

Sur les *Staurastrum* du lac Léman

Par Jacques Naef, Pierre Bourrelly, Paul Martin et Denis Mack

Laboratoire de Physiologie végétale, Université de Genève, et Laboratoire de Cryptogamie, Muséum national d'histoire naturelle, Paris

Manuscrit reçu le 18 février 1978

ABSTRACT

On the Staurastrum of Lake Geneva.

Among the Desmids which have been observed in the plankton of the Lake of Geneva, organisms having 4 processes have been discovered. Their frequency in the water samples and the results of in vitro studies on their progeny when cultivated in several environmental conditions, allow us to consider these organisms as a form of *Staurastrum sebaldi*.

The triradiate organisms have been incorrectly named and one must now consider three different species.

1. Introduction

Dans un échantillon prélevé le 27 février 1967 au large du Port Noir, Genève, apparut pour la première fois, en compagnie d'un habituel *Staurastrum* à 3 bras, un *Staurastrum* à 4 bras.

De 1967 à 1977, cet organisme s'est trouvé régulièrement au cours des années dans la plupart des pêches planctoniques. Par simplification, par la suite, nous appellerons cet organisme indéterminé *Staurastrum* «4» en opposition aux autres *Staurastrum* qui durant ces dix dernières années se sont toujours distingués par leurs 3 bras. Les formes à 3 bras qui font partie de l'inventaire des Chlorophycées pélagiques du lac Léman depuis 1960, se trouvent pendant toute l'année à l'état d'individus plus ou moins isolés. Cependant, c'est durant la période de juin à novembre que cette Desmidiée peut devenir plus commune voire fréquente. Elle a même été dominante en juin 1975. Elle était appelée jusqu'à maintenant par Martin [6] *Staurastrum gracile* Ralfs. Or en observant attentivement les préparations, il s'est avéré, d'après Bourrelly, que non seulement il ne doit pas s'agir de cette algue mais encore que l'on se trouve en présence de trois espèces différentes du même genre.

Le *Staurastrum* «4» tout aussi variable en dimensions que les *Staurastrum* «3» est cependant beaucoup moins abondant. Il apparaît en même temps que ces derniers, aussi les retrouve-t-on généralement ensemble dans les pêches. Cependant ce n'est pas toujours le cas; ainsi, dans un échantillon prélevé le 27 juillet 1973 au large d'Hermance, sur 250 *Staurastrum* «3», aucun *Staurastrum* «4» n'a été observé. La même constatation a été faite le 11 juin 1973 sur un échantillon prélevé entre Morges et Thonon, dans lequel sur 250 *Staurastrum* «3» il n'y a eu aucun *Stauras-*

trum «4». Cela s'est encore manifesté en 1975. Ces deux Desmidiées peuvent donc à l'occasion se montrer indépendantes. Toutes ces considérations nous ont amenés à préciser la position taxonomique des *Staurastrum* «4». C'est en cours d'étude que la notion de *Staurastrum gracile* qui nous servait à identifier les espèces à 3 bras a dû être abandonnée au profit de trois noms différents.

Le but de ce travail est donc d'une part de tenter d'identifier le *Staurastrum* «4» et d'autre part de préciser de manière définitive les noms des espèces à 3 bras improprement réunies sous le nom de *Staurastrum gracile*.

En vue d'établir quelques précisions sur la spécificité du *Staurastrum* «4» notre attention s'est portée sur trois points:

- a) Proportion des *Staurastrum* «3» et des *Staurastrum* «4» dans le lac.
- b) Observation de la descendance in vitro des *Staurastrum* «3» et des *Staurastrum* «4».
- c) Effets de diverses conditions de culture sur la descendance d'un certain nombre de clones.

2. Matériel et méthodes

Les échantillons ont été récoltés au moyen de filets en nylon de 80 µm d'ouverture de maille et d'une longueur de 1 et 0,5 m respectivement. Ils ont été observés soit à l'état frais soit après fixation au formol.

Des portions de certains échantillons ont été soumises à la déshydratation dans l'acétone pour obtenir les préparations qui ont été observées au microscope électronique à balayage.

