Haute-Savoie (France). Il maintient quelques temps sa récolte en culture mais ne peut pour autant décrire le cycle vital, ni apporter des éclaircissements sur la position systématique de cet organisme. Il cite cependant les hypothèses de CHODAT (1921) et PASCHER (1925).

KORSHIKOV (1928), au courant des travaux de ses prédécesseurs, observe personnellement *B. bipyramidata*, et en donne une analyse morphologique remarquable, comprenant notamment une partie du cycle de reproduction. Pour lui, cet organisme n'est pas un Hétéroconte, mais doit être placé chez les algues vertes, parmi les Protococcales (Chlorococcales). Il note que par son enveloppe pyramidale avec arêtes, *B. bipyramidata* ressemble beaucoup à *Calyptobactron indutum* GEITLER (1924). Il pourrait s'agir du même genre, et dans ce cas, le nom devrait être changé en *Bernardinella induta*. Cependant pour des raisons liées au mode de reproduction qui diffèrent passablement entre ces deux espèces (autospores chez *B. bipyramidata* et zoospores chez *C. indutum*) il ne franchit pas ce cap.

POULTON (1930) trouve cet organisme sur l'île de Cuttyhunk, Cap Cod, Massachusetts. Se raliant à l'avis de KORSHIKOV (1928), il propose également de placer cette algue parmi les Protococcales.

PASCHER (1930) observe la présence de véritable zoospores et réunit dans le seul genre *Desmatractum* WEST et WEST emend. PASCHER, les organismes appartenant à *Desmatractum*, *Calyptobactron* ainsi que *Bernardinella*.

TAFT (1939) signale *Desmatractum bipyramidatum* dans une tourbière à *Sphagnum* à Macomb County, Michigan. Cette algue y est cependant rare. Elle est signalée quelques temps plus tard dans le Tennessee par LACKEY (1942 et 1958) et FOREST (1954).

LUND (1942a) présente l'écologie de certains biotopes où se rencontrent *D. bipyramidata*. LUND (1942b) cultive cette algue en laboratoire et en décrit le cycle ainsi que les différents aspects que peut prendre la cellule végétative en conditions artificielles: il constate que la cellule peut croître jusqu'à envahir presque tout l'espace formé par la membrane en forme de double pyramide; la reproduction se fait au moyen de 8 autospores ou même plus; en milieu naturel, le développement n'est pas identique, et l'autosporulation n'a pas pu

être observée. L'acidité du milieu comme facteur limitant (pH généralement entre 4 et 5) est remise en question par une culture de pH 7.0 à 8.5

THUNMARK (1943) signale *Bernardinella bipyramidata* en Suède, et contrairement à PASCHER (1930) pense que ce genre est séparé de *Desmatractum*, mais appartient bien aux Protococcales comme l'exprimait déjà KORSHIKOV (1928).

WILLEN (1961, 1963) signale à nouveau *D. bipyramidatum* pour la Suède, tandis que BOURRELLY (1961) en fait mention pour la Côte d'Ivoire (région tropicale) et SKUJA (1964) pour la Laponie. LACKEY et LACKEY (1968) signalent cette algue en Floride et la classent de façon incompréhensible parmi les Xanthophyceae. Ettl (1968) l'observe dans le Tyrol, YAMAGISHI (1969) dans les régions arctiques, et NICHOLLS *et al.* (1981) dans l'Ontario.

Signalée en Hollande par SCHREIJER (1979), cet organisme est à nouveau aperçu dans des marais acides de ce pays par KOUWETS (1980). Ce même auteur (communication personnelle) réussit à maintenir ce matériel quelques temps en culture.

REYMOND et KOUWETS (1981), suite à une étude ultrastructurale réalisée sur le matériel provenant directement des biotopes hollandais, signalent le peu de liens qui unissent cet organisme avec *D. indutum*.

KOMÁREK et FOTT (1983) procèdent à une brève synthèse des informations précédentes.

REYMOND et KOUWETS (1984) publient une brève étude concernant l'écologie, la taxonomie et l'ultrastructure de quatre espèces de *Desmatractum* et soulignent les caractéristiques morphologiques unissant ou séparant *D. bipyramidatum* des autres espèces de ce genre.

YAMAGISHI (1985) présente d'excellentes micrographies optiques de matériel japonais de Naeba, Niigata.

REYMOND et BIRCHEM (1991) publient une note concernant des endosymbiontes cytoplasmiques observés au microscope électronique.

## 5. DISCUSSION

### 5.1. Cytologie

Le but de cette étude est de confirmer, mais surtout d'illustrer ce qui n'était auparavant qu'une description faite de quelques dessins aux traits (REYMOND et KOUWETS 1981, 1984). Ce travail ne bouleverse pas les acquis, mais apporte une vision plus fine d'un même organisme.

### 5.2. Les endosymbiontes

Des organismes intracytoplasmiques de morphologie bactérienne sont régulièrement décrits dans différents groupes d'algues. Chez les Chlorophyceae, pour ne prendre que ce groupe, citons les travaux de KOCHERT et OLSON (1970), LEE et KOCHERT (1976), TURNER et FRIEDMANN (1974), MARGULIS *et al.* (1978), WUJEK *et al.* (1982), NOZAKI *et al.* (1989).

