Zeitschrift: Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany

Herausgeber: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

Band: 35 (1980)

Heft: 1

Artikel: Contribution à l'étude de Treubaria Bernard : Chlorococcales, Chlorophyceae

Autor: Reymond, Olivier

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-880082

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: 14.07.2025

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

Contribution à l'étude de Treubaria Bernard (Chlorococcales, Chlorophyceae)

OLIVIER REYMOND

RÉSUMÉ

REYMOND, O. (1980). Contribution à l'étude de Treubaria Bernard (Chlorococcales, Chlorophyceae). *Candollea* 35: 37-70. En français, résumé anglais.

Etude générale du genre *Treubaria* Bernard, basée sur l'observation aux différents microscopes optiques et électroniques de récoltes de provenance internationale et de plusieurs cultures. Les caractères de la reproduction, la morphologie générale, le polymorphisme dû à des changements de parois, et à l'ultrastructure des divers éléments cellulaires sont considérés. Des photomicrographies optiques et électroniques ainsi que des dessins sont fournis. Une clé de détermination et un bref historique de tous les travaux, les plus importants concernant *Treubaria* complètent la description des quatre espèces retenues. Le genre *Treubaria* Bernard (Fam. *Treubariaceae* Fott) se compose des espèces *T. setigera* (Archer) G. M. Smith, *T. triappendiculata* Bernard, *T. schmidlei* (Schröder) Fott & Kováčik, *T. crassispina* G. M. Smith. Une nouvelle combinaison est proposée: *Pachycladella komarekii* (Fott & Kováčik) Reymond comb. nov.

ABSTRACT

REYMOND, O. (1980). Contribution to the study of Treubaria Bernard (Chlorococcales, Chlorophyceae). *Candollea* 35: 37-70. In French, English abstract.

General study of the genus *Treubaria* Bernard, based on the observation of collections of international origin and several cultures by different optical and electron microscopes. The characters of reproduction, general morphology, polymorphism caused by changes in the cell wall and ultrastructure of the different cellular elements are considered. Optical and electronic micrographs together with drawings are given. A determination key, figures and a brief historical note of almost all important works on *Treubaria* complete the description of each of the four species retained. The genus *Treubaria* Bernard (Fam. *Treubariaceae* Fott) is composed of the species *T. setigera* (Archer) G. M. Smith, *T. triappendiculata* Bernard, *T. schmidlei* (Schröder) Fott & Kováčik, *T. crassispina* G. M. Smith. A new combination is proposed: *Pachycladella komarekii* (Fott & Kováčik) Reymond comb. nov.

CODEN: CNDLAR
ISSN: 0373-2967
35(1) 37 (1980)

© CONSERVATOIRE ET JARDIN BOTANIQUES DE GENÈVE 1980

INTRODUCTION

Les algues du genre *Treubaria* BERNARD (1908) sont peu courantes, et leur observation souvent difficile en raison de leur petite taille et du manque de contraste qu'elles offrent aux microscopistes.

En 1972, l'étude de récoltes de phytoplancton du Jardin botanique de Lausanne (Suisse), et la mise en cultures monoalgales de ce matériel, nous ont montré le très grand polymorphisme qui existait dans le genre *Treubaria*, et les confusions que cela avait provoqué chez les systématiciens. La bibliographie concernant sa biologie était pauvre en renseignements. Le cycle de reproduction n'avait jamais été observé entièrement, il n'existait pas de cultures de cet organisme dans les algothèques, et aucun travail n'avait été entrepris en microscopie électronique à son sujet.

Ces faits nous ont donc amené à étudier *Treubaria* sous tous ses aspects, dont celui de la taxonomie que nous présentons ici.

Trois souches différentes de *Treubaria* ont pu être isolées, et grâce à la compréhension de nombreux collègues étrangers et suisses, nous avons pu observer des récoltes de provenance internationale. Nous avons rassemblé presque toute la bibliographie citant *Treubaria*, ses synonymes ou ses espèces proches, qui a été éditée de 1872 à 1979. Nous ne citons cependant ici que les principaux travaux.

Le résultat de ce travail a permis de donner au genre *Treubaria* Bernard une nouvelle diagnose plus précise que ne l'étaient les précédentes, faisant apparaître ce groupe sous un aspect très monolithique, et rejetant plusieurs espèces qui n'avaient pas leur place en son sein. Le concept de l'espèce est par contre beaucoup plus difficile à saisir étant donnée la très grande ressemblance entre les taxa spécifiques.

Nous avons pu distinguer quatre espèces, mais il est probable que le genre *Treubaria* comprend plusieurs sous-espèces, ou formes. Malgré les recherches sur les cultures, et le microscope électronique, nos connaissances ne sont pas suffisantes et nous n'avons pas abordé l'étude des taxa de rang inférieur à l'espèce.

Sur le plan de la systématique des espèces, il est donc important de souligner que comme pour KORŠIKOV (1953) ou FOTT & KOVÁČIK (1975), nos conclusions ont un aspect provisoire.

Nous présentons ici quelques-uns des résultats les plus significatifs de l'étude de *Treubaria*, qui a fait l'objet d'un travail de thèse. Le manuscrit dactylographié original peut être consulté dès 1981 à la Bibliothèque cantonale vaudoise à Lausanne, ou à la Faculté des sciences de l'Université de Lausanne, ou au Laboratoire de cryptogamie du Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Quelques-unes des conclusions taxonomiques que nous présentons diffèrent quelque-peu de celles présentées dans le manuscrit de thèse, ou la publication de REYMOND (1979).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Liste des récoltes de phytoplancton dans lesquelles nous avons observé des Treubaria

1. Jardin botanique de Lausanne, Suisse, 1972 et suivantes, leg. O. Reymond.
2. Etang du Sépey/Cossonay, Suisse, 1975 et suivantes, leg. O. Reymond.
3. Lac de Bret, Suisse, 1976 et suivantes, leg. O. Reymond.
4. Lac de Zurich, Suisse, 1958, leg. M. Pavoni-Bosli, EAWAG.
5. Lac de Nantua, France, 1976, leg. O. Reymond et J. C. Druart.
6. Lac de Silans, France, 1976, leg. O. Reymond.
7. Lac du Bourget, France, 1979, leg. J. C. Druart, INRA.
8. Jardin botanique de Montego Bay, Jamaïque, 1973, leg. E. Hegewald.
9. Cambridge, Grande-Bretagne, 1976, leg. E. Swale.
10. Lac de Marmara, Turquie, 1977, leg. S. Cirik.
11. Kamaras-Duna, Baja, Hongrie, 1973, leg. A. Schmidt.
12. Belsö-Tö, Hongrie, 1976, leg. L. Hajdu.
13. Långsjön, Suède, leg. G. Cronberg.
14. Rio Tapajos, Brésil, 1946, leg. H. Sioli.
15. Rio Amazonas, Brésil, 1976, leg. G. Cronberg.

Presque toutes les cellules de *Treubaria*, observées dans ces récoltes, ont été soit dessinées, soit photographiées. La forme des cellules, la présence d'un pyrénoïde, le diamètre cellulaire, la longueur et le nombre des épines, ont été minutieusement répertoriés. Une étude semblable a été entreprise avec quelques cellules des différentes cultures citées ci-dessous.

Nous n'avons pas eu l'occasion d'observer personnellement les *Treubaria* du continent africain. De nombreux dessins précis, et des notes personnelles de A. Nauwerck concernant les lacs Mwadingusha, Kisale, Karamba, Kivu et Tanganika, nous ont permis de constater que les *Treubaria* de ces localités ne diffèrent pas de celles que nous avons observées dans les autres points du globe.

Liste des cultures de *Treubaria*:

N°s 72-69: *Treubaria triappendiculata,* isol. O. Reymond.
N°s 75-96: *Treubaria varia,* isol. O. Reymond.
N°s 76-98: *Treubaria setigera,* isol. O. Reymond.
Långsjön: *Treubaria varia,* isol. G. Cronberg.

Les souches 72-69, 75-96, 76-98 sont monoalgales, et proviennent respectivement des récoltes du Jardin botanique de Lausanne, de l'étang du Sépey et du lac de Nantua.

La culture "Långsjön" que nous n'avons jamais pu obtenir à l'état monoalgale, ni même à l'état monospécifique, a été abandonnée. Elle ne contenait cependant qu'une seule espèce de *Treubaria* qu'il nous a tout de même été possible d'étudier en microscopie optique.

Il n'existerait pas, à notre connaissance, d'autres souches de *Treubaria*, la seule autre, dont nous ayons entendu parler, ayant périclité (voir l'historique du genre *Treubaria*, ci-dessous).

Isolement des souches

Par leur petite taille et la transparence de leurs épines, les *Treubaria* sont généralement difficiles à isoler. Pour arriver à ce but, le phytoplancton contenant *Treubaria* est disséminé par pulvérisateur, sur une plaque d'agar à 1.5%, en solution aqueuse, de 5 mm de profondeur. De cette façon, les cellules peuvent se voir au contraste de phase. Lorsqu'on a identifié une *Treubaria* par ses épines, l'objectif du microscope (10 × ou 20 ×) est remplacé au-dessus de la cellule, par un fin tube métallique de 1 mm de diamètre intérieur, monté sur le révolver. Ce tube peut alors s'enfoncer dans l'agar en manipulant la vis macrométrique du microscope, et pratiquer une carotte au sommet de laquelle se trouvera la *Treubaria* sélectionnée. Par une ouverture latérale du tube métallique, on injecte de l'air qui repoussera la carotte d'agar avec la *Treubaria* dans un milieu nutritif adéquat.

Milieux et conditions de culture

Plusieurs milieux donnent satisfaction pour la culture de *Treubaria*. Parmi ceux-ci, citons le Bold's Basal Medium (BISCHOFF & BOLD, 1963) additionnée de "soil medium".

Nous cultivons les cellules en flacons Erlenmeyer de 150 ml, remplis de 50 ml de milieu, mais également en récipients de 10 litres, avec insufflation d'air. Les cultures maintenues à la température du laboratoire sont exposées à la lumière naturelle ou à des rampes de tubes fluorescents.

Microscopie optique

Le contraste de phase nous est apparu comme le moyen le plus pratique pour repérer et déterminer les *Treubaria*. Le contraste des épines de *Treubaria* peut être fortement augmenté en les colorant à l'aide du bleu d'alcian 8 GS, en solution aqueuse à 2% environ. Les micrographies ont été faites à l'aide de microscopes de différentes marques que nous avons eu l'occasion de confronter.

Microscopie électronique à balayage et à transmission

Les *Treubaria* représentent un matériel délicat pour le microscope à balayage, si l'on veut obtenir des épines intactes, et d'un volume normal. La préparation de sections ou d'étalement de cellules, pour le microscope à transmission, présente moins de difficulté. Des méthodes de préparation concernant *Treubaria* ont déjà fait l'objet de publications (REYMOND & JALANTI, 1976a et b). Le matériel a été observé sur les microscopes JEOL 35, Zeiss EM 9, Hitachi 12 du Centre de microscopie électronique de l'Université de Lausanne, et sur un Philips 300 de la Station fédérale d'essais agronomiques de Changins.

HISTORIQUE DES RECHERCHES SUR LA BIOLOGIE ET LA SYSTÉMATIQUE DE TREUBARIA DE 1872 A 1979

Le genre *Treubaria (Chlorococcales, Chlorophyceae)* a été décrit en 1908 à Java, par BERNARD. Ce genre était monospécifique, avec le type *T. triappendiculata* et appartenait à la famille des *Chlorococcaceae.* Bien que cet auteur ne le mentionne pas expressément, nous présumons que ce nom lui a été inspiré par celui du Professeur Treub (1851-1910).

En 1953, KORŠIKOV, dans son remarquable ouvrage sur les *Chlorococcales,* édité après sa mort, place ce genre dans une sous-famille, celle des *Treubarioideae,* toujours dans la famille des *Chlorococcaceae.* Cette sous-famille englobe les genres *Treubaria* BERNARD (1908), *Desmatractum* WEST & WEST (1902), *Echinosphaerella* SMITH (1920), et *Pachycladon* SMITH (1924).

En 1960, FOTT introduit la famille des *Treubariaceae* que nous conservons actuellement. Elle comprend alors les genres *Treubaria* BERNARD (1908), *Desmatractum* WEST & WEST (1902) emendavit PASCHER (1930), *Octogoniella* PASCHER (1930), *Saturnella* PASCHER & MATTAUCH, *in* MATTAUCH (1936), et sous toute réserve, *Pachycladon* G. M. SMITH (1924). Le genre *Echinosphaerella* G. M. SMITH (1920) n'est pas mentionné dans cette nouvelle famille.