Les cultures de base monocellulaires in vitro ont été réalisées en milieu liquide (KNO₃ 0,1 mg/l; (NH₄)₂HPO₄ 0,01 mg/l; MgSO₄·7H₂O 0,01 mg/l; CaSO₄ 0,01 mg/l; 0,5 ml d'une solution d'oligoéléments) additionné d'extrait de terre, ajusté à pH 6,0. Les tubes et flacons de culture ont été placés en chambre climatisée à une température de 23 °C. La photopériode était de 14 heures et l'intensité lumineuse de 2700 lux à 10 cm.

Pour réaliser certaines expériences, nous avons placé les cultures en chambre climatisée à 10 °C avec une photopériode de 16 heures ou à température et lumière du laboratoire.

Certaines cultures ont été faites en plein lac. Les inoculums ont été introduits dans une bouteille spécialement conçue pour cet usage et qui était faite au moyen de deux piluliers dont les fonds avaient été coupés puis collés l'un à l'autre. Les deux ouvertures étaient munies d'un couvercle ouvert en son centre et pourvu d'un tissu de nylon de 20 µm d'ouverture de maille. La bouteille soigneusement remplie était immergée horizontalement à 1 m sous le niveau de l'eau et abandonnée ainsi pendant trois semaines.

3. Résultats

1. Proportion des *Staurastrum* «3» et des *Staurastrum* «4» dans le petit lac.

Dans un échantillon prélevé au large du Port Noir le 11 décembre 1973, sur 560

individus contrôlés, la proportion est de: *Staurastrum* «3» 80%, *Staurastrum* «4» 20%.

Dans une récolte faite au large d'Hermance le 23 décembre 1973, sur 520 individus contrôlés, le pourcentage est de: *Staurastrum* «3» 87%, *Staurastrum* «4» 13%.

Enfin un échantillon prélevé au large du Port Noir le 21 février 1974, sur 104 individus contrôlés, donne la proportion: *Staurastrum* «3» 96%, *Staurastrum* «4» 4%.

Ces contrôles trop peu nombreux et qui auraient du se répartir durant toute l'année, montrent toutefois que pendant les mois de décembre 1973, janvier et février 1974, la proportion des deux formes de *Staurastrum* du Léman oscille entre 80 et 96% pour la forme à 3 bras, 20 et 4% pour celle à 4 bras.

2. Etudes de la descendance in vitro des *Staurastrum* «3» et «4».

Nous avons isolé 3 clones de *Staurastrum* «3» (*St. cingulum* et *St. sebaldi*) d'une pêche planctonique faite le 7 octobre 1973 et 6 clones de *Staurastrum* «4» de pêches faites les 13 octobre et 4 novembre 1973. Ces clones ont été cultivés dans la solution à pH 6,0, citée plus haut. Nos expériences ont été faites à une température de 23 °C, avec une photopériode de 14 heures de lumière et une intensité lumineuse de 2700 lux à 10 cm.

Une observation régulière de ces cultures nous a permis de déceler une importante variabilité de la grandeur des cellules et de la longueur des bras, mais une grande constance dans la descendance, c'est-à-dire que les cultures de *Staurastrum* «3» n'ont donné que des *Staurastrum* à 3 bras et les cultures de *Staurastrum* «4» des organismes à 4 bras. De plus, nous n'avons trouvé que rarement des organismes dichotypiques. Les quelques organismes 4/5 que nous avons vus dans les cultures de *Staurastrum* «4» ont été isolés et mis en culture sans succès. Cela nous laisse supposer qu'ils représentent une forme non viable.

Les organismes cultivés in vitro gardent les caractères de l'espèce mais ils sont beaucoup plus massifs (fig. 6). Nous avons observé dans des cultures de 20 jours, des organismes dont la reproduction végétative n'est pas achevée et ceci d'une façon assez constante, peut être par épuisement du milieu nutritif. Ce «complexe d'organismes» qui pourrait ressembler au premier abord à une conjugaison se compose à chaque extrémité d'une demi-cellule parfaitement constituée et au centre, d'une grosse cellule sphérique portant respectivement 6 ou 8 bras suivant qu'il s'agit d'un *Staurastrum* «3» ou d'un *Staurastrum* «4» (fig. 6), voir Lefèvre [3].

Nous avons essayé d'obtenir des conjugaisons soit par la méthode de Starr [7] soit sur un milieu gélosé, soit encore en supprimant les nitrates. En effet, les zygotes de ces organismes auraient été précieux pour déterminer la spécificité du *Staurastrum* «4». Ces trois méthodes se sont avérées insatisfaisantes et nous n'avons même pas observé chez ces organismes un début de conjugaison. Cet insuccès pourrait avoir pour origine un hétérothallisme de certains clones, comme c'est souvent le cas chez les Desmidiées.