WUJEK *et al.* (1982) ainsi que SCHNEPF et MELKONIAN (1990) reconnaissent trois types morphologiques principaux de relations entre les bactéries intracellulaires et l'algue hôte. Dans un premier cas, la bactérie est présente dans le cytoplasme, mais elle est entourée d'une membrane distincte issue de l'hôte. Dans un deuxième cas, la bactérie est libre dans le cytoplasme et n'est pas entourée par une membrane venant de l'hôte. Dans le troisième cas, la bactérie est contenue dans une vacuole limitée par le tonoplaste. Si nous suivons cette classification, les endosymbiontes observés chez *D. bipyramidatum* appartiennent au deuxième cas. Les endosymbiontes peuvent provoquer la dégénérescence de l'algue (WUJEK *et al.* 1982: *Tetraselmis*), mais dans le cas qui nous concerne, nous n'avons pas fait de telles observations: les cellules de *D. bipyramidatum* ne semblent, *a priori*, pas affectées. Les endosymbiontes de la première cellule (fig.10) présentent une similitude avec ceux décrits par LEE et KOCHERT (1976) chez *Volvox*. En effet, dans ces deux cas, ils se situent souvent à la périphérie du cytoplasme, et sont entourés d'une aire peu dense aux électrons.

La présence d'endosymbiontes dans une population de *D. bipyramidatum* soulève plusieurs questions: quel est le véritable pourcentage des algues infectées (3/13, dans la présente étude)? Quel est le mode d'infection des algues? Cette association est-elle persistante ou saisonnière? Quels sont les échanges entre l'algue et ses endosymbiontes? Ces échanges sont-ils identiques pour les deux types d'endosymbiontes? Pour des raisons qui nous échappent, il n'a pas été possible de cultiver durablement *D. bipyramidatum* pour continuer les observations et procéder à d'autres investigations.

### 5.3. Systématique

Contrairement à Pascher qui voyait entre *D. bipyramidatum* et *D. plicatum* (WEST et WEST, 1902) un lien très étroit, nous pensons que ces deux espèces n'ont que très peu en commun. *D. plicatum* pourrait certainement être assimilé à *D. indutum*, avis partagé par NICHOLLS *et al.* (1981) et RINO (communication personnelle au sujet de *D. plicatum* dans sa publication de 1972).

*D. bipyramidatum* est morphologiquement très proche de *D. obtusum* et *D. elongatum* (PASCHER, 1930), et vit dans le même milieu. Nous pensons qu'il pourrait s'agir de taxa identiques au niveau de l'espèce. Nous n'avons cependant pas encore assez de recul pour répondre à cette question, ces deux dernières espèces n'étant que très rarement signalées.

### 5.4. Historique

Quelques points clés peuvent être relevés:

- CHODAT (1921) a vraisemblablement récolté *D. bipyramidatum* en territoire italien, mais à notre connaissance ne le mentionne spécifiquement à aucun moment.
- Il faut attendre dix années pour que KORSHIKOV (1928), en Ukraine, établisse clairement la position systématique (Chlorococcales) de cet organisme.



- GEITLER (1924), PASCHER (1925) et PRINTZ (1927) sont les premiers algologues à poser les bases du genre *Desmatractum* tel qu'il existe actuellement.
- THUNMARK (1943) ainsi que REYMOND et KOUWETS (1981) doutent de l'appartenance de cette algue au genre *Desmatractum* mais REYMOND et KOUWETS (1984) maintiennent *D. bipyramidatum* dans le genre *Desmatractum*.

## 6. REMERCIEMENTS

Nous remercions Monsieur le Professeur B. DROZ et Monsieur P.-A. MILLIQUET de l'Université de Lausanne pour le matériel technique mis à disposition. Nous remercions Monsieur le Professeur M. ARAGNO de l'Université Neuchâtel pour son analyse de quelques-unes de nos micrographies. Nous remercions également le Professeur G. E. DILLARD de l'Université de Western Kentucky pour ses informations bibliographiques.

## 7. BIBLIOGRAPHIE

- BOURRELLY P., 1961. Algues d'eau douce de la République de Côte d'Ivoire. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire, Ser. A* 23: 283-374.
- CHODAT R., 1921. Algues de la région du Grand St-Bernard. I. Algues rares ou nouvelles du Plan Jupiter. *Bull. Soc. Bot. Genève* 12: 293-305.
- CHODAT R., 1922. Matériaux pour l'histoire des Algues de la Suisse (Travaux du Laboratoire de Biologie alpine de la Linnaea). V. Quelques nouvelles espèces de flagellées colorées et d'algues vertes, par Robert Chodat. *Bull. Soc. Bot. Genève* 13: 87-95 pp.
- CHODAT R., 1926. Observations faites à la Linnaea, 1923-1925. C. Algues de la région du Grand Saint-Bernard, III. *Bull. Soc. Bot. Genève* 26: 202-217.
- DEFLANDRE G., 1927. Sur une algue rare *Bernardinella bipyramidata* Chodat, nouvelle pour la flore française. *Arch. Bot. Mem., Caen* 1: 220-223.
- ETTL H., 1968. Ein Beitrag zur Kenntniss der Algenflora Tirols. *Ber. Naturwiss.-Med. Ver. Innsbruck* 56:177-354.
- FOREST H., 1954. Handbook of Algae. Univ. Tennessee Press, Knoxville. p. 467.
- GEITLER L., 1924. Über *Acantosphaera zachariasii* und *Calyptobactron indutum* nov. gen. et n. sp., zwei planktonische Protococcaceen. *Öst. Bot. Z.* 73: 247-261.
- KOCHERT G. et OLSON L.W., 1970. Endosymbiotic bacteria in *Volvox carteri*. *Trans. Amer. Soc.* 89: 475-478.
- KOMÁREK J. et FOTT B., 1983. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales. In: HUBER-PESTALOZZI G.: Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer 16, 7/1: 1044 pp.
- KORSHIKOV O.A., 1928. Notes on some new or little known Protococcales. *Arch. Protistenk.* 62: 416-426.
- KORSHIKOV O.A., 1953. Pidklas Protokokovi (Protococcineae) Vakuol'ni (Vacuolales ta Protokokovi (Protococcales). *Viznacnik prisnovodnih vodorostejukrains'koi RSR.* 5. Vidav. Akad. Nauk R.S.R., Kiev, 449 pp.
- KOUWETS F.A.C., 1980. Floristic and ecological notes on some little known unicellular and colony-forming algae from a Dutch moorland pool complex. *Cryptogamie: Algologie* 1: 293-309.
- LACKEY J., 1942. The plankton algae and protozoa of two Tennessee rivers. *Amer. Midl. Nat.* 27: 191-202.