La famille des *Treubariaceae* n'étant pas admise par un certain nombre d'algologues systématiciens, nous trouvons également le genre *Treubaria* dans la famille des *Oocystaceae.*

Examinons maintenant le problème des espèces. ARCHER (1872, 1873, 1874) publie trois articles presque identiques décrivant de nouveaux organismes. Un de ces organismes est l'actuel *Treubaria setigera,* mais Archer le

classe parmi les *Chroococcaceae* dans la division des *Cyanophyceae* sous le nom de *Tetrapedia setigera.* Archer a découvert en premier la plus petite espèce de *Treubaria* que nous connaissions actuellement, et l'erreur qu'il a faite, de placer ce nouveau taxon dans les *Cyanophyceae,* est fort compréhensible, car la cytologie de ces cellules est extrêmement difficile à observer; le chloroplaste est souvent peu distinct, et le pyrénoïde absent dans beaucoup de cas. De plus, ces organismes sont rares. Il faut attendre 1898 pour voir *Tetrapedia setigera* Archer, être enfin considéré comme une algue verte eucaryote, et porter le nom de *Polyedrium trigonum* var. *setigerum* (Archer) SCHRÖDER (1898b). Le passage de cet organisme des procaryotes aux eucaryotes ne fait pas l'unanimité parmi les algologues, et ce problème est discuté une dernière fois par DROUET & DAILY (1956) dans leur révision des *Myxophyceae* coccoïdes.

En 1933, enfin, *Polyedrium trigonum* var. *setigerum* (Archer) Schröder, est transféré dans le genre *Treubaria* Bernard, sous la dénomination de *Treubaria setigera* (Archer) G. M. SMITH. Il aura fallu 26 années pour que cet organisme soit considéré, par un premier algologue, comme une *Chlorophyceae,* et 25 années depuis la création de *Treubaria* par Bernard, pour qu'il soit rattaché à ce genre. La dernière combinaison ne fait pas l'unanimité des algologues, et nous trouvons encore actuellement cet organisme sous la dénomination de *Tetraedron trigonum* var. *setigerum* (Archer) LEMMERMANN (1904).

De 1908 à 1979, nous ne trouvons que deux révisions importantes du genre *Treubaria.* Ce sont celles de KORŠIKOV en 1953, et FOTT & KOVÁČIK (1975). KORŠIKOV (1953) nous donne avec beaucoup de prudence et de discernement une excellente synthèse de son expérience de *Treubaria.* Il signale, avec raison, que *Echinosphaerella limnetica* G. M. SMITH (1920) pourrait être une *Treubaria,* mais ne se risque pas à faire la nouvelle combinaison. Il ne mentionne pas *Treubaria setigera* G. M. SMITH (1933), ce travail de Smith ne lui étant vraisemblablement pas parvenu. On s'étonne que Koršikov ne cite pas non plus *Polyedrium trigonum* var. *planctonicum (= Treubaria schmidlei)* décrit par SKVORCOV (1917). Il est fort plausible qu'il n'a pas eu connaissance de cet article. Malgré les quelques omissions que nous venons de signaler, la révision de Koršikov nous montre un genre *Treubaria* BERNARD (1908) très homogène morphologiquement, et comprenant les espèces suivantes: *Treubaria triappendiculata* BERNARD (1908), *Treubaria varia* TIFFANY & AHLSTROM (1931), *Treubaria planctonica* (G. M. Smith) KORŠIKOV (1953) (= *Tetraedron schmidlei* (Schröder) LEMMERMANN, 1903), *Treubaria crassispina* G. M. SMITH (1926). Dans une dernière phrase concernant le genre *Treubaria*, Koršikov précise bien que cette classification est temporaire et provisoire, en raison du polymorphisme des espèces.

En 1975, 22 ans après la publication du travail de Koršikov, dans une de ses dernières œuvres, le Professeur FOTT, avec la collaboration du Dr KOVÁČIK, publie une révision du genre *Treubaria* comprenant alors 9 espèces et une forme que nous citons ci-dessous, telles quelles.

Treubaria setigera (Archer) G. M. SMITH (1933)
= *Tetraedron trilobulatum* (Reinsch) HANSGIRG (1889)
= *Treubaria triappendiculata* BERNARD (1908)

Treubaria quadrispina (G. M. Smith) FOTT & KOVÁČIK (1975)

Treubaria komarekii FOTT & KOVÁČIK (1975)

Treubaria umbrina (G. M. Smith) FOTT & KOVÁČIK (1975)

Treubaria umbrina (G. M. Smith) FOTT & KOVÁČIK (1975) forma *zatoriensis* (Bednarz & Mrozinska-Webb) FOTT & KOVÁČIK (1975)

Treubaria schmidlei (Schröder) FOTT & KOVÁČIK (1975)
= *Treubaria varia* TIFFANY & AHLSTROM (1931)

Treubaria planctonica (G. M. Smith) KORŠIKOV (1953)
= *Treubaria varia* TIFFANY & AHLSTROM (1931) (sensu auct.)

Treubaria crassispina G. M. SMITH (1926)

Treubaria euryacantha (Schmidle) KORŠIKOV (1953)
=? *Borgea planctonica* p.p. iconotype, SMITH (1922)

Treubaria limnetica (Smith) FOTT & KOVÁČIK (1975)
= *Tetraedron stellatum* SVIRENKO (1926)

La révision de FOTT & KOVÁČIK (1975) fait de *Treubaria* un genre très hétérogène. Cette révision, contrairement à celle de KORŠIKOV en 1953, est accompagnée d'une importante bibliographie, et de nombreuses citations de localités.

Comme Koršikov, Fott & Kováčik sont conscients du caractère provisoire de leur révision, et de la nécessité de mieux connaître le caractère propre de chacune des espèces pour les placer définitivement parmi les *Chlorococcales.*

Deux autres publications, n'ayant pas les caractères d'une véritable révision, traitent aussi du genre *Treubaria* Bernard.

La première est celle de G. M. SMITH, en 1933. Cet auteur, dans son traité général sur les algues, cite trois espèces de *Treubaria: Treubaria triappendiculata* BERNARD (1908), *Treubaria crassispina* G. M. SMITH (1926), et *Treubaria setigera* (Archer) G. M. SMITH (1933).

Echinosphaerella limnetica G. M. SMITH (1920) (= *Treubaria limnetica* (G. M. Smith) FOTT & KOVÁČIK, 1975), et *Borgea planctonica* G. M. SMITH (1922) (= *Treubaria planctonica* (G. M. Smith) KORŠIKOV, 1953) sont également mentionnés, mais aucun rapport n'est fait avec le genre *Treubaria.*

La deuxième publication nous provient de BARTHA & al. (1976). Ces auteurs publient un guide des *Chlorococcales,* dans lequel le genre *Treubaria* comprend alors quatre espèces: *Treubaria elegans* HORTOBAGYI (1973) nom. inval., *Treubaria planctonica* (G. M. Smith) KORŠIKOV (1953), *Treubaria triappendiculata* BERNARD (1908), et *Treubaria varia* TIFFANY & AHLSTROM (1931). Cette courte revue des espèces du genre *Treubaria* est, par l'unité morphologique des diverses espèces, beaucoup plus proche de l'esprit de

KORŠIKOV (1953) que de celui de FOTT & KOVÁČIK (1975), publiée une année auparavant.

Sur le plan des recherches biologiques concernant *Treubaria*, les résultats sont maigres. La rareté du matériel n'a pour ainsi dire pas permis l'observation complète du cycle de reproduction avant l'obtention de cultures monoalgales. Le Dr H. Belcher, à la collection d'algues et de protozoaires de Cambridge, est le premier, semble-t-il, à avoir isolé et cultivé *Treubaria*, mais la souche est abandonnée, et à notre connaissance, aucune recherche n'est entreprise avec ce matériel. H. Belcher note cependant que le matériel est très déformé en conditions de culture (communication personnelle de E. Swale).

De 1972 à 1976, nous isolons trois souches d'espèces différentes de *Treubaria*. Le cycle de reproduction est examiné d'un bout à l'autre, et les pigments sont analysés. L'appartenance de *Treubaria* Bernard aux *Chlorococcales* ne fait plus de doute. En 1976, *Treubaria* entre enfin dans l'ère de la microscopie électronique (REYMOND & JALANTI, 1976a et b).

La présente étude de *Treubaria* a été commencée à la même période que celle de FOTT & KOVÁČIK (1975), et nous avons correspondu avec ces auteurs. Le concept du genre et des espèces de *Treubaria* étant différent pour chacun de nous, nos conclusions divergent sur plusieurs points, mais ont en commun un aspect provisoire devant la difficulté de comprendre ce genre.

Prochainement devrait apparaître la révision des *Chlorococcales,* commencée par le Prof. B. Fott, et continuée par le Dr J. Komarek. Il est certain que beaucoup de genres, dont peut-être *Treubaria*, prendront une autre configuration, étant données les approches multiples dont les algues sont aujourd'hui l'objet.

MORPHOLOGIE

Ce sont des organismes unicellulaires globoïdes, généralement surmontés d'épines, et montrant un grand polymorphisme. Pour cette raison, nous décrivons successivement la forme des cellules (sans épines), puis la forme des épines.

Forme des cellules (sans épines)

Nous avons réparti, en trois catégories, les formes que prennent les cellules.

1. Les formes lobées (fig. 1-7, 12, 13, 16, 17 et 25)

Chaque lobe de la cellule porte une épine. La forme trilobée est la plus courante. Elle est généralement bien marquée chez *T. setigera* (Archer) G.

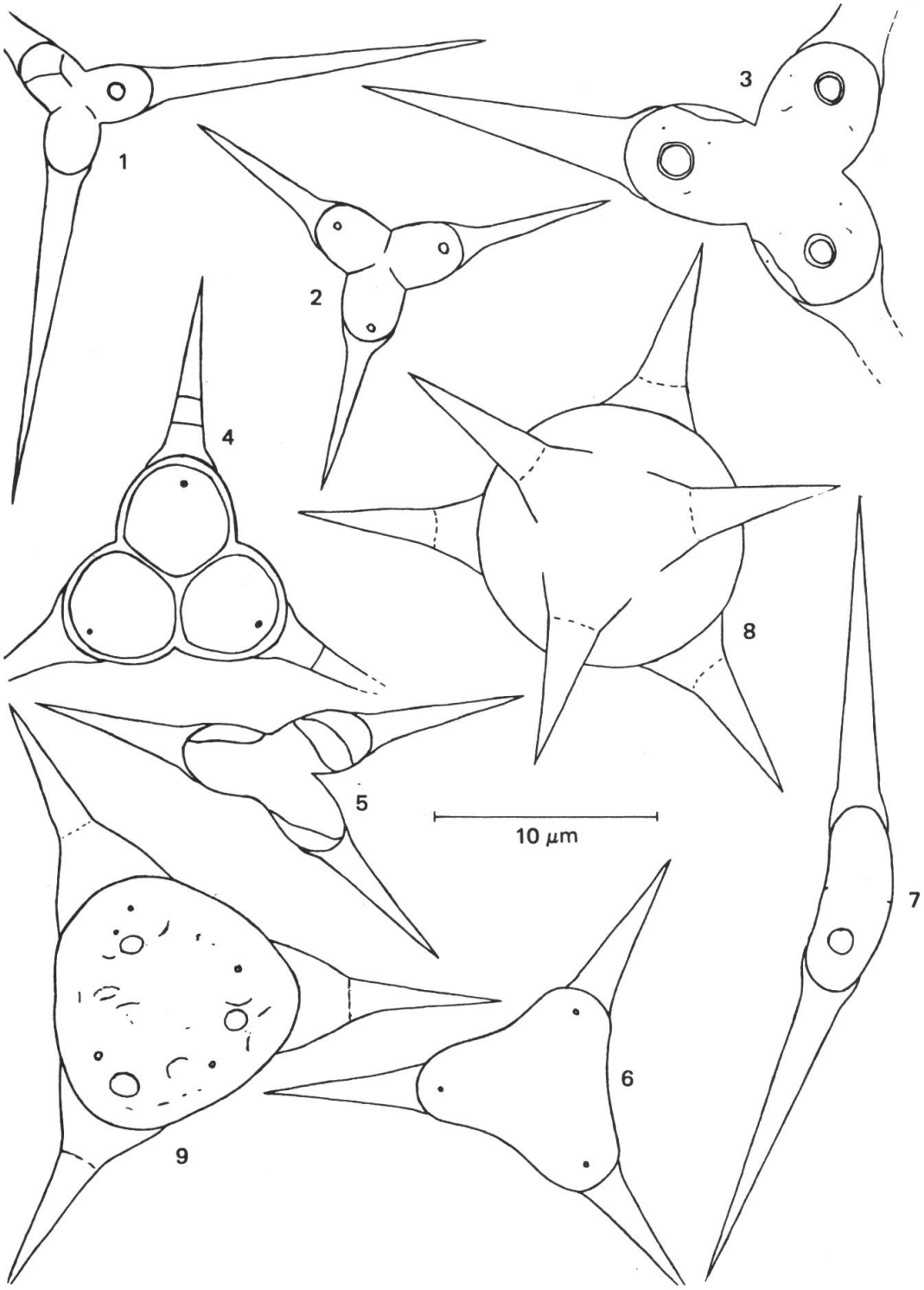


Fig. 1 à 9. — *Treubaria setigera* (Archer) G. M. Smith.
La morphologie la plus courante que l'on rencontre chez cette espèce est représentée par les figure 1 à 3.