3. Conséquences de diverses conditions de culture sur la descendance des *Staurastrum cingulum*, *Staurastrum sebaldi* et *Staurastrum* «4» en culture.

En vue de connaître la stabilité de la descendance des *Staurastrum* que nous avons

isolés, nous avons soumis les clones à différentes conditions de culture pour savoir dans quelle mesure elles pourraient avoir une influence sur le nombre des bras. Les conditions de culture ont été les suivantes:

a) En chambre climatisée: Température: 10 et 23 °C. Lumière: photopériode de 14 heures ou de 16 heures, 2700 lux à 10 cm. Milieu: liquide statique ou solide.

b) Au laboratoire: Température de 20 °C, lumière du jour. Milieu: liquide statique agité ou aéré.

c) En plein lac: Les conditions de culture, dans ce cas, étaient celles du lac au mois de décembre 1974. Ces cultures ont cependant été poursuivies pendant 10 mois.

Les *Staurastrum* à 3 bras n'ont donné aucun descendant à 4 bras, quelles que fussent les conditions de culture. Les *Staurastrum* «4» ont eu des individus à 3 bras dans leur descendance, dans une proportion qui allait jusqu'à 3%. Ces organismes ont été cultivés soit en milieu minéral soit tout simplement dans de l'eau distillée (tableau).

	T °C	Lux	Milieu	Statique	Agité	Aéré	% St «3»	% St «4»	Croissance
<i>Staurastrum</i> «4»	10	10/14	liquide	X			2		+
	23	14/10	liquide	X			1		+
	23	14/10	solide	X			0,5		+
	20	labo	eau lac filtrée		X		1		±
	20	labo	eau lac filtrée			X	0		-
	20	labo	eau lac filtrée	X			-?		+
	20	labo	eau dist.	X			0,5		±
	20	labo	eau dist.		X		3		±
	20	labo	eau dist.			X	3		-
		lac 12.74	lac 12.74				0,6		++
<i>Staurastrum sebaldi</i>	23	14/10	liquide	X				0	+
	10	10/14	liquide	X				0	±
	20	labo	eau lac filtrée	X				0	±
	20	labo	eau dist.	X				0	±
	20	labo	eau dist.		X			0	±
	20	labo	eau dist.			X		0	±
<i>Staurastrum cingulum</i>	10	10/14	liquide	X				0	+
	23	14/10	liquide	X				0	+
	23	14/10	solide	X				0	±
	20	labo	eau lac filtrée		X			0	±
	20	labo	eau lac filtrée			X		0	±
	20	labo	eau lac filtrée	X				0	+
	20	labo	eau dist.	X				0	±
		lac 12.74	lac 12.74					0	+

4. Discussion

Les échantillons d'eau du lac Léman que nous avons étudiés depuis de nombreuses années contiennent plusieurs espèces de *Staurastrum*. Alors que les premières observations faisaient état de *Staurastrum gracile* Ralfs, une étude plus minutieuse permet maintenant de ranger les *Staurastrum* «3» dans trois catégories: *Staurastrum cingulum* (W. et G.S. West) G.M. Smith (= *St. paradoxum* var. *cingulum* W. et G.S. West) [9], *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *planctonicum* (Lütkem) Teiling, *Staurastrum messikommeri* f. *planctica* Thom. [8].

Les *Staurastrum cingulum*, bien caractéristiques, sont assez peu nombreux (fig.1). Par contre, les *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *planctonicum* le sont d'avantage (fig.3). Toutefois leur identification n'est pas aisée. On pourrait les considérer comme *Staurastrum planctonicum* var. *ornatum* (Grönblad) Teiling [7]. Quant au *Staurastrum messikommeri* (fig.2), il pourrait faire partie du groupe des *Staurastrum lütkemulleri*, en particulier la variété *urniforme*. Il semble cependant que le nom de *Staurastrum messikommeri* f. *planctica* Thom. soit préférable. Il est intéressant de constater qu'aucun organisme à deux bras n'a été observé dans les échantillons d'eau du lac et que les formes dichotypiques sont relativement rares contrairement à ce qui a été observé par Lind et Croasdale [4] dans le lac Kariba.