- LACKEY J. 1958. The suspended microbiota of the Clinch River and adjacent waters in relation to radioactivity in the summer of 1956. *Engr. Progress, Univ. Florida* 12: 1-26.
- LACKEY J et LACKEY E. 1967. A partial checklist of Florida freshwater algae and Protozoa with reference to McCloud and Cue Lakes. *Engr. Progress, Univ. Florida* 21: 1-28.
- LEE W.S.B. et KOCHERT G., 1976. Bacterial endosymbionts in *Volvox carteri* (Chlorophyceae). *J. Phycol.* 12: 194-197.
- LUND J.W., 1942 (a). Contribution to our knowledge of British algae. VIII. *J. Bot., Br. Foreign* 80: 57-73.
- LUND J.W., 1942 (b). The marginal algae of certain ponds with special reference to the bottom deposits. *J. Ecology* 30: 245-283.
- MARGULIS L., THORINGTON G., BERGER B. et STOLZ J., 1978. Endosymbiotic bacteria associated with the intracellular green algae of *Hydra viridis*. *Current Microbiol.* 1: 227-232.
- NICHOLLS K.H., NAKAMOTO L. et HEINTSCH L., 1981. *Desmatractum spryii* sp. nov., a new member of the Chlorococcales and comments on related species. *Phycologia* 20: 138-141.
- NOZAKI H., KUROIWA H., MITA T. et KUROIWA T., 1989. *Pleodorina japonica* sp. nov. (Volvocales, Chlorophyta) with bacteria-like endosymbionts. *Phycologia* 28: 252-267.
- PASCHER A., 1925. Heterokontae. In «Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz». A. Pascher ed. No. 11, pp 1-118. Fischer, Jena.
- PASCHER A., 1930. Ein grüner *Sphagnum*-Epiphyt und seine Beziehung zu freilebenden Verwandten (*Desmatractum*, *Calyptribactron*, *Bernardinella*). (Der «Beiträge zur Morphologie und Biologie epiphytischer Algen». I. Teil). *Arch. Protistenk.* 69: 637 - 658.
- POULTON E.M., 1930. Further studies on the Heterokontae: some Heterokontae of New England, U.S.A. *The New Phytologist* 29: 1-26.
- PRINTZ H., 1927. Chlorophyceae. In: Die natürlichen Pflanzenfamilien. A. Engler and K. Prantl, eds. Vol.3. pp. 1-463. Engelmann, Leipzig.
- REYMOND O.L., 1981. Contribution à l'étude de *Desmatractum* West et West (Chlorophyceae, Chlorococcales) au microscope électronique à transmission. *Arch. Sc. Genève* 34: 259-263.
- REYMOND O.L. et BIRCHEM R., 1991. Bacteria-like Cytoplasmic Symbionts in a Natural Population of the Green Alga *Desmatractum bipyramidatum* (Chlorococcales). *Archiv. Protistenk.* 139: 53-54.
- REYMOND O.L. et KOUWETS F.A.C., 1981. Note sur l'écologie, l'ultrastructure et la taxonomie de l'algue unicellulaire *Desmatractum bipyramidatum* (CHODAT) PASCHER (= *Bernardinella bipyramidata*, CHODAT), Chlorophyceae, Chlorococcales. *Arch. Sc. Genève* 34: 409-416.
- REYMOND O.L. et KOUWETS F.A.C., 1984. Taxonomical and Ultrastructural survey of the Genus *Desmatractum* WEST et WEST (Chlorococcales). Systematics associations Special Volume No.27, «Systematics of the Green Algae», edited by D.E.G. IRVINE and D.M. JOHN, p. 379-389. Academic Press, London and Orlando.
- REYMOND O.L. et PICKETT-HEAPS J.D., 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.
- RINO J., 1972. Contribuição para o conhecimento das algas de agua doce de Moçambique. *Revta. Cienc. Biol., Ser. A* 2: 51-102.
- SCHNEPF E. et MELKONIAN M., 1990. Bacteriophage-like particles in endocytic bacteria of *Cryptomonas* (Chyptophyceae). *Phycologia* 29:338-343.



- SCHREIJER M., 1979. Enkele minder algemene en gespecialiseerde Chlorophyceae uit een trilveen in het natuurreservaat de Weerribben (N.W.-Overijssel). *Gorteria* 9: 288-296.
- SKUJA H., 1964. Grundzüge der Algenflora und algenvegetation der Fjeldgegenden um Abisko in Schwedisch-Lappland. *Nova Acta Reg. Soc. Sci. Ups.* {4} 18: 1-465.
- TAFT C.E., 1939. Additions to the Algae of Michigan. *Bul. Torrey Bot. Club* 66: 77-85.
- THIÉRY J.-P., 1967. Mise en évidence des polysaccharides sur coupes fines en microscopie électronique. *J. Microscopie* 6: 987-1018.
- THIÉRY J.-P. et RAMBOURG A. 1974. Cytochimie des polysaccharides. *J. Microscopie* 21: 225-232.
- THUNMARKS S., 1943. Über rezente Eisenocker und ihre Microorganismengemeinschaften. *Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala* 29: 1-285.
- TURNER J.B. et FRIEDMANN E.I., 1974. Fine structure of capitular filaments in the coenocytic green alga *Penicillius*. *J. Phycol.* 10: 125-134.
- WEST W. et WEST G.S., 1902. A contribution to the fresh-water algae of Ceylon. *Trans. Linn. Soc. London, Ser. 2*, 6: 123 -215.
- WILLEN T., 1961. The phytoplankton of Ösbysjön, Djursholm. II. Ecological aspects. *Oikos* 12: 195-224.
- WILLEN T., 1963. Notes on Swedish plankton algae. *Nova Hedwigia* 6:123-215
- WUJEK D.E., GARDINER W.E. et DAWES C.J., 1982. Intracellular bacteria in the green scaly Prasinophyte *Tetraselmis*. *Cryptogamie: Algologie* 2: 121-127.
- YAMAGISHI T., 1969. Unicellular and colonial Chlorophyceae in the Alaskan Arctic. *Gen. Educ. Rev. (Coll. Agric. Vet. Med., Nihon Univ.)* 5:18-29.
- YAMAGISHI T., 1985. Genus *Desmatractum*, *Desmatractum bipyramidatum* (Chodat) Pascher var. *bipyramidatum*. «Photomicrographs of the Fresh-water Algae», edited by T. YAMAGISHI and M. AKIYAMA, 4: 31. Uchida Rokakuho, Tokyo.