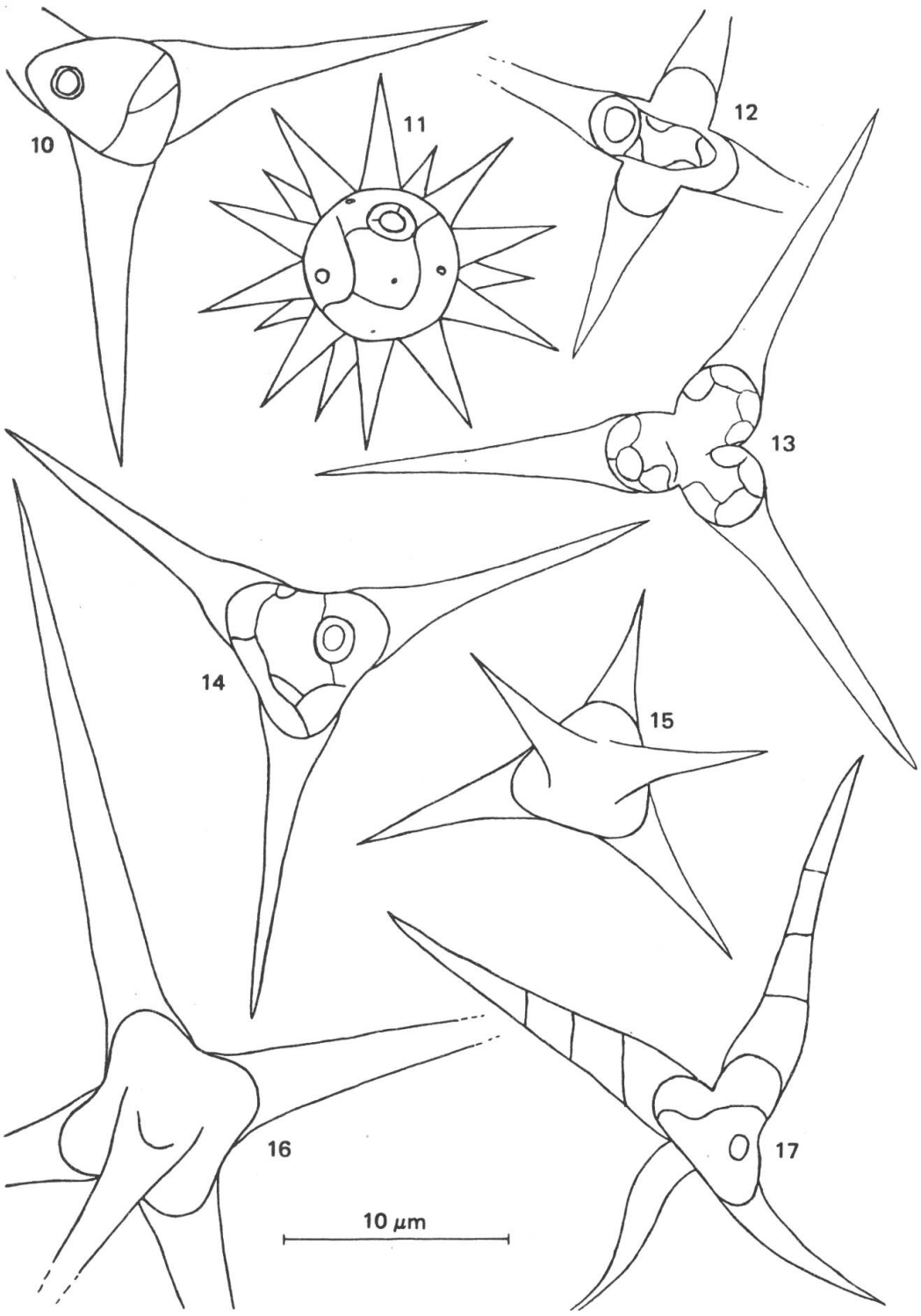


Fig. 10 à 17. — *Treubaria triappendiculata* Bernard.
La morphologie la plus courante que l'on rencontre chez cette espèce est représentée par les figures 10 à 15.

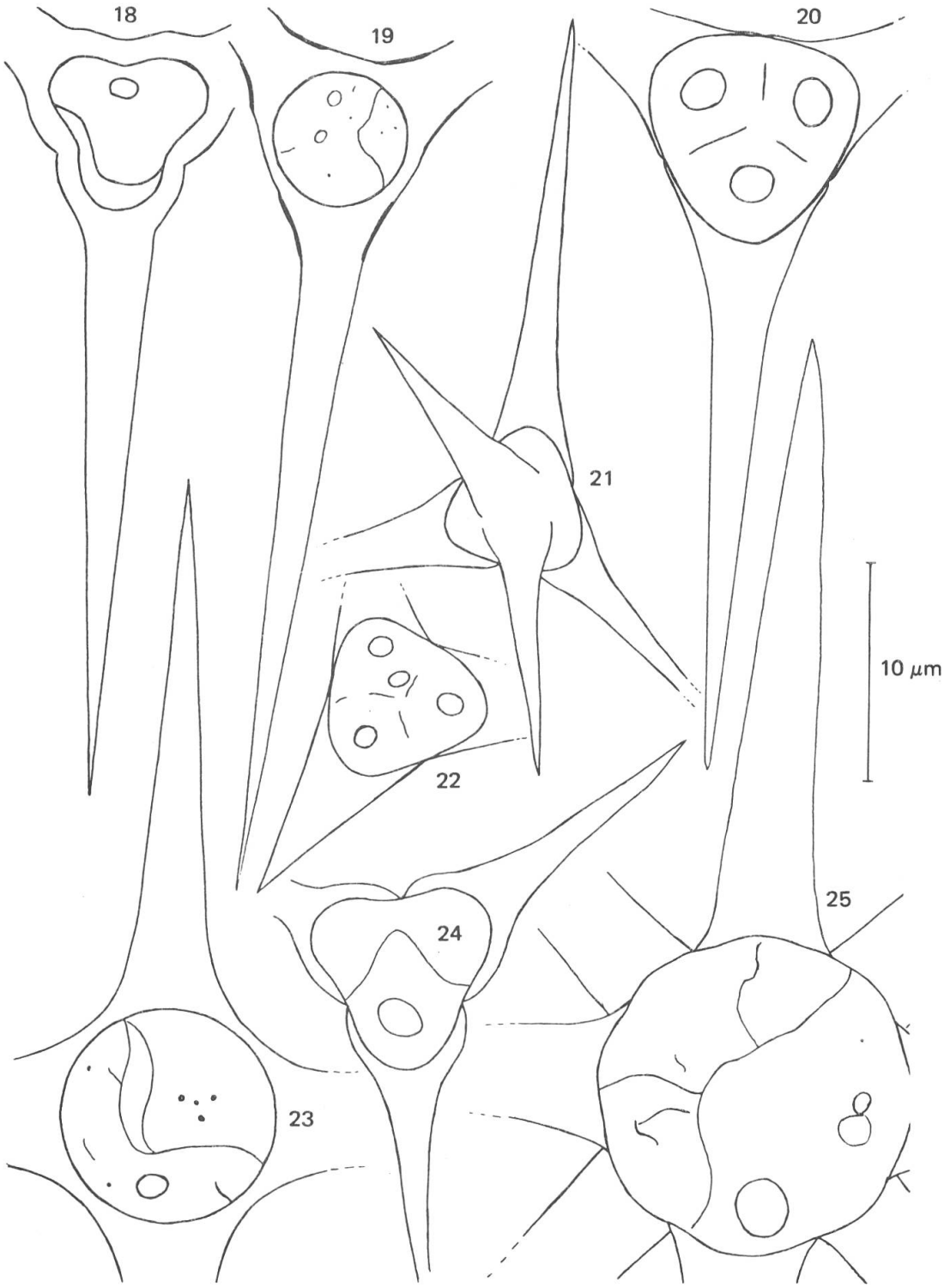


Fig. 18 à 25. — *Treubaria schmidlei* (Schröder) Fott & Kováčik.

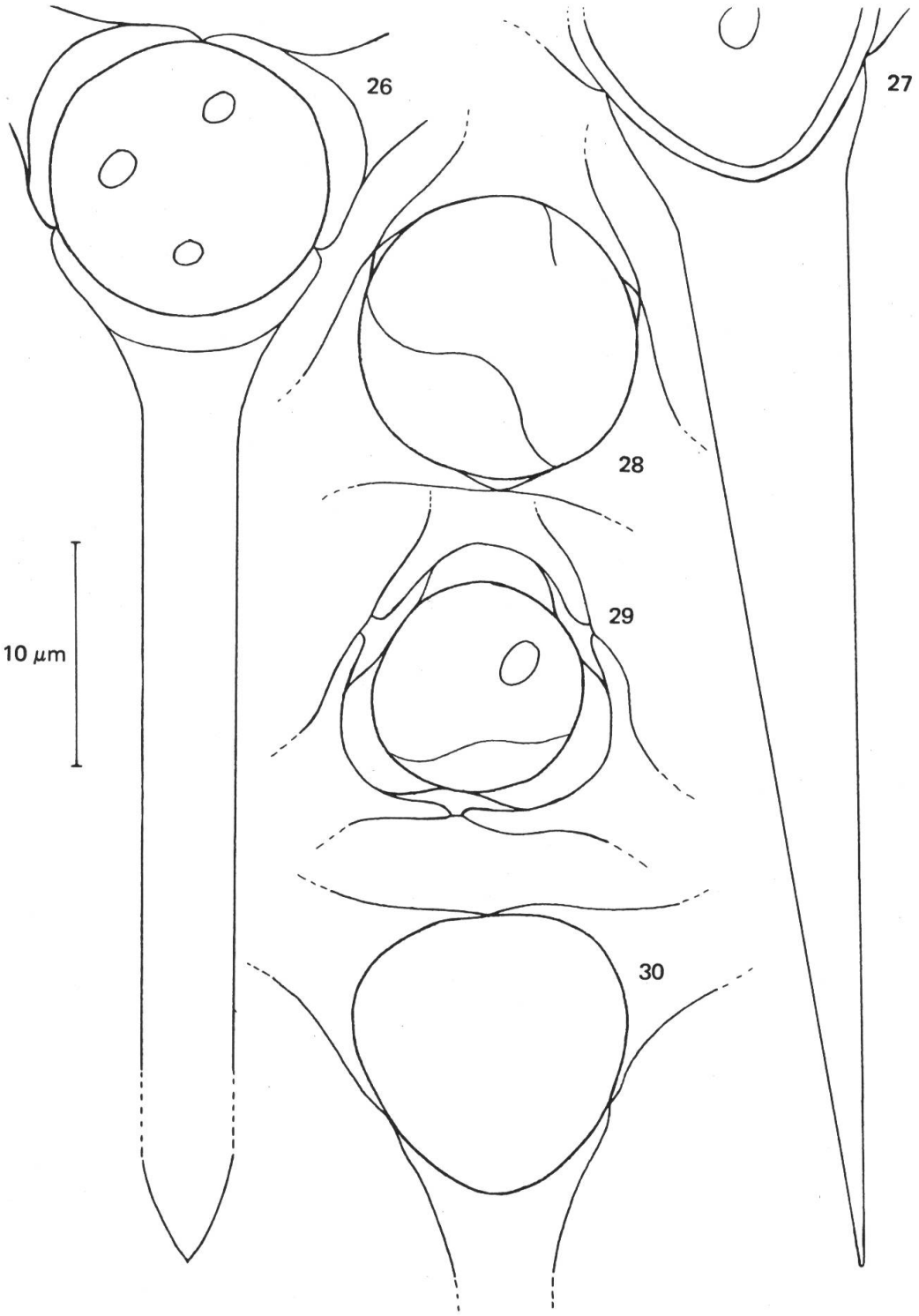


Fig. 26 à 30. — *Treubaria crassispina* G. M. Smith.
A l'exception de la figure 27, il n'a pas été possible de représenter les épines en entier, celles-ci étant beaucoup trop longues (elles dépassent quelquefois 80 μm).