Le *Staurastrum* «4» d'après les résultats obtenus en culture pourrait être considéré comme une forme de *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* dont il a le même aspect et la même ornementation. Vu la stabilité de la descendance des *Staurastrum sebaldi* en culture et le faible nombre d'organismes à 3 bras dérivés des *Staurastrum* «4», nous proposons de le classer à part car le nombre des bras semble bien avoir ici une valeur systématique stable et de lui donner le nom de *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *quadribrachiata* Bour. n. f. (fig. 4, 5 et 7).

Ce nouveau taxon ne se distingue de la f. *planctonicum* que par le nombre des bras qui est toujours de 4. Les dimensions (échantillon du 28.9.73): 35-45 × 80-95 µm (avec les bras), isthme 8-10 µm, sont très proches de celles de la f. *planctonicum* et aussi de la f. *novizelandica* (forme à bras non divergents).

Nous n'avons trouvé des *St. sebaldi* quadriradiés que chez les auteurs suivants: 1. Irénée-Marie [2] qui a décrit *St. sebaldi* var. *ornatum* f. *tetragona* nov. f. à bras courts, incurvés et convergents: 93-93,5 × 87-90 µm, isthme 20 µm. 2. Yamaguchi et Hirano [11] sous le nom de *St. sebaldi* var. *ornatum* représentent une forme à bras parallèles, à nombreuses épines bifides et mesurant 60 × 90 µm, isthme 15 µm; la base des hémisomates dans la région isthmale est de forme cylindrique et rappelle celle du groupe *St. manfeldtii*. 3. Croasdale [1] signale un *St. sebaldi* var. *impar* à 4 bras horizontaux ou divergents de 38-60 × 58-70 µm, isthme 12-13 µm, où chaque côté du carré de l'hémisomate, en vue apicale, présente 3 épines bifides (et non 2) d'où le nom d'*impar*. 4. Lind et Croasdale [4] observent un polymorphisme très accusé dans une population naturelle de *St. sebaldi* var. *ornatum* avec de nombreuses cellules «janus» à hémisomates portant des nombres différents de bras: 2 et 4; 3 et 4; 3 et 6; 4 et 5; 4 et 6. Les bras sont parallèles ou légèrement divergents. Les cellules mesurent 48-58 × 56-75 (90) µm.

Comme on le voit notre nov. f. se sépare de ces divers taxons par trois caractères: 1. nombre de bras toujours constant et de 4; 2. bras toujours nettement divergents; 3. ornementation souvent réduite mais constante.

