

Quelques aspects de l'implantation d'une cyanobactérie coloniale *Microcystis farlowiana* Drouet & Daily dans le lac du Bourget

S. Michel¹

B. Marchand²

A. Pinay¹

Mots clés : *Microcystis farlowiana*, cyanobactérie, lac du Bourget, phytobenthos, répartition.

Microcystis farlowiana est une Cyanobactérie coloniale découverte au Massachussets en 1942, et dans les marais Sud du lac du Bourget en 1949. Actuellement on la trouve dans ce lac à des profondeurs comprises entre 2 et 30 mètres.

Les colonies formant des « boules » de 0,5 à 2 centimètres de diamètre, sont regroupées en amas lenticulaires de grande taille qui reposent sur le fond du lac et semblent subir un déplacement saisonnier peut-être dû aux courants sous-lacustres.

Depuis sa première description on a constaté des variations dans la couleur et la taille des colonies qui — d'abord flottantes puis subbenthiques — sont actuellement épibenthiques et localisées dans des régions défavorables à la photosynthèse.

Some aspects of implantation of a colonial Cyanobacteria *Microcystis farlowiana* Drouet & Daily in Lake Bourget

Keywords : *Microcystis farlowiana*, cyanobacteria, Lake Bourget, phytobenthos, distribution.

Microcystis farlowiana is a colonial Cyanobacteria found in Massachussets in 1942, also in the southern swamps of the Lake Bourget in 1949. Presently, it can be found in this lake at depths between 2 and 30 meters.

Colonies, forming little balls whose diameter is between 0.5 and 2 centimeters, are gathered to form large lenticular masses lying on the bottom of the lake. They seem to undergo seasonal movings which could be due to currents in the lake bottom.

Since they were first described, colonies showed variations of colour and size : they were first floating, then subbenthic ; now, they are epibenthic, and localized in photosynthesis unfavourable regions.

1. Introduction

Microcystis farlowiana est une cyanobactérie coloniale peu fréquente, puisqu'elle n'a été signalée que dans quelques étangs du Massachussets (Drouet 1942) et dans le lac du Bourget (Bourrelly 1949, Michel 1966).

Elle se présente sous forme de « boules » vertes (Fig. 1) constituées de cellules sphériques de 3 à 4 μm de diamètre noyées dans une matrice gélatineuse incolore. On observe généralement sur ces colonies la présence de l'oscillatoriée épiphyte *Pseudanabaena franquetii* (Bourrelly 1949-1954) (Fig. 2).

Décrite en 1942 sous le nom de *Aphanocapsa farlowiana*, elle est actuellement rangée dans le genre *Microcystis* (Bourrelly 1970). Sa présence n'a pas été signalée en Amérique depuis 1942 ; dans le lac du Bourget, par contre, on la trouve en de nombreux points et en grandes quantités jusqu'à des profondeurs de 30 mètres.

M. farlowiana a fait l'objet d'investigations relatives à une éventuelle toxicité (Gevrey et al. 1972, Michel et al. 1972) ; de nouvelles recherches sur ce sujet sont en cours. Nous avons été amenés à nous intéresser à sa localisation dans le lac, et à faire ainsi des observations relatives à sa répartition ; nous avons également constaté des différences entre certaines de ses caractéristiques actuelles et celles qui sont décrites dans les travaux antérieurs. Ce sont ces deux points qui font l'objet de cette note.

1. Laboratoire de biologie animale et écologie, Université Claude Bernard, 43, boulevard du 11 novembre 1918, F-69622 Villeurbanne Cedex.