M. Smith, par exemple, alors qu'on ne la remarque souvent à peine chez les autres espèces. Il peut arriver que les cellules aient l'aspect d'un cylindre droit ou légèrement courbé, dont les extrémités arrondies portent chacune une épine (fig. 7). Cette morphologie que nous nommons arbitrairement bilobée, se rencontre dans les cultures de *T. setigera,* mais aussi dans les récoltes faites au lac de Nantua. Cette morphologie à deux épines n'est pas sans nous rappeler celle de *Desmatractum* West & West (selon REYMOND & DRUART, 1980). Les formes quadrilobées, pentalobées, hexalobées ou possédant jusqu'à 20 lobes environ, sont également courantes chez *Treubaria*, surtout en culture. Jusqu'à six lobes, ces derniers se situent soit dans l'espace tridimensionnel, soit dans le plan.

2. Les formes polyédriques (fig. 9, 10, 14, 15, 18, 20-22, 24, 27, 29, 30)

Chaque angle est généralement très arrondi ou émoussé, et porte une épine. Les cellules triangulaires et tétraédiques sont les plus communes. Les autres formes polyédriques qui ne dépassent pas six côtés, sont soit des polyèdres convexes, soit des polyèdres plans. Les polyèdres convexes, à plus de six côtés, se confondent facilement avec des cellules sphériques.

3. Les formes sphériques (fig. 8, 11, 19, 23, 26 et 28)

La forme sphérique est commune chez *Treubaria*, que ce soit en milieu naturel ou en culture. Le nombre d'épines que peuvent porter de telles cellules peut varier de un à plus de cent.

Cette morphologie n'est jamais propre à une espèce particulière, et la détermination de cellules la possédant, nécessite la comparaison avec des *Treubaria* de forme classique que l'on trouvera dans le même milieu. Les cellules sphériques, à nombreuses épines, sont le résultat des changements de parois ou mues que peuvent facilement effectuer les *Treubaria* de morphologie classique. De bonnes conditions de culture favorisent généralement l'obtention de telles morphologies.

Morphologie des épines

Les épines qui ornent les cellules de *Treubaria* sont normalement des cônes réguliers évasés à leur base, et dont l'angle d'ouverture au sommet (angle entre l'axe du cône et le bord externe du cône) est de 15° à 45°.

Les cônes, recouvrant une même cellule, ont généralement tous la même taille et la même forme, et sont répartis de façon symétrique. La base évasée des épines épouse les formes de la cellule. Elle peut être plaquée contre la cellule, ou dans d'autres cas, ne pas la toucher. Il existe toute une série d'intermédiaires entre ces deux extrêmes (fig. 28-30).

Les épines de *Treubaria* sont toujours pointues à leur sommet. Ce caractère, qui nous semble important, nous a fait exclure de *Treubaria* les espèces à épines évasées à leur sommet, telle que *Treubaria umbrina* (G. M. Smith) FOTT & KOVÁČIK (1975), et sa forme *zatorienzis* BEDNARZ & MROZINSKA-WEBB (1971).

La partie médiane des épines a un angle d'ouverture égal ou inférieur à celui de la pointe. Elle peut même devenir cylindrique (fig. 26). Ce dernier cas est souvent observé sur les épines de *Treubaria crassispina* G. M. SMITH (1926), ou sur les petites épines des *Treubaria triappendiculata* BERNARD (1908) sphériques, obtenues dans la culture 72-69, par exemple.

En plus des formes normales déjà décrites, il nous faut citer d'autres cas, assez rares, mais qui ne sont pas sans intérêt. Les cônes peuvent se situer d'une façon très asymétrique sur les cellules; ils peuvent ne pas avoir la même longueur, être tordus, légèrement spiralés (fig. 17), se développer non en une pointe, mais en hémisphère, ou ne pas se développer en largeur, et donner l'apparence d'un long flagelle immobile.

L'intérieur des cônes est creux, et normalement l'on n'y trouve pas de matériel organique, quelquefois pourtant les cônes sont cloisonnés en plusieurs logettes, par des parois transversales ou obliques (fig. 4, 17), (REYMOND & JALANTI, 1976b).

Dimensions des épines: leur longueur peut atteindre plus de 80 μm chez *Treubaria crassispina* G. M. SMITH (1926).

La couleur des Treubaria

Les *Treubaria* ont une couleur verte que leur confèrent les chlorophylles A et B de leurs chloroplastes pariétaux. Lorsque les cellules observées sont très petites (entre 4 et 6 μm) et le chloroplaste presque insignifiant, la couleur de ce dernier est d'un vert très pâle tournant au bleu clair. Pour cette raison probablement, *Treubaria setigera* (Archer) G. M. SMITH (1933) a longtemps été classée parmi les *Cyanophyceae.*

La paroi cellulaire, qui ne forme qu'un bloc avec les épines, est incolore. Les épines qui ornent les cellules de *Treubaria* sont également toujours incolores et transparentes, difficilement visibles sans coloration au bleu d'alcian 8 GS, par exemple, ou au contraste de phase.

Quelques figures (dont celles de BERNARD, 1908) représentent les épines de *Treubaria* couvertes de ponctuations opaques. Il s'agit de bactéries collées aux épines, mais jamais de structures propres à l'algue. Ces bactéries sont par contre souvent des indicateurs de la fin de la période de développement d'une population de *Treubaria.*

FOTT & KOVÁČIK (1975) introduisent, dans le genre *Treubaria*, des organismes dont les épines sont colorées par des oxydes de fer, semble-t-il (*T. umbrina* (G. M. Smith) FOTT & KOVÁČIK, 1975; *T. komarekii* FOTT & KOVÁČIK, 1975).

Nous excluons ces espèces du genre *Treubaria* pour diverses raisons, dont la couleur des épines, et ceci malgré le fait que ces dernières puissent, semble-t-il, être décolorées par l'acide chlorhydrique et devenir transparentes (selon WAWRIK, 1977).

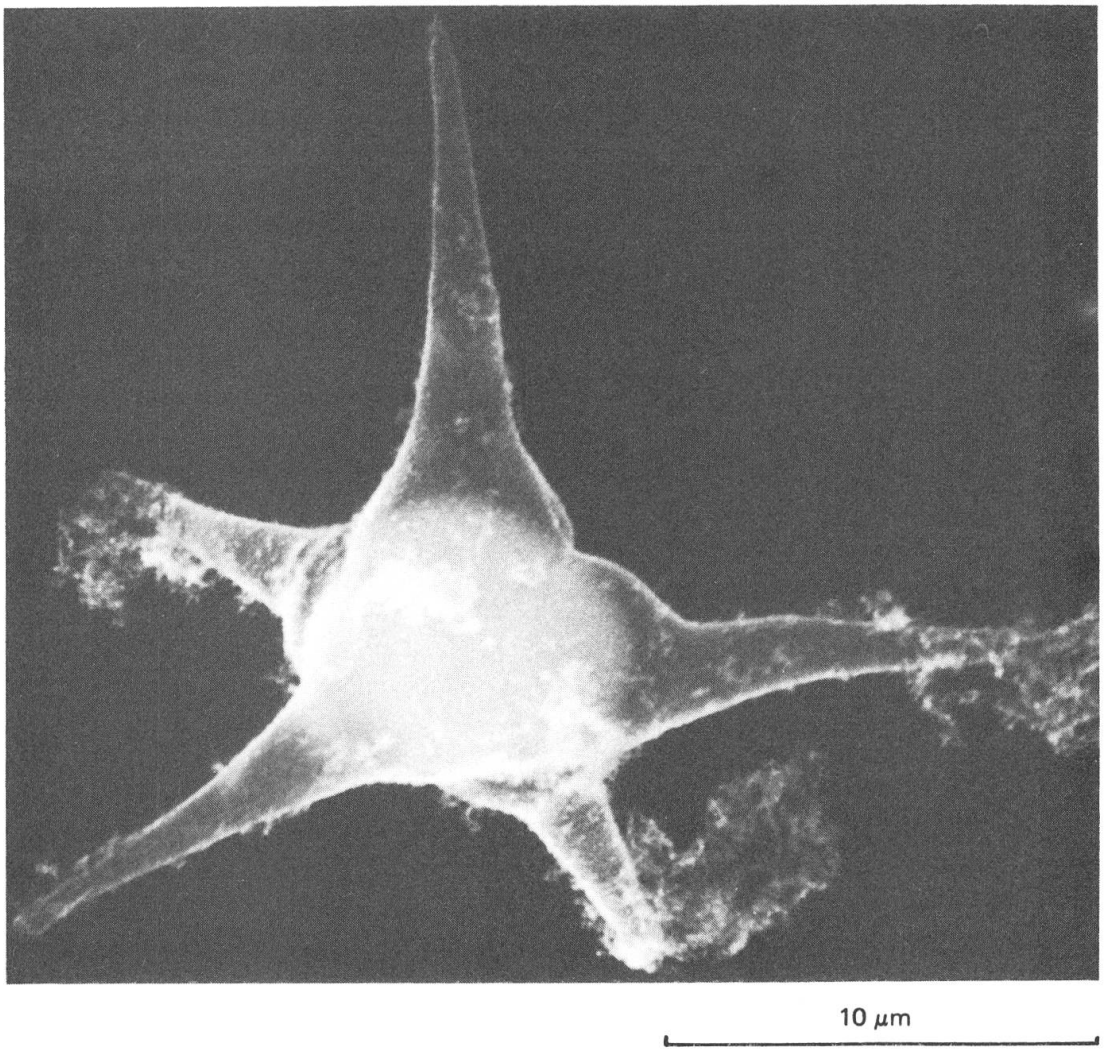


Fig. 31. — *Treubaria schmidlei* (Schröder) Fott & Kováčik, culture 75-96.
Vue générale d'une cellule au microscope à balayage.

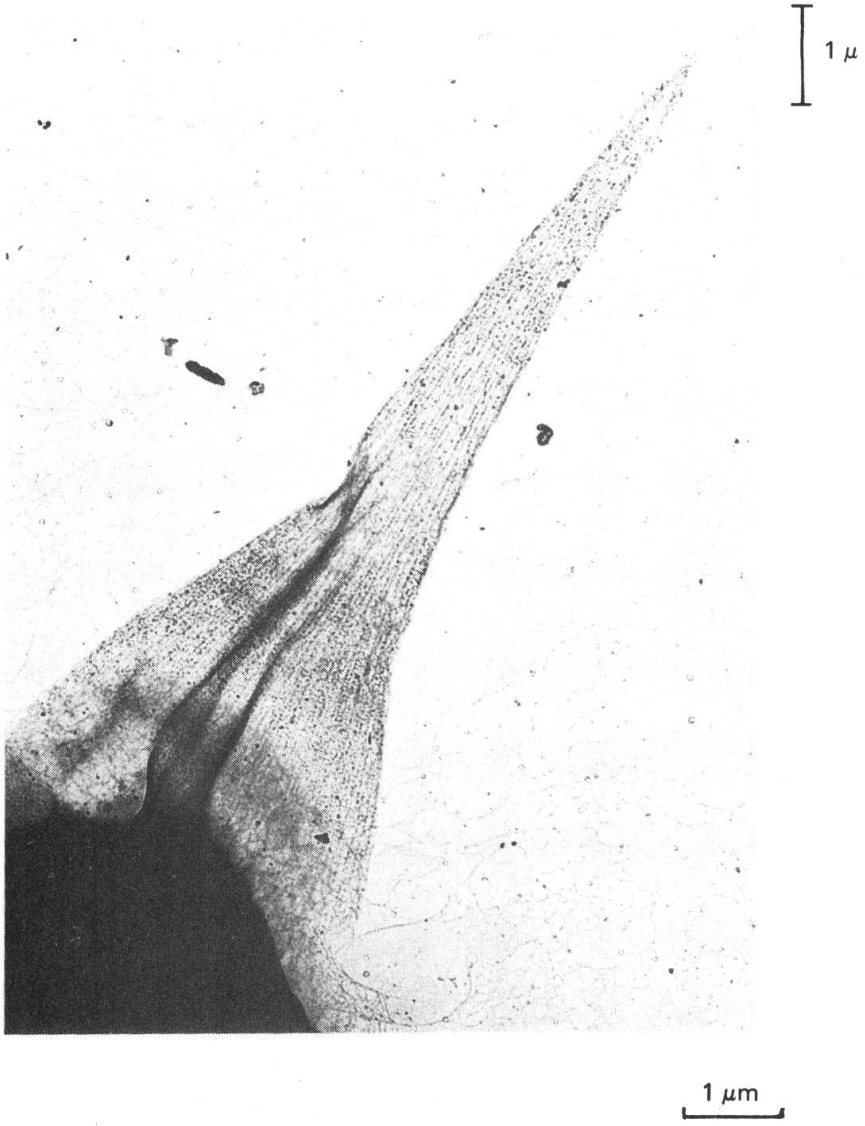


Fig. 32. — *Treubaria triappendiculata* Bernard. Récolte du lac du Bourget.
Epine observée au microscope électronique à transmission. Les fibres qui constituent l'épine sont disposées de façon ordonnée. Les cellules entières, ont été mises à sécher sur des grilles pour la microscopie électronique.