*Manuscrit reçu le 24 octobre 1990*

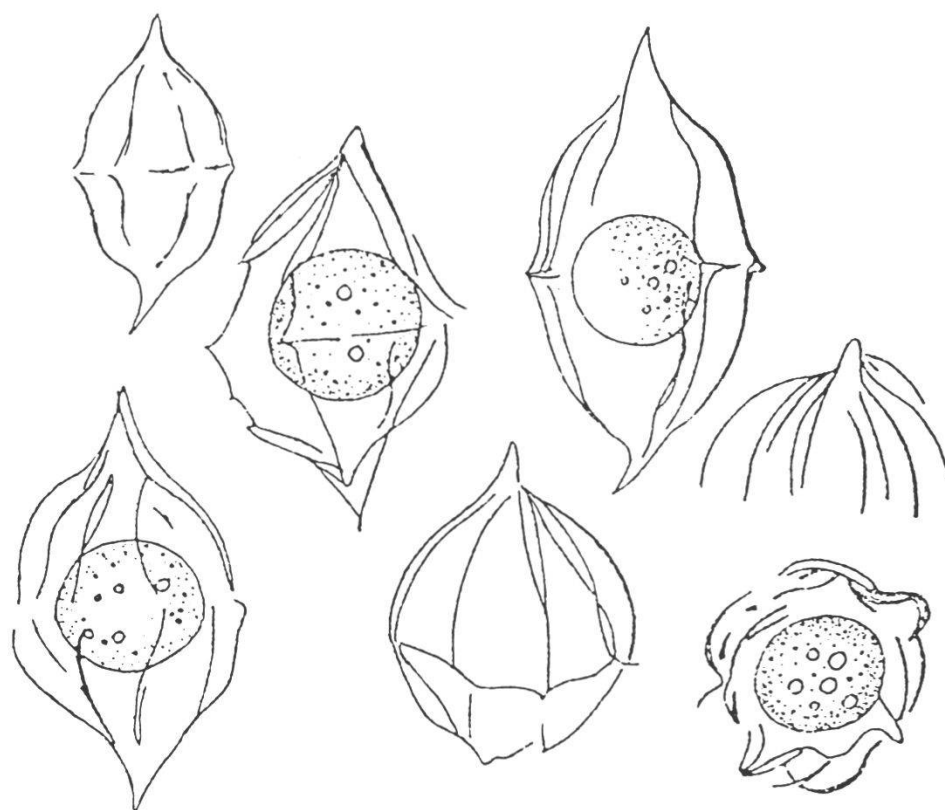


Figure 1.—*Desmatractum bipyramidatum*. Différentes positions et différents grossissements (selon CHODAT 1921).