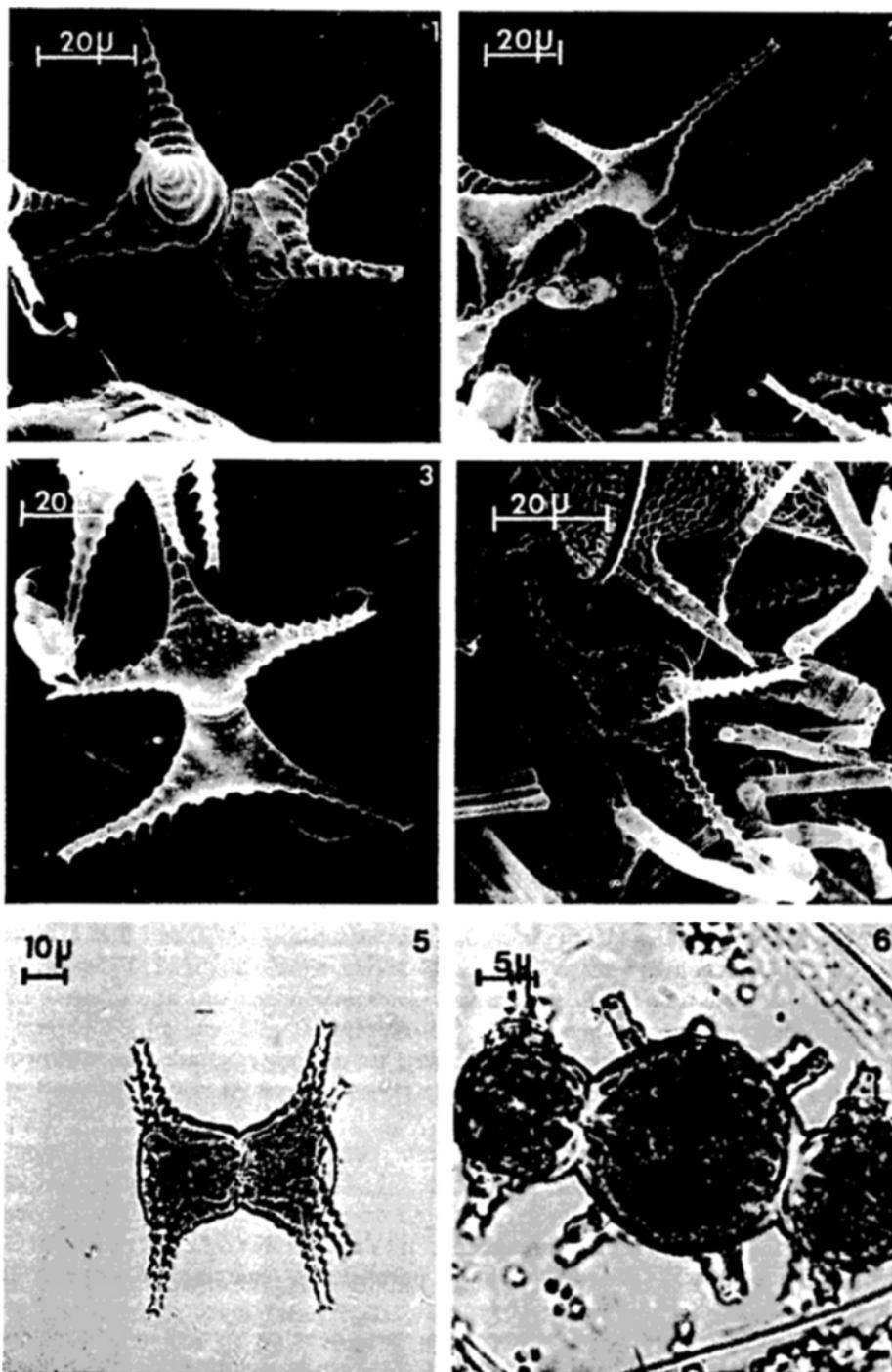
Figure 1. *Staurastrum cingulum*.Figure 2. *Staurastrum messikommeri* f. *planctica*.Figure 3. *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *planctonicum*.Figure 4. *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *quadribrachiata*.Figure 5. *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *quadribrachiata*.

Figure 6. Forme anormale de reproduction végétative, cultivée in vitro.