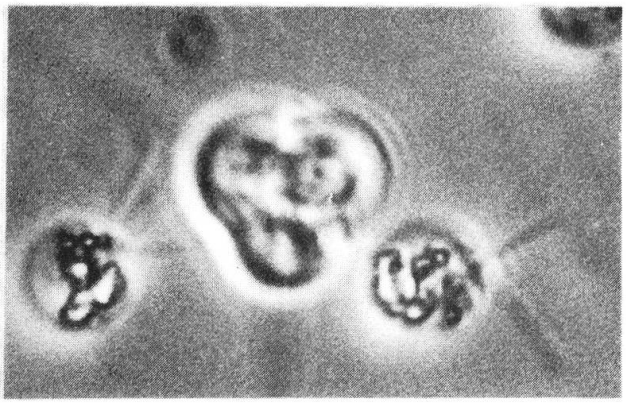
ULTRASTRUCTURE

La paroi et les épines

La paroi cellulaire et les épines de *Treubaria* sont composées du même matériel. Il s'agit de fibres de nature polysaccharidique de 5 nm de diamètre environ, de longueur indéterminée, entourées d'un mucilage mucopolysaccharidique (fig. 31, 34). KORŠIKOV (1953) pense que la paroi de *Treubaria* est cellulosique.

L'épaisseur de la paroi cellulaire et des épines est variable d'une cellule à l'autre. Une grosse cellule ou une grande épine a généralement des parois plus épaisses qu'une petite cellule ou une petite épine. La paroi cellulaire entourant le protoplaste peut être considérée comme étant composée des bases des épines, dont toutes les fibrilles s'imbriquent entre elles et recouvrent toute la cellule (fig. 32, 34). Cette façon d'entrevoir le problème impliquerait que le sommet de chaque épine est à un moment donné un centre organisateur des fibrilles formant la paroi cellulaire. Cependant, les détails de la dynamique de formation de la paroi nous échappent encore totalement.

L'arrangement des fibres composant les épines est très régulier, alors qu'il ne l'est pas à la surface de la cellule (REYMOND & JALANTI, 1976b).



10 μ

Fig. 33. — *Treubaria setigera* (Archer) G. M. Smith, culture 76-98.
Au centre, on voit une cellule végétative trilobée, dont les épines sont peu visibles. A droite et à gauche, deux zoospores sphériques, nues à quatre flagelles. Les quatre flagelles ne sont pas tous visibles sur cette micrographie. Contraste de phase.

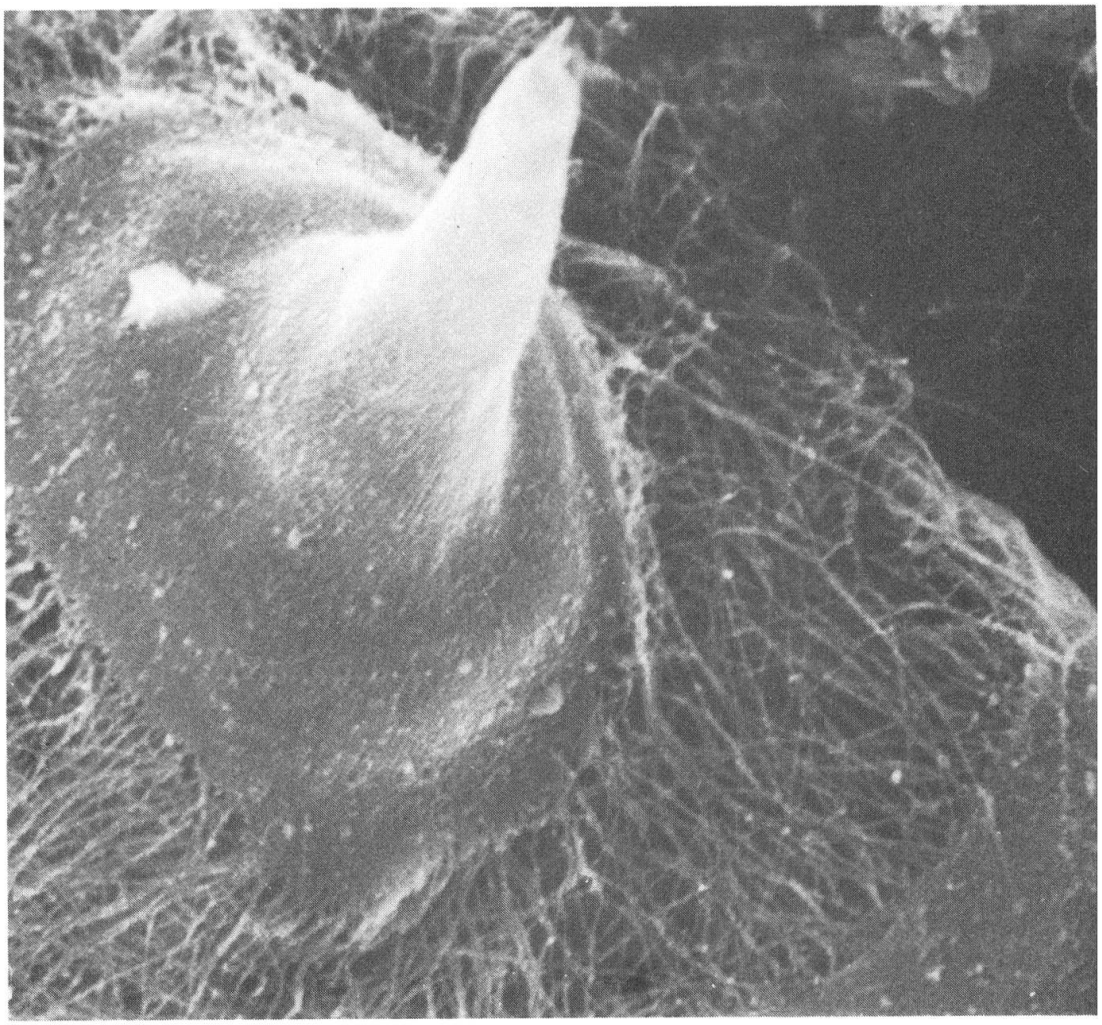


Fig. 34. — *Treubaria schmidlei* (Schröder) Fott & Kováčik, culture 75-96.
Détail de la paroi d'une cellule vide, après sporulation. La paroi s'est distendue, mettant à nu les fibres qui la composent. Les fibres de la paroi cellulaire proprement dites, ou celles des épines, sont les mêmes. Un ciment mucilagineux amorphe recouvre les épines qui, contrairement à la paroi, ne se déchirent pas lors de la sporulation. Microscope à balayage. Fixation: glut. et osmium.

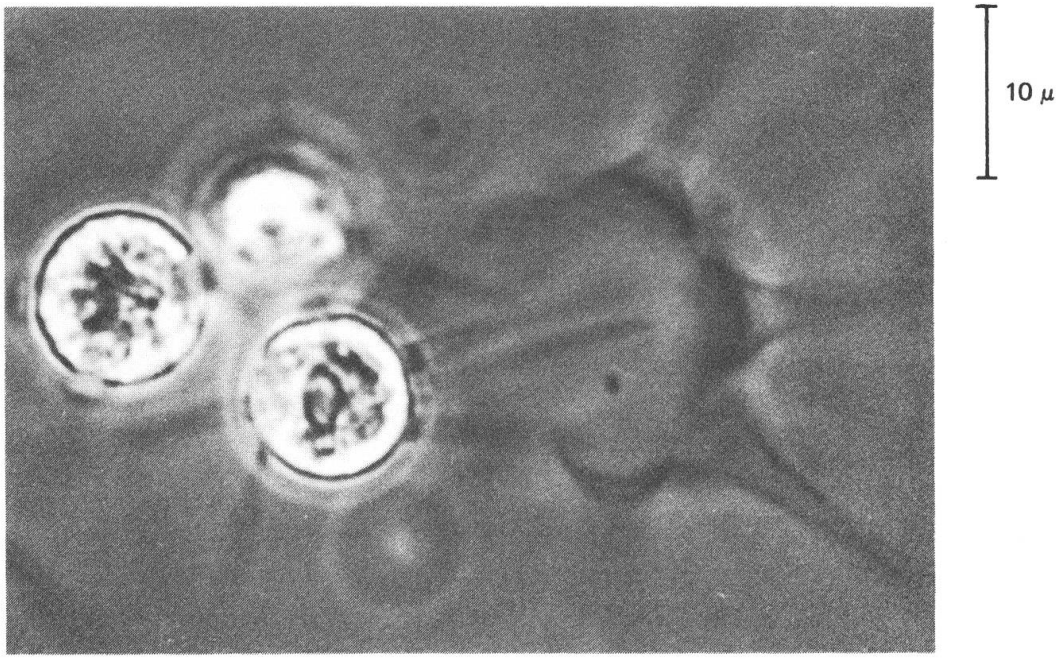
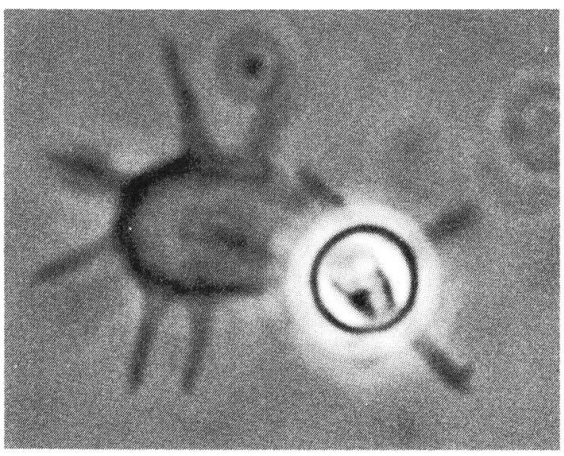


Fig. 35. — *Treubaria schmidlei* (Schröder) Fott & Kováčik, culture 75-96.
Sporulation. La paroi cellulaire s'est déchirée, libérant les spores. Une des spores montre des épines en pleine croissance, dont le cytoplasme envahit encore une partie de la base. On notera également la répartition asymétrique des épines. Une forme polyédrique et des épines symétriquement réparties s'établiront quelques minutes plus tard. Contraste de phase.

Cytologie interne (fig. 38)

Les cellules comportent un ou plusieurs chloroplastes pariétaux, plus ou moins massifs selon l'âge de la cellule. Le pyrénoïde intraplastidial est recouvert d'une coque d'amidon, formée de plusieurs éléments. Les thylacoïdes du chloroplaste ne pénètrent jamais la coque d'amidon, ni le pyrénoïde. Une partie du pyrénoïde est toujours libre de sa coque d'amidon et fait directement face au cytoplasme. Ce dernier envoie, à l'intérieur même du pyrénoïde, des invaginations irrégulièrement ramifiées, limitées par la double membrane plastidiale.

La littérature cite le cas d'autres algues (*Ankyra,* par exemple, SWALE & BELCHER, 1971), dont les pyrénoïdes contiennent des invaginations cytoplasmiques. Dans le cas de *Treubaria*, la forme irrégulière de ces invaginations et leur constance sur toutes les sections que nous avons faites, nous amènent à penser que cette particularité cytologique est un caractère important du genre.



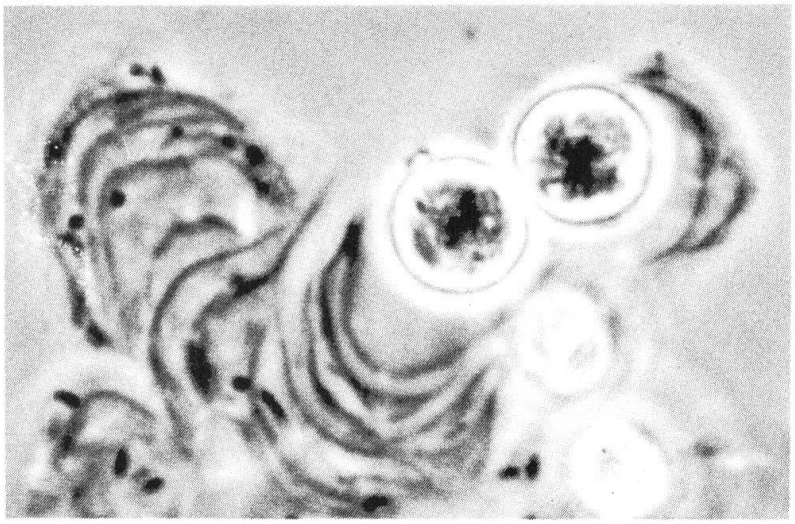


Fig. 36 et 37. — *Treubaria triappendiculata* Bernard, culture 72-69.
Changements de parois ou mues. Ce phénomène est fréquemment observé chez *Treubaria* et serait lié à celui du polymorphisme. Sans qu'il y ait sporulation, la paroi cellulaire se déchire et une nouvelle se forme à sa place. Chez *T. crassispina,* la paroi cellulaire ne se déchire pas, mais une seconde paroi pousse à l'intérieur de la première (voir aussi fig. 29). Figure 36: culture liquide. Figure 37: culture sur agar. Contraste de phase.