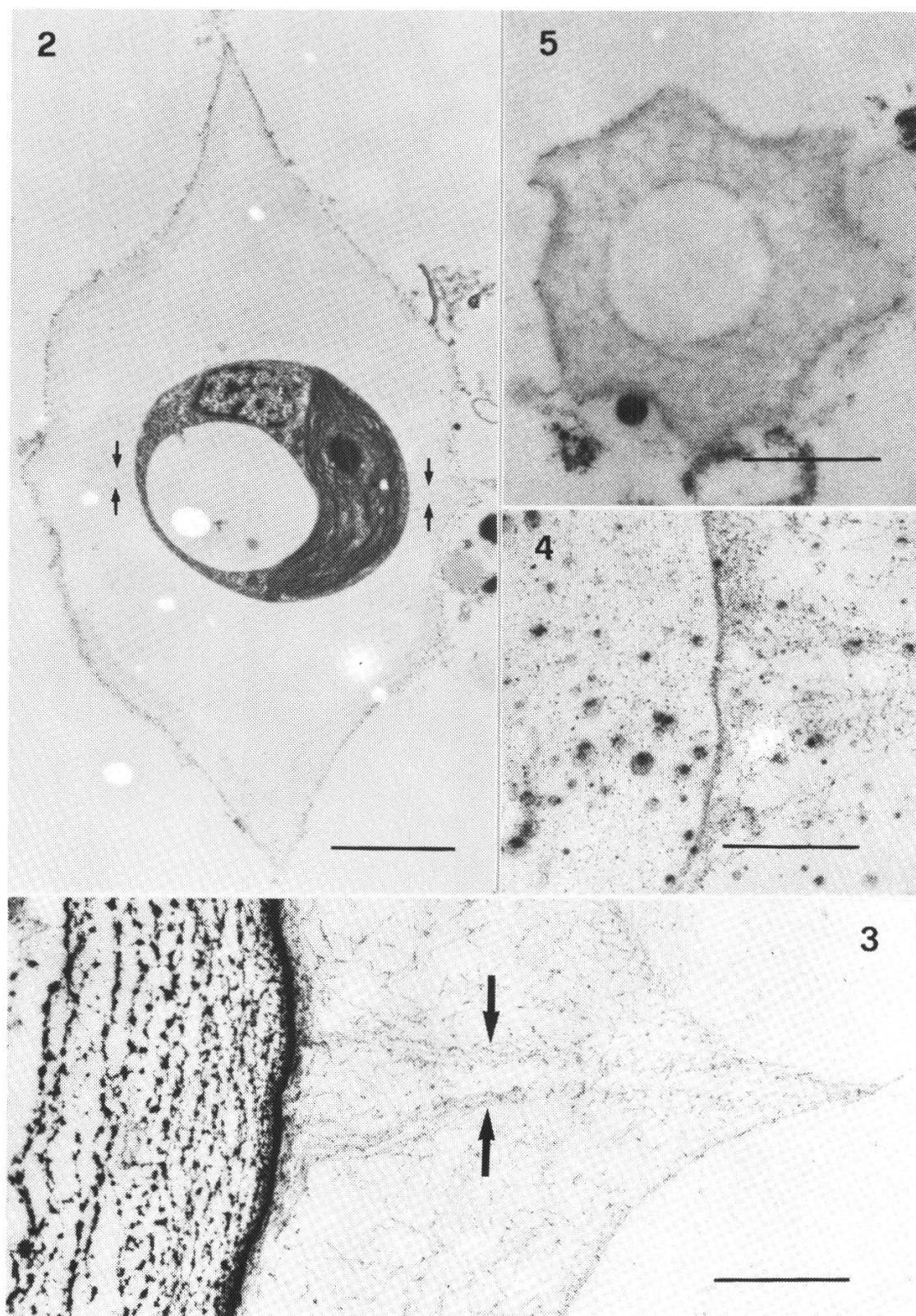


Figure 2.—Coupe longitudinale d'une jeune cellule de *D. bipyramidatum*. Les bases des cônes presque invisibles sont indiquées par des flèches (voir aussi fig. 3). Barre: 2  $\mu$ m.

Figure 3.—Paroi cellulaire et base des cônes (flèches). La nature polysaccharidique de la paroi est mise en évidence par la méthode de THIÉRY et RAMBOURG (1974) (voir aussi fig. 4). Barre: 0,5  $\mu$ m.

Figure 4.—Section proche de celle de la fig. 3 et servant au contrôle de la réaction montrée en fig. 3 (voir matériel et méthode). Barre: 0,5  $\mu$ m.

Figure 5.—Section transversale située près de l'extrémité d'un cône. Barre: 1  $\mu$ m.