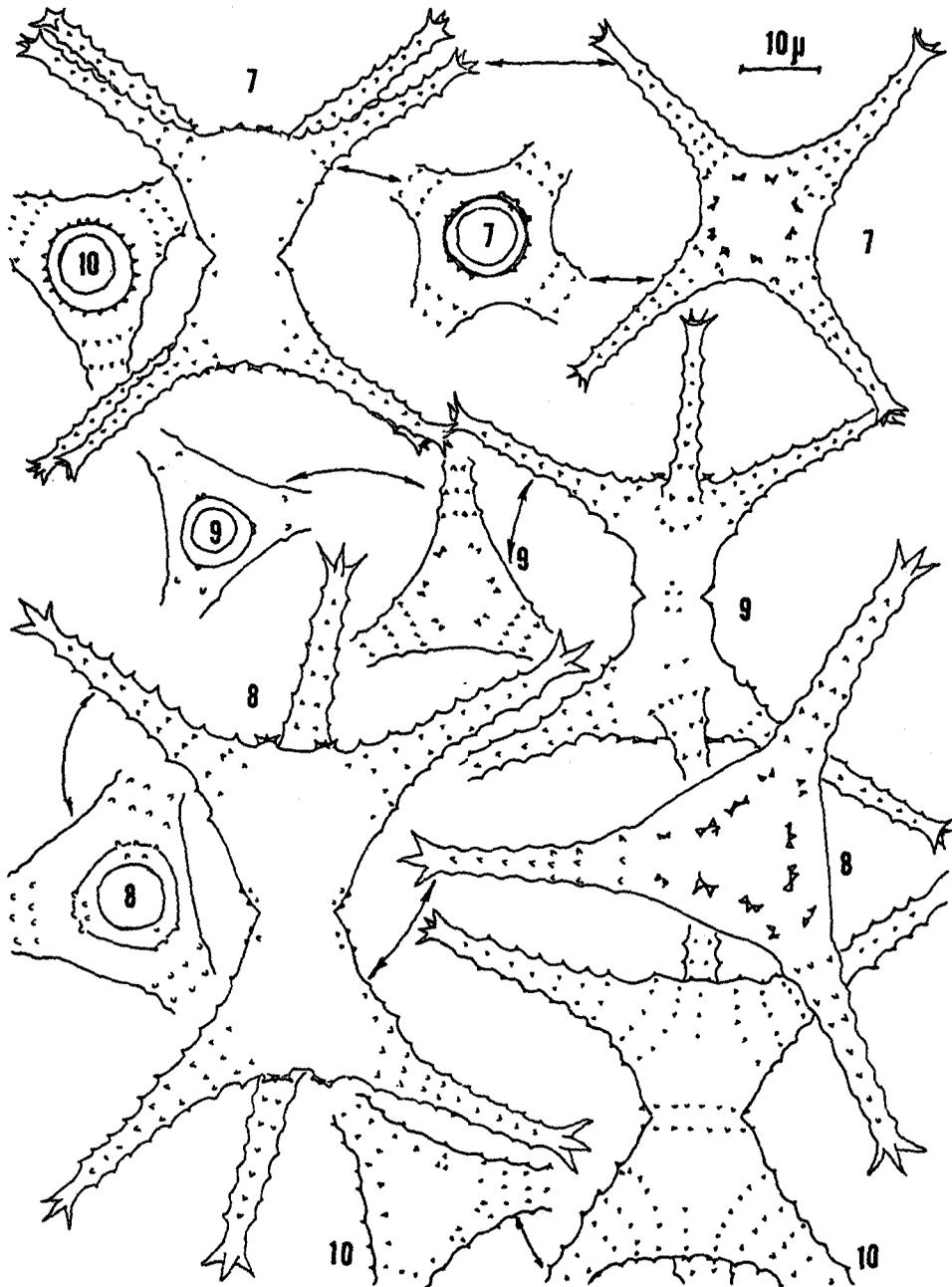


Figure 7. *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *quadribrachiata*.

Figure 8. *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *planctonicum*.

Figure 9. *Staurastrum messikommeri* f. *planctica*.

Figure 10. *Staurastrum cingulum*.

(Figures à la même échelle)

(Drawings at the same scale)

Diagnose latine: *A varietate «ornatum» quattuor divaricatis distincte processibus protres, minoribus dimensionibus, apice cum corona solum octobifidis spinis constituta ornamento et preisthmialiiis minutissimis granulis differt. Long. 35–45 μm ; lat. 80–95 μm cum processibus; ist. 8–10 μm . Iconotypus fig. 7.*

Bien que l'identification des *Staurastrum* soit des plus délicates, il nous paraît utile de préciser que ce genre se répartit en trois espèces dont l'une en deux formes distinctes, dans les eaux du lac Léman. Cela permet donc d'apporter certaines précisions sur ces organismes qui ont été cités sous des noms erronés dans les publications précédentes [5, 6].

5. Résumé

Une Desmidiacée du genre *Staurastrum*, à 4 bras, a été observée régulièrement dans les échantillons pélagiques d'eau du lac Léman depuis 1967. Les comptages indiquent que cette algue se trouve en faible proportion par rapport aux *Staurastrum* triradiés. Des cultures monocellulaires in vitro ont montré que la descendance des deux types d'organismes reste stable bien que les cellules y soient plus petites et plus massives que celles du lac. En faisant varier les conditions de culture on ne trouve jamais de *Staurastrum* «4» dans la descendance des *Staurastrum* «3». On observe cependant des *Staurastrum* «3» dans celle des *Staurastrum* «4» dans la proportion de 0 à 3% (tableau). Il est apparu que l'appellation de *Staurastrum gracile* qui était en usage pour désigner l'espèce triradiée était erronée et que ce nom recouvrait en fait trois espèces différentes qui sont: *Staurastrum cingulum* (W. et G.S. West) G.M. Smith (= *St. paradoxum* v. *cingulum* W. et G.S. West), *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *planctonicum* (Lütkem) Teiling, *Staurastrum messikommeri* f. *planctica* Thom. (fig. 1–3). Le nom proposé pour la forme à 4 bras est *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *quadribrachiata* Bour. n.f. (fig. 4, 5 et 7).

ZUSAMMENFASSUNG

Seit 1967 wurde in Wasserproben aus dem Pelagial des Genfersees regelmässig eine vierarmige Desmidiacee der Gattung *Staurastrum* beobachtet. Wie die Planktonzählungen ergeben, ist diese Alge gegenüber dem dreiarmigen *Staurastrum* in der Minderzahl.