Les cellules ont un à quatre noyaux (quelquefois plus). Lorsque le noyau est unique, il est situé souvent latéralement. Dans la phase post-mitotique, les noyaux restent accolés les uns contre les autres.

Les dictyosomes formés de saccules concaves ou plans, sont souvent encastrés partiellement dans le noyau et bordés latéralement par le réticulum faisant également corps avec le noyau. L'espace entre le dictyosome et le noyau est souvent occupé par des vésicules de transitions, issues de ce dernier. La mitose proprement dite n'a jamais pu être observée, et nous préférons ne pas avancer d'hypothèse à son sujet.

Dans la phase précédant la sporulation, on constate que la délimitation des futures cellules-filles se fait par formation centrifuge d'une nouvelle membrane plasmique, élaborée par des vésicules venant se placer entre les noyaux et fusionnant ensemble. L'origine de ces vésicules est encore incertaine.

Jusqu'à présente, nous n'avons jamais observé de centrioles, malgré l'examen de nombreuses coupes.

Les cellules comportent une ou plusieurs vacuoles. Chez les jeunes cellules n'ayant pas encore de parois, la vacuole est pulsatile. Les mitochondries sont allongées ou globoïdes, et leur taille peut atteindre 2 μm. Les crêtes, peu nombreuses, laissent une large place à la matrice.

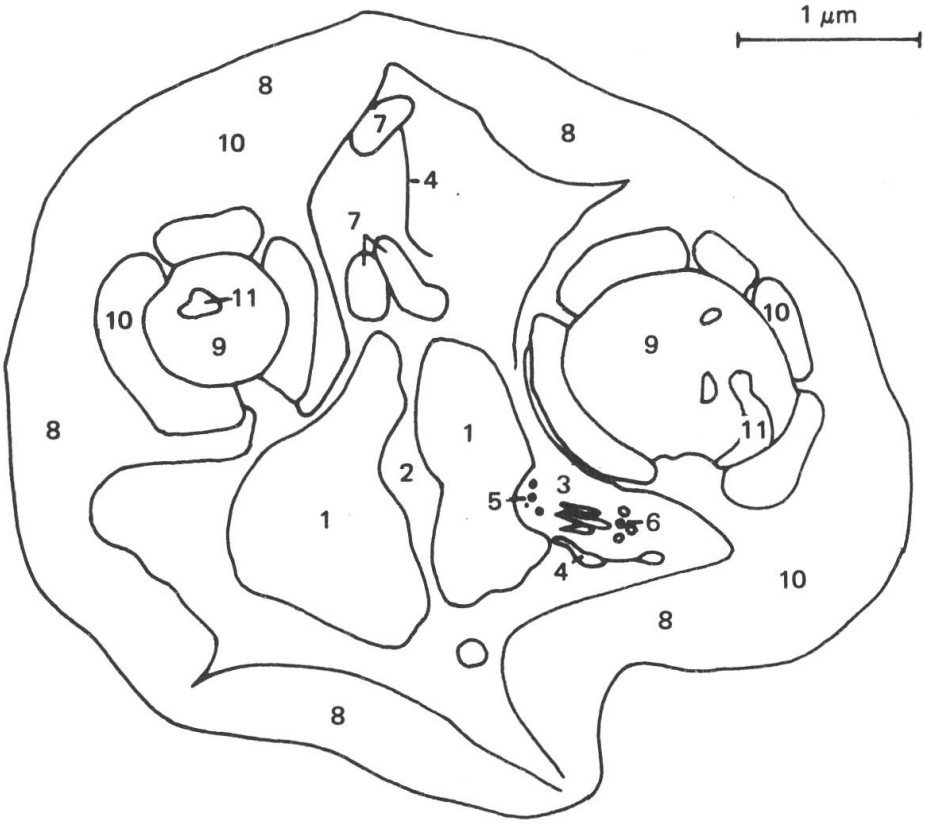
Les pigments

Les pigments de *Treubaria* sont typiques des *Chlorophyceae*. Les Chlorophylles A et B sont toujours bien présentes, alors que les carotènes A et B sont peu représentés quantitativement. Nous n'avons observé que rarement la formation de caroténoïdes secondaires.

La reproduction

La reproduction est toujours asexuée. Elle se fait par sporulation au moyen de deux à quatre spores, quelquefois plus (REYMOND, 1979). Les spores sont libérées par déchirement de la paroi de la cellule-mère (fig. 34, 35). Pour une espèce donnée de *Treubaria*, la paroi peut se déchirer partiellement ou complètement en plusieurs morceaux, comportant une épine ou un groupe d'épines. Le mode de fragmentation n'est pas spécifique à une espèce, comme on a pu le croire quelquefois. Les cellules libérées n'ont pas de paroi, ou celle-ci est insignifiante. L'équilibre osmotique est assuré par une vacuole pulsatile temporaire. Progressivement, les épines vont se former sous l'aspect de filaments réfringeants, remplis de cytoplasme (fig. 35).

Ces filaments vont atteindre la longueur des futures épines, s'élargir progressivement, et le cytoplasme qui les avait envahi initialement va redes-


1 µm
8
10
7
8
4
7
10
11
9
10
9
8
1
11
2
3
5
6
1
4
10
8
8

cendre dans la cellule proprement dite. Lorsque les épines ont leur configuration définitive, les mouvements de la vacuole ne sont plus perceptibles. Pendant la formation des épines, la paroi cellulaire se forme également. Lors de la formation des épines, celles-ci ne sont pas symétriquement réparties à la surface de la cellule, mais acquièrent progressivement leur position définitive par des déplacements latéraux visibles au microscope optique.

Dans les conditions de laboratoire, il se passe 15 à 20 minutes entre le déchirement de la paroi-mère et le développement complet de la morphologie des cellules-filles.

Il arrive quelquefois que l'élargissement des épines ne se fasse pas, et que le cytoplasme ne se retire pas d'une des épines de la cellule. Au contraste de phase, l'épine apparaît alors opaque et non translucide. Dans de rares cas examinés jusqu'à présent, seulement chez *Treubaria setigera* (Archer) G. M. SMITH (1933), souche 76-98, nous avons observé la formation de zoospores sphériques (fig. 33), sans paroi cellulaire, isoquadriflagellées, très peu mobiles, de 4 à 5 μm de diamètre (REYMOND, 1979). Nous n'avons jamais pu suivre leur évolution, malgré de longues observations. Nous ne pouvons dire si ce cycle imparfaitement étudié se produit également dans les lacs ou les étangs.

Les changements de paroi ou mue

Les algues du genre *Treubaria* ont la propriété très particulière de pouvoir changer de forme avec l'âge. A cette occasion, la paroi cellulaire se déchire, puis est rejetée. Une nouvelle paroi cellulaire est reformée aussitôt après (15 à 20 minutes environ, en conditions de laboratoire) (fig. 35, 37). Lors des différentes mues, la forme évolue souvent dans le sens lobé, polyédrique, puis sphérique. Le diamètre cellulaire ainsi que le nombre des épines augmente généralement au cours des mues (REYMOND, 1979).

Fig. 38. — *Treubaria triappendiculata* Bernard, culture 72-69.
Anatomie générale typique d'une cellule de *Treubaria*. Après la mitose, les noyaux (1) restent accolés, mais une cavité (2) se forme entre eux. Dans cette cavité (2) viendront se placer des vésicules dont on n'a pas encore déterminé l'origine exacte, et qui seront l'initiale de la division du cytoplasme en futures spores nues. Le dictyosome (3) est généralement encastré dans le noyau (1). Le dictyosome (3) est également entouré par du réticulum endoplasmique (4). On observe souvent des vésicules de transition (5), entre le noyau (1) ou le réticulum (4), et les dictyosomes (3). D'autres vésicules (6) s'éloignent du dictyosome (3). On aperçoit quelques mitochondries (7), réparties dans le cytoplasme. Les chloroplastes (8) sont pariétaux. Les pyrénoïdes (9) intraplastidiaux sont partiellement entourés d'une coque d'amidon (10), formée de plusieurs éléments. Les pyrénoïdes sont pénétrés d'invaginations cytoplasmiques (11). Les nucléoles, la paroi et les épines ne sont pas visibles sur cette micrographie. Des centrioles n'ont jamais été observées. Microscope électronique à transmission. Fixation et contraste: $LiMnO_4$, AcUr, citrate de Pb.

HABITAT

Les algues du genre *Treubaria* BERNARD (1908) flottent librement dans les eaux douces de tous les continents. Elles font partie du phytoplancton. C'est du moins toujours sous cette forme qu'on les a recueillies. Cependant, les cultures en laboratoire nous ont appris que les cellules de *Treubaria* peuvent perdre leurs épines qui les caractérisent, qu'elles peuvent changer de forme, et se coller à un quelconque substrat, au point de devenir méconnaissables.

La période pendant laquelle on peut observer des *Treubaria* est généralement extrêmement courte; elle va de quelques jours à quelques semaines. Quelle forme ont entretemps ces *Treubaria*, nous ne pouvons le dire, encore moins le décrire, car nous ne savons pas si les résultats obtenus, sur des cultures, correspondent à ce qui ce passe en milieu naturel.

Quelques auteurs ont considéré *Treubaria* comme indicatrice des eaux oligotrophes. Cependant, l'observation de nombreuses récoltes, et la compilation de la littérature à ce sujet nous permettent d'affirmer que *Treubaria* est présente dans presque tous les types d'eau douce, qu'ils soient neutres, un peu basiques, ou légèrement acides, ou qu'ils soient oligotrophes à eutrophes. Un fait est certain, les *Treubaria* ne sont jamais abondantes dans les récoltes, et leur observation nécessite une attention particulière. Pour conclure, étant donné que la détermination des espèces de *Treubaria* est délicate, que la systématique est encore très aléatoire et que les conditions exactes nécessaires à leur développement ne sont pas connues, on ne peut prétendre actuellement que ces organismes soient des indicateurs utilisables de la qualité de l'eau.

DÉTERMINATION DES ESPÈCES DE TREUBARIA

La détermination d'une ou des espèces de *Treubaria* qui peuplent une localité, nécessite l'examen rigoureux de chaque cellule observée. On notera toujours le diamètre de la cellule, la forme de la cellule, la longueur des épines, le nombre des épines, le rapport "longueur d'une épine/diamètre de la cellule". On notera également la façon dont les épines se fixent sur la cellule, l'importance du chloroplaste et la présence d'un ou de plusieurs pyrénoïdes.

Si les conditions le permettent, il est conseillé de faire plusieurs observations de *Treubaria* dans la même localité au cours du temps. En effet, des changements de formes peuvent s'effectuer en quelques jours.

Toutes ces observations permettent, souvent, de dire si la population est monospécifique ou plurispécifique, et de déterminer l'espèce ou les espèces en présence.

Les résultats obtenus seront comparés avec les planches et avec les descriptions concernant chaque espèce. Pour parfaire les comparaisons, l'obtention de cultures monoalgales est également souhaitable.

Une clé de détermination envisageant toutes les possibilités de mélanges des diverses espèces de *Treubaria*, et les diverses formes que chacune peut prendre, nécessite plus d'une centaine d'entrées, et ne pourraient résoudre tous les problèmes.

Cependant, à l'intention des hydrobiologistes, nous avons fait une clé de détermination qui tient compte des cas réels qui se sont présentés jusqu'à maintenant, et de quelques-uns qui pourraient éventuellement se produire. Cette clé n'est pas valable pour les *Treubaria* de culture.

CLÉ DE DÉTERMINATION DES ESPÈCES DE TREUBARIA

1. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" est supérieur à 4 ..... **T. crassispina**

1a. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire est inférieur à 3 2

2. Les cellules sont toutes et toujours trilobées ..... **T. setigera**

2a. Les cellules sont toutes trilobées mais deviennent toutes quadrilobées ou polyédriques ..... **T. triappendiculata**

2b. Les cellules sont toutes quadrilobées ..... **T. triappendiculata**

2c. Les cellules sont toutes polyédriques 3

3. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" est de 2.5 à 3 ..... **T. schmidlei**

3a. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" est de 1 à 2.4 4

4. La forme polyédrique ne varie pas au cours du temps **T. schmidlei**

4a. La forme polyédrique peut évoluer au cours du temps **T. triappendiculata** ou mélange de **T. triappendiculata** et **T. schmidlei**

2d. Les cellules sont toutes trilobées, mais une partie peut devenir quadrilobée ou polyédrique au cours du temps .. **T. triappendiculata** ou mélange de **T. triappendiculata** et **T. setigera**

2e. Les cellules sont trilobées, quadrilobées, poyédriques 5

5. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" peut atteindre 3 ..... **T. schmidlei** et **T. triappendiculata** présence possible de **T. setigera**

5a. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" peut atteindre 2.4 ..... **T. triappendiculata** présence possible de **T. setigera** ou de **T. schmidlei,** ou des deux

2f. Cellules toujours trilobées, dont le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" est de 1 à 2, et cellules polyédriques dont le rapport "longueur d'une épine/diamiètre cellulaire" est de 2 à 3. Il existe une nette différence de diamètre cellulaire entre les cellules trilobées et les polyédriques .. **T. setigera** et **T. schmidlei**

Treubariaceae Fott (1960), Nova Hedwigia 2: 277.