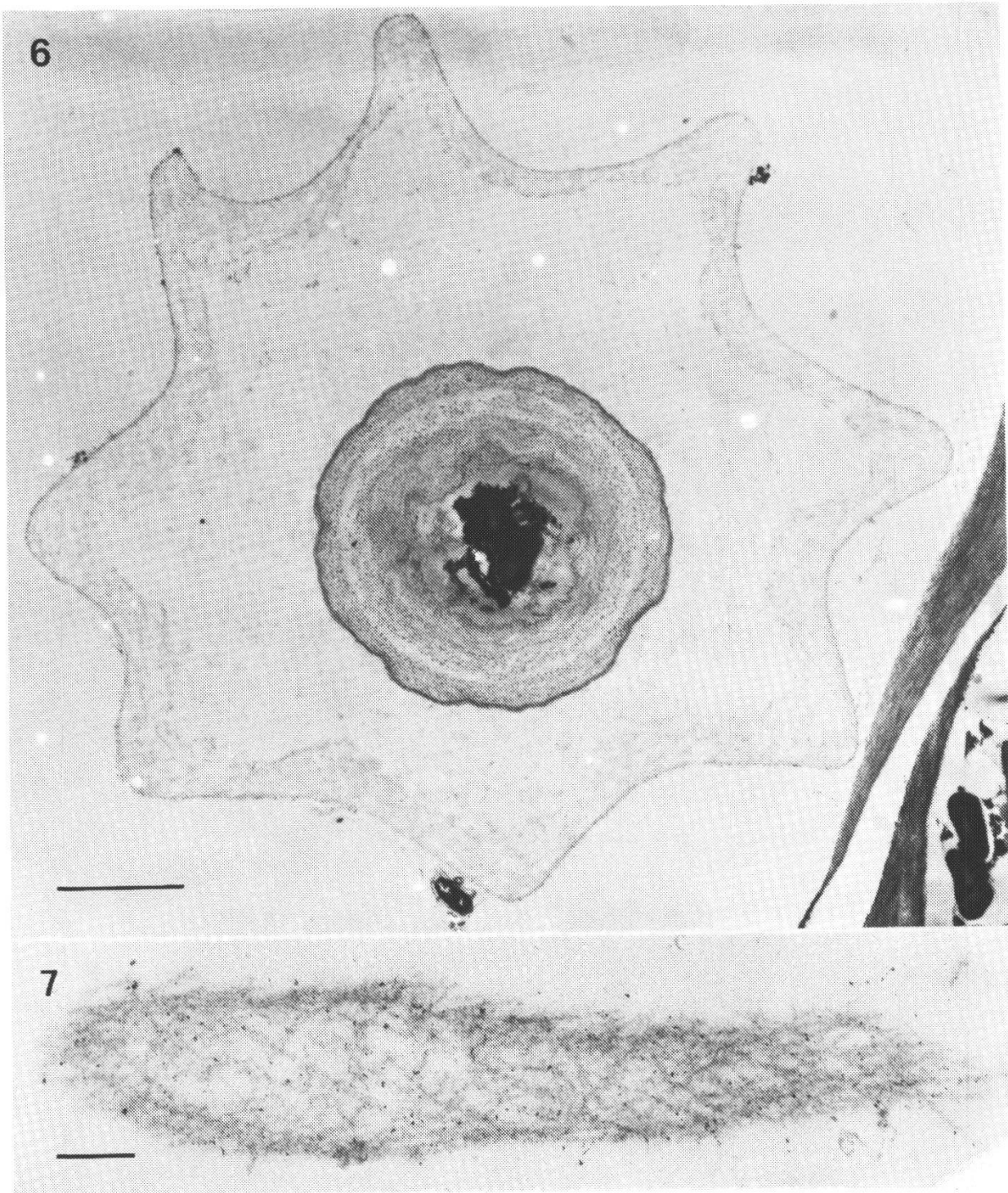


Figure 6.—Section transversale située tangentiellement à la paroi cellulaire. Barre: 2  $\mu\text{m}$ .  
Figure 7.—Section tangente à un cône et montrant l'entrelacement des fibrilles qui le composent. Barre: 0,2  $\mu\text{m}$ .



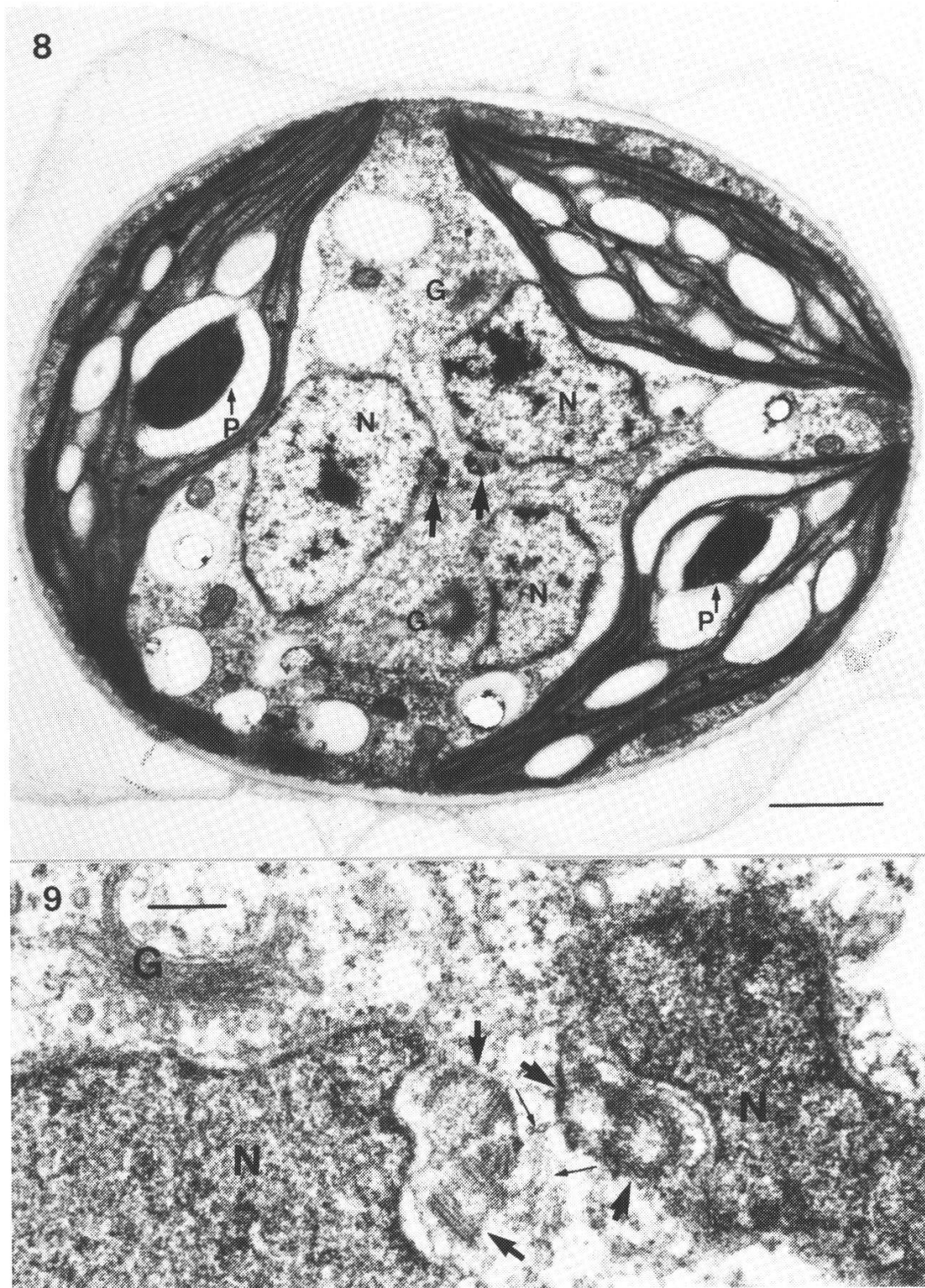


Figure 8.—Section longitudinale d'une cellule âgée. On distingue des pyrénoides (P), plusieurs noyaux (N) ainsi que des appareils de Golgi (G). Entre les noyaux en anaphase on aperçoit des centrioles (flèches). Barre: 1  $\mu$ m.

Figure 9.—Détail d'une anaphase. Entre les noyaux (N) se regroupent les centrioles (flèches épaisses). On remarque également la présence de microtubules (flèches minces). L'appareil de Golgi (G) est toujours en relation étroite avec le noyau. Barre: 0,2  $\mu$ m.