2. Ateliers de la mer, 27, rue du Casino, F-73100 Aix-les-Bains.

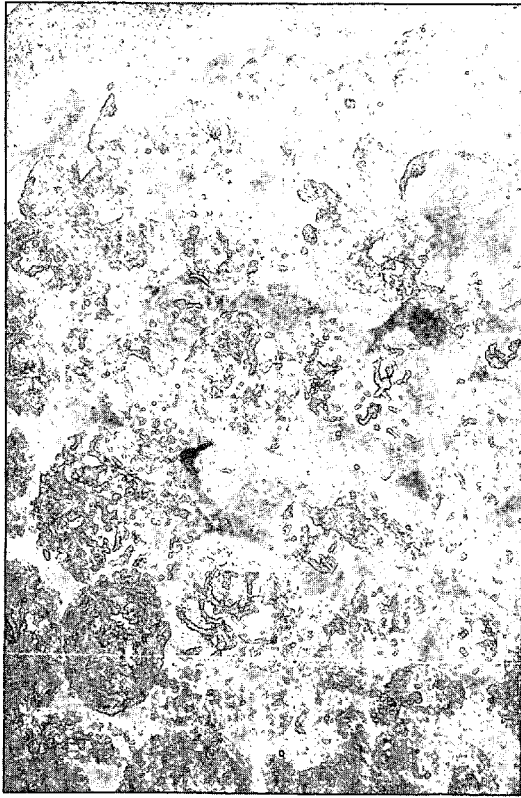


Fig. 1. Colonies de *Microcystis farlowiana*.
Fig. 1. Colonies of *Microcystis farlowiana*.

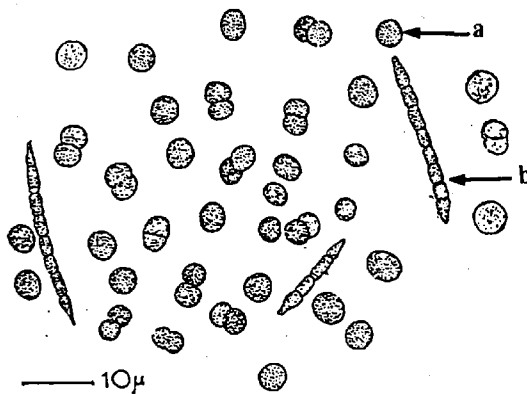


Fig. 2. *Microcystis farlowiana* : vue microscopique. D'après Bourrelly (1949). - a. cellule de *M. farlowiana* ; b. trichome de *Pseudanabaena franquetii*.

Fig. 2. *Microcystis farlowiana* : microscopic view. From Bourrelly (1949). - a. a cell of *M. farlowiana* ; b. a trichom of *Pseudanabaena franquetii*.

2. Méthodologie

Les colonies de *M. farlowiana* reposant sur le fond jusqu'à d'assez grandes profondeurs (entre 2 et 30 m), il a fallu mettre au point une technique de récolte. Pendant une première période, elles étaient prélevées à l'aide d'une benne Leger manœuvrée à partir d'une embarcation : plus tard l'intervention des plongeurs de l'association « Ateliers de la Mer » a permis une approche plus directe : récoltes et photographies.

Les valeurs de la transparence, mesurées à l'aide du disque de Secchi, nous ont été communiquées par la Cellule Technique du Lac du Bourget (1992).

3. Observations

3.1. Aspect des colonies

Les colonies que nous récoltons sont de couleur vert-foncé et de forme grossièrement sphérique. Certaines sont de taille microscopique, d'autres peuvent atteindre 2 cm, mais le diamètre moyen est actuellement compris entre 0,5 et 1 cm, alors qu'il atteignait 1,5 cm au début de nos observations (Michel 1966) ; il diminue progressivement quand la profondeur augmente.

3.2. Répartition

Les colonies sont regroupées en grandes quantités sur le fond du lac où elles forment des amas lenticulaires de tailles variées pouvant atteindre 20 m de longueur, 0,2 à 1 m de largeur et 20 cm d'épaisseur (Fig. 3). Il ne semble pas exister de relation entre la taille des colonies et la taille des amas qui sont dans leur partie inférieure, partiellement mélangés à la vase.

De tels amas se rencontrent essentiellement dans les zones calmes, par exemple le long de certaines lignes de niveau où les courants sont faibles, dans les zones vaseuses abritées, dans les culs-de-sac et les petites dépressions, le long d'obstacles naturels ou artificiels tels que canalisations et buttes, ou de sillons parallèles aux lignes de niveau. On observe actuellement une modification de l'aspect de ces amas, qui deviennent plus diffus.

En été on les trouve surtout entre 12 et 30 m, avec un maximum de concentration vers 15 m ; dans ces zones, la température est comprise entre 7°C et 12°C (Fig. 4) ; en hiver ils sont répartis entre 2 et 15 m

avec un maximum de concentration entre 5 à 7 m où la température est de 5°C. A ces profondeurs, *M. farlowiana* est le seul organisme photosynthétique visible à l'œil nu.

On constate donc un déplacement saisonnier sur le fond du lac : les algues « descendant » en été et « remontant » en hiver.