Treubarioideae Koršikov (1953), Pidklas Protokokovi (Protococcineae)...: 141.

Treubaria Bernard (1908), Protoccoc. Desmid...: 169. **Typus:** *Treubaria triappendiculata* Bernard (1908), ibid.: 160.

= *Tetraedron* Kützing (1845) (p.p. excl. typo), Phycologia Germanica: 129. **Typus:** *Tetraedron regulare* Kützing (1845), ibid.: 129.

= *Bernardia* Playfair (1916) (p.p. excl. typo), Proc. Linn. New South Wales 41: 847. **Typus** *Bernardia chodati* (Bernard) Playfair (1916), ibid.: 847 ≡ *Lagerhemia chodati* Bernard (1908), Protoccoc. Desmid...: 170.

= *Borgea* G. M. Smith (1922), Ark. Bot. 17: 2. **Typus:** *Borgea planctonica* G. M. Smith (1922), ibid.: 2.

= *Echinosphaerella* G. M. Smith (1920), Wisconsin Geol. Nat. Hist. Survey 57, Ser. Sci. 12: 128. **Typus:** *Echinosphaerella limnetica* G. M. Smith (1920), ibid.: 128.

Les espèces de Treubaria

Treubaria setigera (Archer) G. M. Smith (1933) (fig. 1-9), Freshwater-Algae U.S.: 499 ≡ *Tetrapedia setigera* Archer (1872) Quart. J. Microscop. Sci. Nov. Ser., 12: 365. **Lectotypus,** ibid.: pl. 21: 14 ≡ *Polyedrium trigonum* Nägeli var. *setigerum* (Archer) Schröder (1898b), Forschungsber. Biol. Stat. Plön 6: 23 ≡ *Tetraedron trigonum* (Nägeli) Hansgirg var. *setigerum* (Archer) Lemmermann (1904), Ark. Bot. 2: 110.

Archer publie trois fois le même article (Archer, 1872, 1873, 1874) dans trois revues différentes. Jusqu'à présent, les auteurs ayant traité de la

systématique de *Treubaria*, comme SMITH (1920), FOTT & KOVÁČIK (1975), et REYMOND (1979) ne sont pas en accord en ce qui concerne la date de parution effective de la diagnose de *Tetrapedia setigera*. Jusqu'à preuve du contraire, nous acceptons l'ordre chronologique de parution des articles d'Archer, que nous donne le "Catalogue of scientific papers (1864-1873)" (1877).

Contrairement à l'avis de FOTT & KOVÁČIK (1975), nous ne pensons pas que *Polyedrium trilobulatum* REINSCH (1888) puisse être synonyme de *T. setigera*.

Les cellules sont généralement trilobées, portant trois épines translucides et incolores. Chez les très petites cellules, le chloroplaste paraît souvent très pâle, et dépourvu de pyrénoïde. Le diamètre cellulaire peut varier entre 5 et 12 μm, rarement plus ou moins. La longueur des épines varie entre 7 et 18 μm, rarement plus ou moins. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" varie de 1 à 2.

Reproduction: voir les caractères du genre. Rappelons cependant que chez cette espèce seulement, l'on a observé (en culture) la formation de zoospores sphériques, nues, isoquadriflagellées.

Variabilité: la forme trilobée est généralement stable, mais dans quelques cas l'on a observé le "gonflement" des cellules (fig. 6, 8 et 9). On peut également trouver des formes cylindriques à deux épines (fig. 7).

En culture, la forme trilobée reste présente, mais quelquefois en faible proportion par rapport aux autres formes qui se développent.[1]

Localités: étang du Sépey, lac de Bret, lac de Nantua, lac de Silans, Jardin botanique de Montego Bay.

Treubaria triappendiculata Bernard (1908) (fig. 10-17), Protococc. Desmid...: 169. **Lectotypus,** ibid.: fig. 344 ≡ *Tetraedron triappendiculatum* (Bernard) Wille, in Brunnthaler (1915), Pascher, Süsswasser-Flora... 5: 159

= *Bernardia tetraedrica* Playfair (1918), Proc. Linn. New South Wales 43: 533.

= *Treubaria euryacantha* (Schmidle) Koršikov (1953), Pidklas Protokokovi *(Protococcineae)...:* 143 ≡ *Polyedrium schmidlei* Schröder var. *euryacanthum* Schmidle (1900), Ber. Deutsch. Bot. Ges. 18: 149 ≡ *Tetraedron schmidlei* (Schröder) Lemmermann var. *euryacanthum* (Schmidle) Lemmermann (1903), Ber. Deutsch. Bot. Ges. 20: (247).

Les cellules n'ont pas de formes propres, mais se caractérisent par leur faculté de pouvoir changer aisément de morphologie. Elles peuvent être soit trilobées, soit polyédriques, soit quadrilobées, soit même sphériques. Une population de *Treubaria triappendiculata* se compose soit d'un mélange de quelques-unes ou de toutes ces morphologies, soit d'une seule de celles-ci, mais qui évolue rapidement en une autre.

---

[1] De nouvelles expériences entreprises avec *Treubaria setigera* nous ont permis de mettre en évidence des centrioles rudimentaires, associées à un phycoplaste, lors des premiers stades de la cytokynèse.

Les épines au nombre de 3 ou 4 généralement (jusqu'à 20 chez les cellules sphériques) sont incolores, et les points noirs, dessinés par BERNARD (1908) sur les cellules illustrant sa description, ne sont en fait que des bactéries.

Le diamètre cellulaire peut varier de 4 à 12 μm, et les épines de 6 à 30 μm. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" varie entre 1 et 2.4 environ.

Culture: dans les cultures saines, presque toutes les cellules que nous avons observées sont sphériques, et portent environ 6 épines, à peine visibles, même au contraste de phase. A la fin de la phase de croissance, lorsque le milieu est appauvri, la morphologie peut changer, et nous pouvons observer quelques cellules trilobées par exemple.

T. triappendiculata peut facilement se confondre avec *T. setigera* ou *T. schmidlei.*

Localités: Jardin botanique de Lausanne, Cambridge, lac du Bourget.

Treubaria schmidlei (Schröder) Fott & Kováčik (1975) (fig. 18-25), Preslia 47: 309 ≡ *Polyedrium schmidlei* Schröder (1898a), Biol. Centralbl. 18: 530. Diagnosa: *Tetraedron hastatum* Schmidle (1896), nomen illeg. Allg. Bot. Z. Syst. 2: 193; non *Tetraedron hastatum* (Reinsch) Hansgirg (1888), Hedwigia 27: 132. **Lectotypus,** ibid.: 192, fig. 3 ≡ *Tetraedron schmidlei* (Schröder) Lemmermann (1903), Ber. Deutsch. Bot. Ges. 20: (251).

= *Treubaria varia* Tiffany & Ahlstrom (1931), Ohio J. Sci. 31: 459.

= *Treubaria planctonica* (G. M. Smith) Koršikov (1953), Pidklas Protokokovi *(Protococcineae)...:* 145 ≡ *Borgea planctonica* G. M. Smith (1922) (basionyme), Ark. Bot. 17: 2.

= *Treubaria limnetica* (G. M. Smith) Fott & Kováčik (1975), Preslia 47: 314 ≡ *Echinosphaerella limnetica* G. M. Smith (1920), Wisconsin Geol. Nat. Hist. Survey 57, Ser. Sci. 12: 128.

= *Tetraedron trigonum* (Nägeli) Hansgirg var. *planctonicum* (Skvorcov') Sutov (1922), Raboty Volzsk. Biol. Stancii 6: 228 ≡ *Polyedrium trigonum* Nägeli var. *planctonicum* Skvorcov' (1917), Žurn. Russk. Bot. Obšč. Akad. Nauk 2: 18.

= *Tetraedron stellatum* Svirenko (1926), Russk. Arh. Protistol. 5: 85.

Il est intéressant de relever que *Tetraedron hastatum* SCHMIDLE (1896), qui était un homonyme illégitime de *Tetraedron hastatum* (Reinsch) HANSGIRG (1888), prit le nouveau nom de *Polyedrium schmidlei* SCHRÖDER (1898a). Chodat, constatant également l'erreur de Schmidle, donna aussi un nouveau nom à cet organisme: *Polyedrium quadricornu* CHODAT (1902: 221, *Les algues vertes de la Suisse),* nom également illégitime puisque celui donné par Schröder est prioritaire.

Nous avons relevé quelques erreurs typographiques importantes: *Polyedrium rostatum* Schmidle, erreur typo. pro *Tetraedron hastatum* Schmidle *(in* CHODAT, 1902: 371, *Les algues vertes de la Suisse),* et *Treubaria longispina*

Koršikov, erreur typo. pro *Treubaria varia* Tiffany & Ahlstrom *(in* KORŠIKOV, 1953: 142, *Pidklas Protokokovi (Protococcineae)...).*

Il nous faut également mentionner *Treubaria globosa.* La description de cette *Treubaria* a été faite par Hirose & Akiyama *(in* HIROSE & YAMAGISHI (éd.), 1977: 349, *Illustrations of the Japanese fresh-water algae).* Cette publication est invalide, étant donné que l'on n'y trouve pas de diagnose latine (le livre est entièrement écrit en japonais). Nous avons pu examiner des photomicrographies originales qui nous été envoyées par un des auteurs. Nous pensons que cet organisme n'est pas nouveau pour la science (dans un tel cas, nous l'aurions validé), mais qu'il s'agit de *Treubaria schmidlei* (Schröder) Fott & Kováčik.

Les cellules sont généralement polyédriques à sphériques. Les épines, au nombre de trois ou plus, sont toujours translucides et incolores. Le diamètre cellulaire varie de 6 à 15 μm environ, et les épines de 5 à 30 μm. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" varie entre 2 et 3. Le ou les pyrénoïdes sont généralement mieux visibles que chez les espèces précédentes.

Variabilité: *T. schmidlei* prend rarement une forme lobée. On observe des variations importantes de la longueur des épines au cours de la période d'apparition de l'algue. Le type d'insertion des épines est variable d'un individu à l'autre.

En culture, une partie des cellules gardent la forme originale polyédrique à trois épines, alors que d'autres subissent de nombreux changements de parois, deviennent sphériques et se couvrent d'une multitude d'épines.

T. schmidlei peut se confondre facilement avec *T. triappendiculata. T. schmidlei* peut également se confondre avec des jeunes cellules de *T. crassispina.*

Localités: étang du Sépey, lac de Zurich, lac Léman, Långsjön, Baja, Belsö-Tö, lac de Marmara, lac du Bourget.

Treubaria crassispina G. M. Smith (1926) (fig. 26-30), Trans. Amer. Microscop. Soc. 45: 178. **Lectotypus,** ibid.: 213, pl. 10: 4.

Les cellules sont presque toujours polyédriques à sphériques. Le diamètre cellulaire est de 7 à 22 μm environ, et les épines de 31 à 82 μm environ. Le rapport "longueur d'une épine/diamètre cellulaire" varie entre 4 et 5. Les chloroplastes sont généralement massifs, toujours pariétaux cependant, et les pyrénoïdes sont extrêmement bien visibles.

Reproduction: la dynamique de la reproduction n'a jamais pu être observée, mais les différents stades que nous avons pu voir sur du matériel fixé et observé aux microscopes optique et électronique, nous permettent de penser que ce phénomène diffère peu ou pas des autres *Treubaria.* Nous n'avons pas observé de zoospores comme chez *T. setigera.*

La paroi cellulaire peut présenter une complexité plus grande que chez les autres espèces de *Treubaria:* des mues ou changements de paroi on lieu chez

T. crassispina, mais contrairement à ce qui se passe chez les autres espèces, la première paroi se distend sans se rompre, et la seconde paroi, comportant des épines non pointues mais arrondies, se forme à l'intérieur de la première, où elle ne peut se développer normalement (fig. 29).