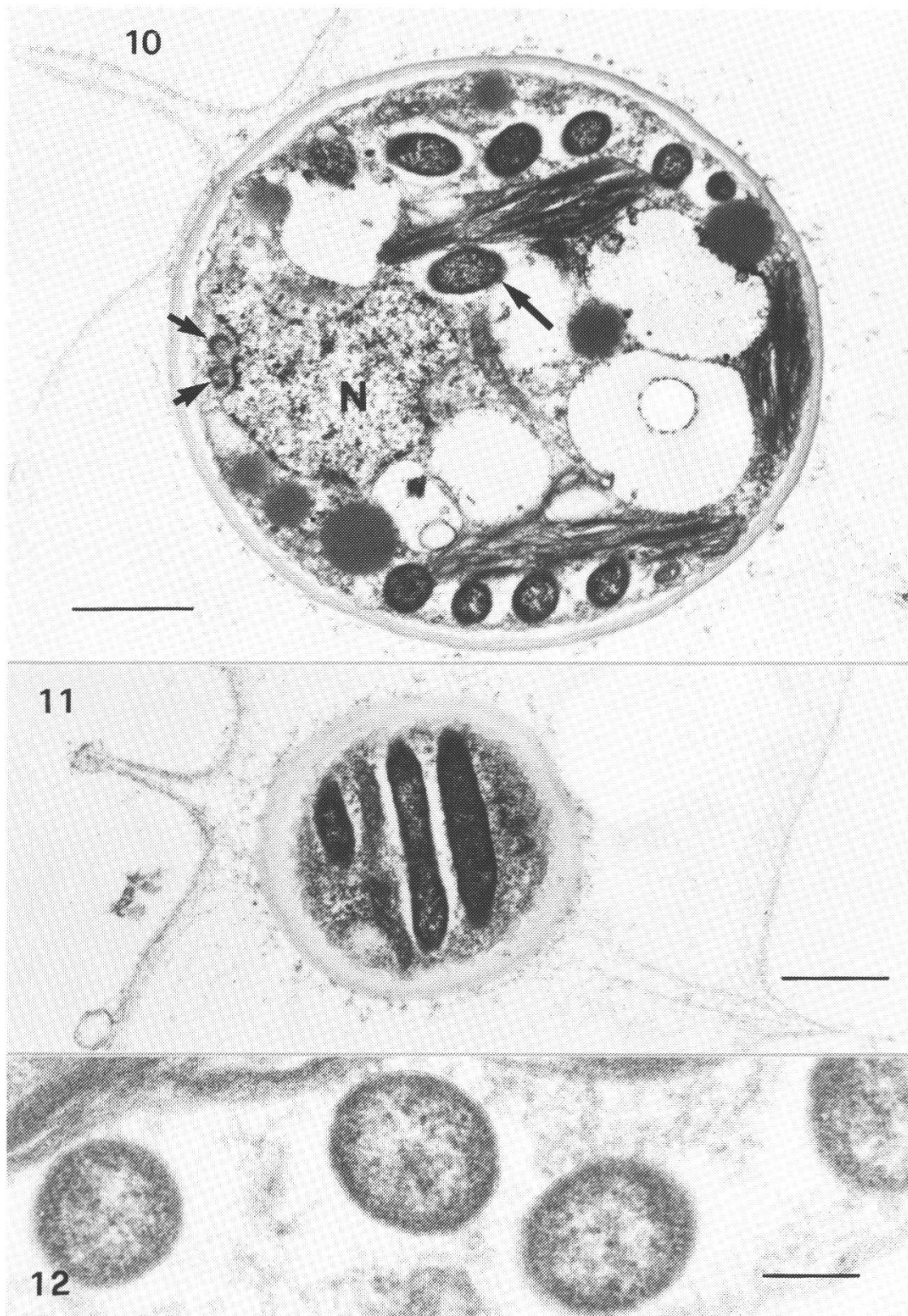


Figure 10 - 13.—Ces quatre figures représentent différents aspects de la même cellule.  
 Figure 10.—Section médiane montrant la présence d'endosymbiontes périphériques dans le cytoplasme (un de ceux-ci est indiqué par une longue flèche). Dans une invagination du noyau (N) on peut noter deux centrioles (petites flèches). Barre: 1  $\mu$ m.  
 Figure 11.—Section tangentielle des endosymbiontes. Barre: 1  $\mu$ m.  
 Figure 12.—Sections transversale ou légèrement obliques des endosymbiontes. Barre: 0,2  $\mu$ m.