In Klonkulturen in vitro bleiben die Nachkommen der beiden Typen unverändert, obschon die Zellen kleiner und gedrungener wachsen als im See. Auch unter veränderten Kulturbedingungen treten in der dreiarmigen Kultur nie vierarmige Zellen auf, während in der vierarmigen Kultur 0 bis 3% dreiarmige Zellen auftreten (Tabelle).

Die früher für die dreiarmige Form benützte Benennung *Staurastrum gracile* hat sich als irrtümlich erwiesen; dieser Name schliesst drei verschiedene Arten ein: *Staurastrum cingulum* (W. et G.S. West) G.M. Smith (= *St. paradoxum* v. *cingulum* W. et G.S. West), *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *planctonicum* (Lütkem) Teiling, *Staurastrum messikommeri* f. *planctica* Thom. (Abb. 1–3). Der vorgeschlagene Name für die vierarmige Form ist *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *quadribrachiata* Bour. n.f. (Abb. 4, 5 und 7).

SUMMARY

A quadriradiate Desmid belonging to the genus *Staurastrum* has been regularly observed in the pelagial water samples of the Lake of Geneva since 1967. The counts indicate that this alga occurs in low frequency in comparison with triradiate *Staurastrum*.

In vitro single cell cultures of the two types of organisms have shown that the progeny is stable although the semicells are smaller and more massive than those of the wild type. Under various environmental conditions one does find *Staurastrum* «4» in the progeny of *Staurastrum* «3». However one can observe *Staurastrum* «3» in that of *Staurastrum* «4» in the proportion of 0 to 3% (table).

It appears that the name *Staurastrum gracile* which was commonly used to designate the triradiate species is wrong and that it was used in fact for three different species which are: *Staurastrum cingulum* (W. et G.S. West) G.M. Smith (= *St. paradoxum* v. *cingulum* W. et G.S. West), *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *planctonicum* (Lütkem) Teiling, *Staurastrum messikommeri* f. *planctica* Thom. (fig. 1-3). The name proposed for the quadriradiate form is *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum* f. *quadribrachiata* Bour. n.f. (fig. 4, 5 and 7).

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Dr. O. Reymond d'avoir bien voulu réaliser les préparations et les clichés au microscope électronique à balayage ainsi que le Prof. Gautier de nous avoir permis d'utiliser l'appareillage du Centre de microscopie électronique de l'Université de Lausanne.

Nous remercions aussi M. A. Grosjean de sa fidèle et précieuse collaboration technique lors des pêches à bord de «Walkyrie».

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Croasdale, H.: Freshwater algae of Alaska, 2. Trans. Am. microsc. Soc. 77/1, 31-35 (1958).
- 2 Irénée-Marie, F.: Natur. Canad. 78/10, 301-339 (1951).
- 3 Lefèvre, M.: Recherches expérimentales sur le polymorphisme et la tératologie des Desmidiées, p. 1-42, 7 pl. Ed. Lechevalier, Paris 1939.
- 4 Lind, E., et Croasdale, H.: J. Phycol. 2, 11-116 (1966).
- 5 Martin, P.: Schweiz. Z. Hydrol. 23/2, 462-493 (1961).
- 6 Martin, P.: Saussurea, 3, 49-54 (1972).
- 7 Teiling, E.: Svensk bot. Tidskr. 41/21, 218-234 (1947).
- 8 Thomasson, K.: Nova Acta R. Soc. Scient. upsal., sér. IV, 19/1, 3-34 (1965).
- 9 West, W. et G.S., et Carter, N.: A monograph of the British Desmidiaceae, V. R. Soc. London, p. 1-300 (1923).
- 10 Winter, P.A., et Biebel, P.: Proc. Pa Acad. Sci. 40, 76-79 (1967).
- 11 Yamaguchi, H., et Hirano, M.: Acta phytotax. geobot. 15/2, 56-60 (1953).

Adresses des auteurs: Dr Jaques Naef, Paul Martin, Denis Mack, Laboratoire de Physiologie végétale, Université de Genève, 3, place de l'Université, CH-1211 Genève 4 - Prof. Dr Pierre Bourrelly, Laboratoire de Cryptogamie, Muséum national d'histoire naturelle, 12, rue de Buffon, F-75005 Paris.