Variabilité: le nombre des épines varie normalement entre 3 et 5. Il est possible qu'exceptionnellement, *T. crassispina* puisse avoir des épines plus courtes, très nombreuses, et un diamètre cellulaire exceptionnellement grand. Tel nous semble être le cas de *Echinosphaerella limnetica* G. M. Smith, dessinée par UHERKOVICH (1976, Amazoniana 5: 507, fig. 9) qui ne serait qu'une morphose de *T. crassispina.*

Culture: il n'existe pas actuellement de cultures de *T. crassispina.*

Localités: rio Amazonas, rio Tapajos.

Espèces exclues

Polyedriopsis quadrispina G. M. Smith (1926), Trans. Amer. Microscop. Soc. 45: 176. **Lectotypus,** ibid.: 211, fig. 10 ≡ *Treubaria quadrispina* (G. M. Smith) Fott & Kováčik (1975), Preslia 47: 308.

L'étroitesse des épines, leur position, la forme cellulaire, sont parmi les détails les plus marquants, nous faisant exclure cette espèce du genre *Treubaria.* La place de cet organisme est très incertaine.

Pachycladella komarekii (Fott & Kováčik) Reymond **comb. nov.** ≡ *Treubaria komarekii* Fott & Kováčik (1975), Preslia 47: 308. **Iconotypus,** ibid.: 307, fig. 1: d.

La couleur des épines, et la forme que celles-ci ont parfois, nous fait exclure cette espèce du genre *Treubaria*, et nous proposons la nouvelle combinaison indiquée ci-dessus. La position taxonomique de cet organisme reste cependant peu certaine, étant donné le manque d'informations publiées à son sujet.

Pachycladella umbrina (G. M. Smith) Silva (1970), Taxon 19: 943 ≡ *Pachycladon umbrinus* G. M. Smith (1924), nomen illeg., Roosevelt Wild Life Bull. 2: 137. **Lectotypus,** ibid.: 165, fig. 5 ≡ *Treubaria umbrina* (G. M. Smith) Fott & Kováčik (1975), Preslia 47: 309.

La forme et la couleur des épines nous font exclure cette espèce du genre *Treubaria.*

Pachycladella zatoriensis (Bednarz & Mrozinska-Webb) Komárek (1979), Arch. Hydrobiol. Suppl. 56. Algological Studies 24: 243 ≡ *Pachycladon zatoriensis* Bednarz & Mrozinska-Webb (1971), nomen illeg., Fragm. Florist. Geobot. 17: 171. **Lectotypus,** ibid.: 172, fig. 1 ≡ *Treubaria umbrina* (G. M. Smith) Fott & Kováčik forma *zatoriensis* (Bednarz & Mrozinska-Webb) Fott & Kováčik (1975), Preslia 47: 309.

Le nouveau nom *Pachycladella* est proposé par SILVA (1970), en remplacement de *Pachycladon* G. M. SMITH (1924) qui est un homonyme illégitime.

La nomenclature générique utilisée par BEDNARZ & MROSINSKA-WEBB (1971) est donc illégitime et doit être modifiée.

Deux combinaisons sont alors proposées. L'une de ces combinaisons, proposée par FOTT & KOVÁČIK (1975), fait de *Pachycladon zatoriensis* une forme de *Treubaria*. L'autre combinaison, proposée par KOMÁREK (1979), est la correction logique de l'erreur de Bednarz & Mrozinska-Webb. KOMÁREK (1979) maintient donc le genre *Pachycladella,* mais ne cite pas le travail et la combinaison de FOTT & KOVÁČIK (1975).

Les caractéristiques morphologiques des épines de l'organisme décrit par Bednarz & Mrozinska-Webb nous font exclure cet organisme du genre *Treubaria* Bernard, et rejeter la combinaison de FOTT & KOVÁČIK (1975) au profit de celle de KOMÁREK (1979).

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier le Professeur H. Clémençon du Laboratoire de cryptogamie de l'Institut de botanique systématique de l'Université de Lausanne, pour avoir bien voulu diriger mon travail de doctorat. Mes remerciements vont également au Professeur P. Bourrelly du Laboratoire de cryptogamie du Muséum d'histoire naturelle de Paris, pour l'aide inconditionnelle qu'il m'a apportée durant cette recherche.

Je veux aussi remercier Messieurs A. Gautier et T. Jalanti du Centre de microscopie électronique de l'Université de Lausanne, qui m'ont permis de m'initier à leur science.

Je tiens aussi à rendre hommage au Professeur B. Fott de l'Université de Prague, décédé subitement alors que nous échangions nos points de vue respectifs sur la difficulté de la systématique chez *Treubaria*.

Cette étude n'aurait pu être menée à bien sans l'aide des Drs G. Cronberg de Lund, E. Swale de Cambridge, S. Cirik d'Izmir, L. Hajdu de Budapest, E. Hegewald de Dortmund, J. C. Druart de Thonon, A. Nauwerck de Luela et H. R. Bürgi de Dübendorf, qui m'ont envoyé des récoltes, ou des documents bibliographiques de première importance.

Mes remerciements vont également au Professeur G. Turian du Laboratoire de microbiologie générale de l'Université de Genève, pour m'avoir accueilli et permis de poursuivre l'étude de la systématique et de l'ultrastructure des algues.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARCHER, W. (1872). Notice of the genus Tetrapedia (Reinsch) and of two kindred new forms. *Quart. J. Microscop. Sci. N.S.* 12: 351-366.

— (1873). The genus Tetrapedia (Reinsch) with two new forms. *Grevillea* 1: 44-47 ("1872").

— (1874). Notice of the genus Tetrapedia (Reinsch) and of two kindred new forms. *Proc. Roy. Irish Acad. Ser. 2,* 1: 296-309 ("1873").

BARTHA, Z., L. FELFÖLDY, L. HAJDU, K. HORVATH, K. KISS, A. SCHMIDT, G. TAMAS, G. UHERKOVICH & L. VÖRÖS (1976). A Zöldalgak (Chlorococcales) rendjënek kishataroja. *Vizügyi Hidrobiologia:* 4.

BEDNARZ, T. & T. MROZINSKA-WEBB (1971). A new species of the genus Pachycladon G. M. Smith found on the terrain of Zator — Nowy gatunek z rodzaju Pachycladon G. M. Smith znaleziony na terenie Zatora. *Fragm. Florist. Geobot.* 17: 171-173.

BERNARD, C. (1908). *Protococcacées et Desmidiées d'eau douce, récoltées à Java...* Batavia.

BISCHOFF, H. W. & H. C. BOLD (1963). Some algae from Enchanted Rock and related species. *Phycol. Stud.:* 4. Univ. Texas Pub.

BRUNNTHALER, J. (1915). Protococcales. *In:* A. PASCHER, *Die Süsswasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz* 5: 52-205.

CHODAT, R. (1902). *Algues vertes de la Suisse. Matériaux pour la flore cryptogamique suisse.* Berne.

Catalogue of Scientific Papers (1877). Vol 7: 43.

DROUET, F. & W. A. DAILY (1956). Revision of the coccoid Myxophyceae. *Butler, Univ. Bot. Stud.* 12.

FOTT, B. (1960). Zur Kenntnis der Gattung Saturnella (Chlorococcales). *Nova Hedwigia* 2: 273-278.

— & L. KOVÁČIK (1975). Über die Gattung Treubaria (Chlorococcales, Chlorophyceae). *Preslia* 47: 305-316.

HANSGIRG, A. (1888). Über die Süsswasseralgen-Gattungen Troschiscia Ktz. ... und Tetraëdron Ktz. ... *Hedwigia* 27: 126-132.

— (1889). Nachträge zu den in Hedwigia 1888 No. 5 und 6, No. 9 und 10 veröffentlichten Abhandlungen. *Hedwigia* 28: 17-19.

[HIROSE, H. & T. YAMAGISHI, éds. (1977). *Illustration of the Japanese freshwater algae,* en japonais. Tokyo.]

HORTOBAGYI, T. (1973). *The microflora in the settling and subsoil water enriching basins of the Budapest waterworks.* Akadémiai Kiado, Budapest.

KOMÁREK, J. (1979). Änderungen in der Taxonomie der Chlorokokkalalgen. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 56 *"Algological Studies"* 24: 239-263.

KORŠIKOV, O. A. (1953). *Pidklas Protokokovi (Protococcineae), Vakuol'ni (Vacuolales) ta Protokokovi (Protococcales).* Viznačnik prisnovodnih vodorostej ukrains'koi RSR. 5. Ed. Ja. V. Rolla, Kiev.

KÜTZING, F. T. (1845). *Phycologia Germanica.* Nordhausen.

LEMMERMANN, E. (1903). Algen des Süsswassers. 6. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 20: (243)-(253) ("1902").

— (1904). Das Plankton Schwedischer Gewässer. *Ark. Bot.* 2: 1-209.

MATTAUCH, F. (1936). Ein Beitrag zur Kenntnis der Verlandungserscheinungen am Hirschberger Grossteiche. *Beih. Bot. Centralbl.* 54B: 377-428.

PASCHER, A. (1930). Ein grüner Sphagnum-Epiphyt und seine Beziehung zu freilebenden Verwandten (Desmatractum, Calyptrobactron, Bernardinella). *Arch. Protistenk.* 69: 637-658.

PLAYFAIR, G. I. (1916). Australian freshwater phytoplankton. *Proc. Linn. New South Wales* 41: 846-848.

— (1918). New and rare freshwater algae. *Proc. Linn. New South Wales* 43: 497-543.

REINSCH, P. (1888). Familiae Polyedriearum... *Notarisia* 3: 493-516.

REYMOND, O. (1979). Connaissance actuelle du genre Treubaria (Chlorococcales). *Schweiz. Z. Hydrol.* 40: 344-349.

— & J. C. DRUART (1980). Desmatractum delicatissimum Kors. (Chlorococcales), première observation pour la France, et analogies avec Treubaria Bern. *Cryptogamie (Algologie)*, sous presse.

— & T. JALANTI (1976a). SEM of Unicellular Alga Treubaria: Simplified CPD-Apparatus Using Solid CO_2. *Experientia* 32: 808.

— & T. JALANTI (1976b). Preparation for TEM and SEM and Short Description of the Cell Wall of Treubaria Algae. *Proc. Sixth Eur. Congr. Elec. Microscop. Jerusalem* 2: 483-485.

SCHMIDLE, W. (1896). Algologische Notizen, 1. *Allg. Bot. Z. Syst.* 2: 192-194.

— (1900). Beiträge zur Kenntniss der Planktonalgen. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 18: 144-158.

SCHRÖDER, B. (1898a). Planktologische Mitteilungen. *Biol. Centralbl.* 18: 525-535.

— (1898b). Neue Beiträge zur Kenntnis der Algen des Riesengebirges. *Forschungsber. Biol. Stat. Plön* 6: 9-47.

SILVA, P. C. (1970). Remarks on algal nomenclature 4. *Taxon* 19: 941-945.

SKVORCOV', B. V. (1917). Materialy po flore vodoroclej Aziatskoj Rossii. *Žurn. Russk. Bot. Obšč. Akad. Nauk* 2: 10-20.

SMITH, G. M. (1920). Phytoplankton of the inland lake of Wisconsin. *Wisconsin Geol. Nat. Hist. Survey* 57, *"Sci. Ser."* 12: 1-243.

— (1922). The phytoplankton of some artificial pools near Stockholm. *Ark. Bot.* 17: 1-8.

— (1924). Ecology of the plankton algae in Palisades Interstate Park, including the relation of control methods to fish culture. *Roosevelt Wild Life Bull.* 2: 95-195.

— (1926). The plankton algae of the Okoboji Region. *Trans. Amer. Microscop. Soc.* 45: 156-233.

— (1933). *The fresh-water algae of the United States.* MacGraw-Hill, New York.

SUTOV, D. A. (1922). Materialy k flore zelenyh vodorostej planktona r. Volgi. *Raboty Volžsk. Biol. Stancii* 6: 217-232.

SVIRENKO, D. O. (1926). Al'gologiceskie issledovanija r. Dnepra v 1920-1924 gg. *Russk. Arh. Protistol.* 5: 63-109.

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

TIFFANY, L. H. & E. H. AHLSTROM (1931). New and interesting plankton algae from Lake Erie. *Ohio J. Sci.* 31: 455-467.

UHERKOVICH, G. (1976). Algen aus den Flüssen Rio Negro und Rio Tapajos. *Amazoniana* 5: 465-515.

WAWRIK, F. (1977). Beobachtung an Pachycladon umbrinus, Micractinium bornhemiense, Paradoxia multiseta und der Infektion einer Mallomonas-Population. *Arch. Protistenk.* 119: 60-67.

WEST, W. & G. S. WEST (1902). A contribution to the freshwater algae of Ceylon. *Trans. Linn. Soc. London,* Ser. 2, 6: 123-215.

Adresse de l'auteur: Laboratoire de microbiologie générale, Département de biologie végétale, Université de Genève, 3, place de l'Université, CH-1211 Genève 4.