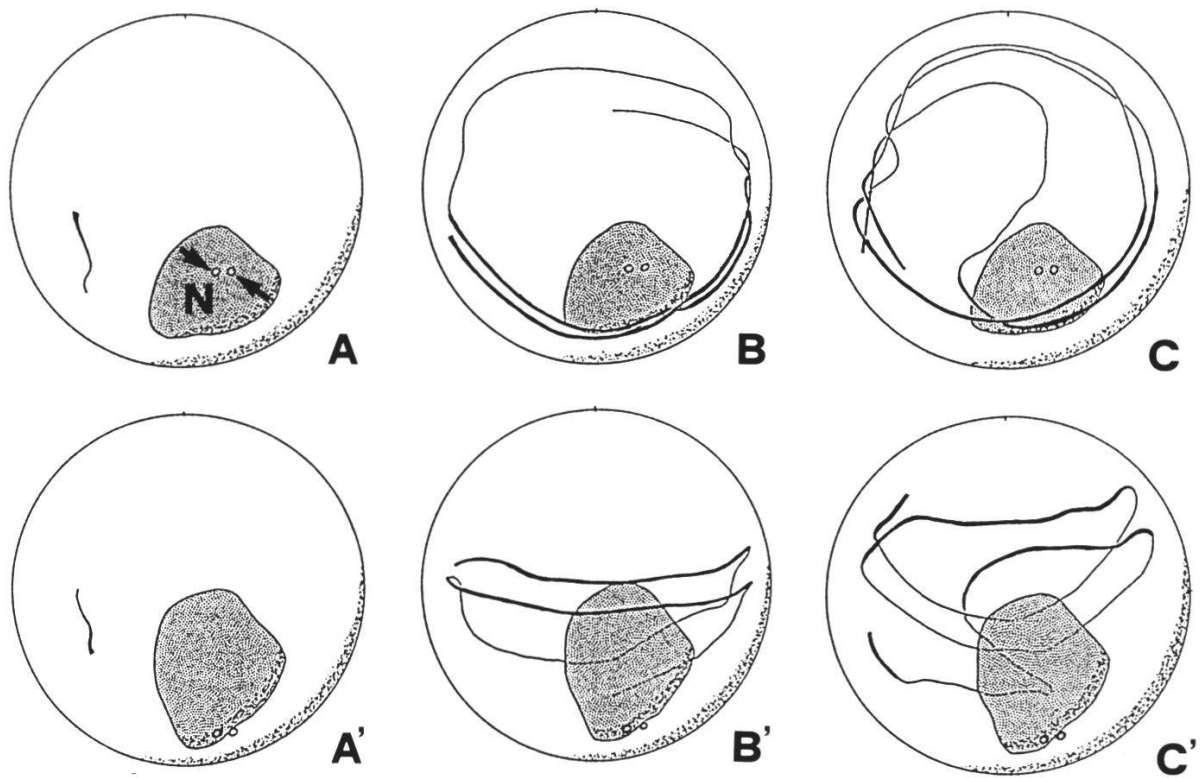


Figure 13.—Disposition spatiale des trois endosymbiontes contenus dans une cellule. Chaque endosymbionte est représenté individuellement selon deux orientations distinctes de  $90^\circ$ . Les dessins A, B et C peuvent être considérés comme des vues «polaires» de la cellule. Les dessins A', B' et C' peuvent être considérés comme des vues «équatoriales». Par exemple, le plus petits des trois endosymbiontes est représenté par les dessins A et A'. Le noyau (N) et les deux centrioles (flèches) sont constamment présents dans les six dessins. Pour ne pas charger les dessins, les endosymbiontes ne sont figurés que par un trait et non leur épaisseur réelle. Ces traits sont minces ou légèrement épaissis, indiquant ainsi une position éloignée ou proche de l'observateur.

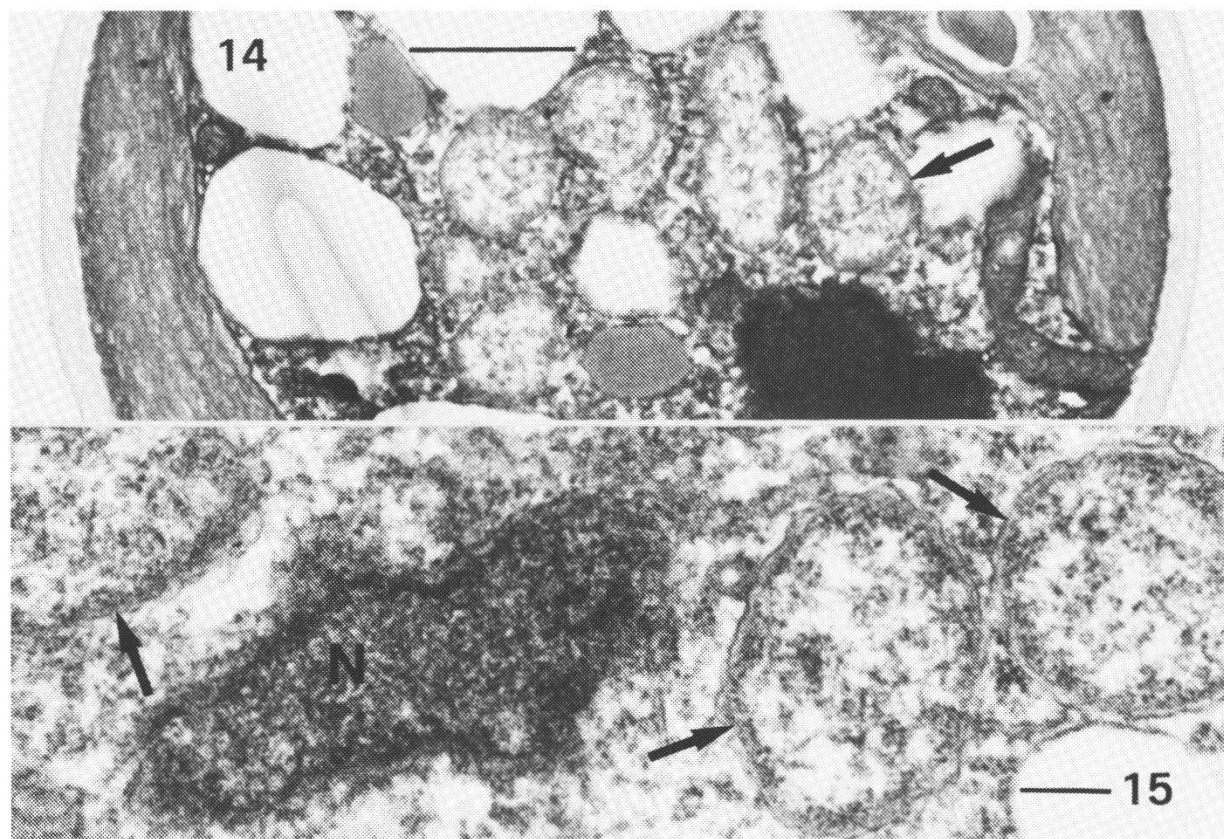


Figure 14.—Section médiane d'une cellule contenant des endosymbiontes (flèche montrant un de ceux-ci) situés centralement dans le cytoplasme. Barre: 1  $\mu$ m.

Figure 15.—Coupe transversales de trois endosymbiontes (flèches) situés près du noyau (N). Barre: 0,2  $\mu$ m.