En ce qui concerne la localisation, nous avons trouvé des amas en de nombreux points du lac (Fig. 5), en particulier le long de la rive orientale : dans le Grand Port, la baie de Mémard, la baie de Grésine notamment ; nous en avons vu aussi dans la partie Sud près de Charpignat, entre le Bourget-du-lac et Bourdeau, disséminés entre la surface et - 10 mètres. Il faut remarquer que ce recensement

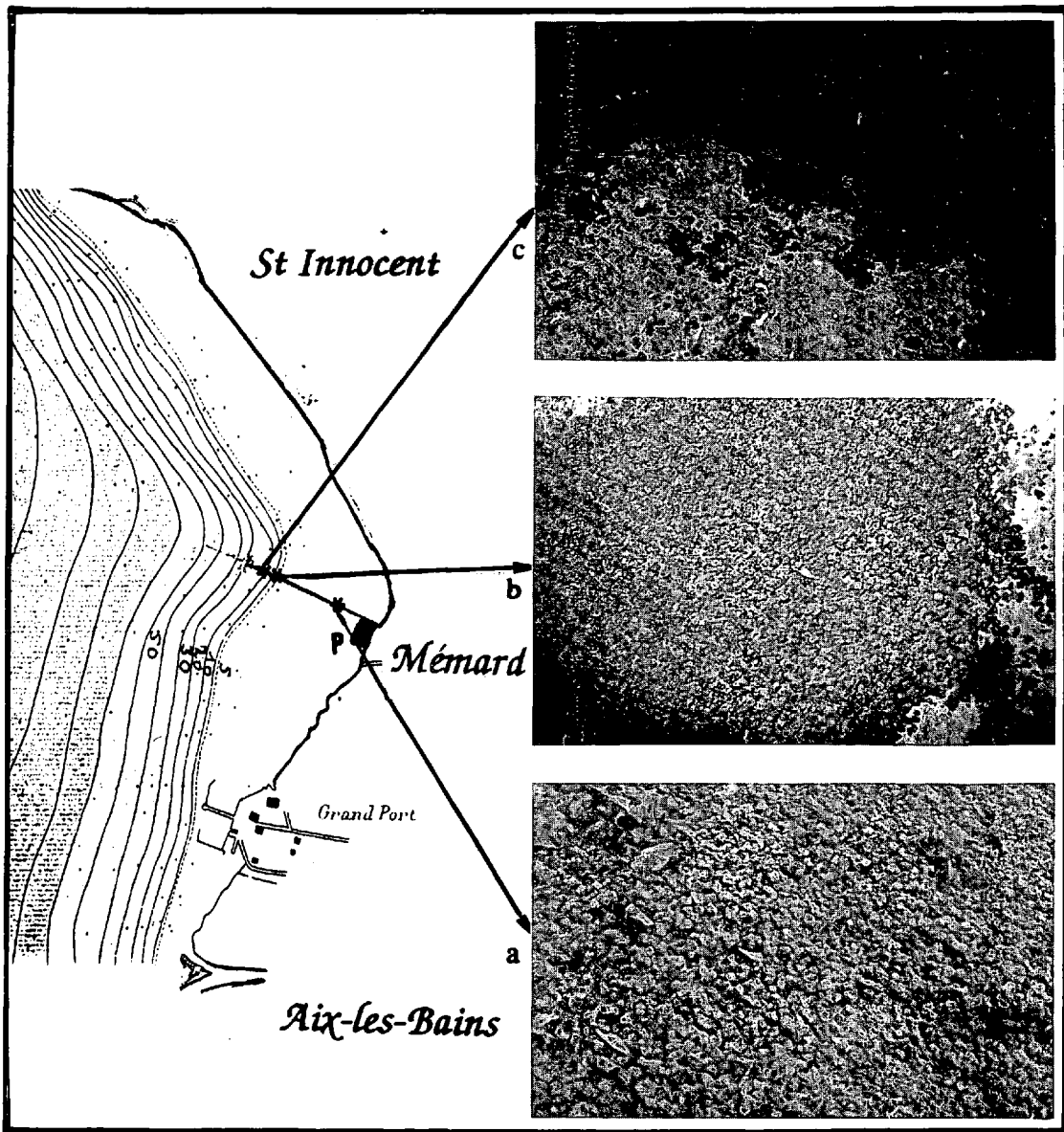


Fig. 3. Amas de colonies le long d'un transect dans la baie de Mémard (profondeur : a = 2 m ; b = 10 m ; c = 20 m).

Fig. 3. Accumulations of colonies along a transect of the bay of Mémard (depth : a = 2 m ; b = 10 m ; c = 20 m).

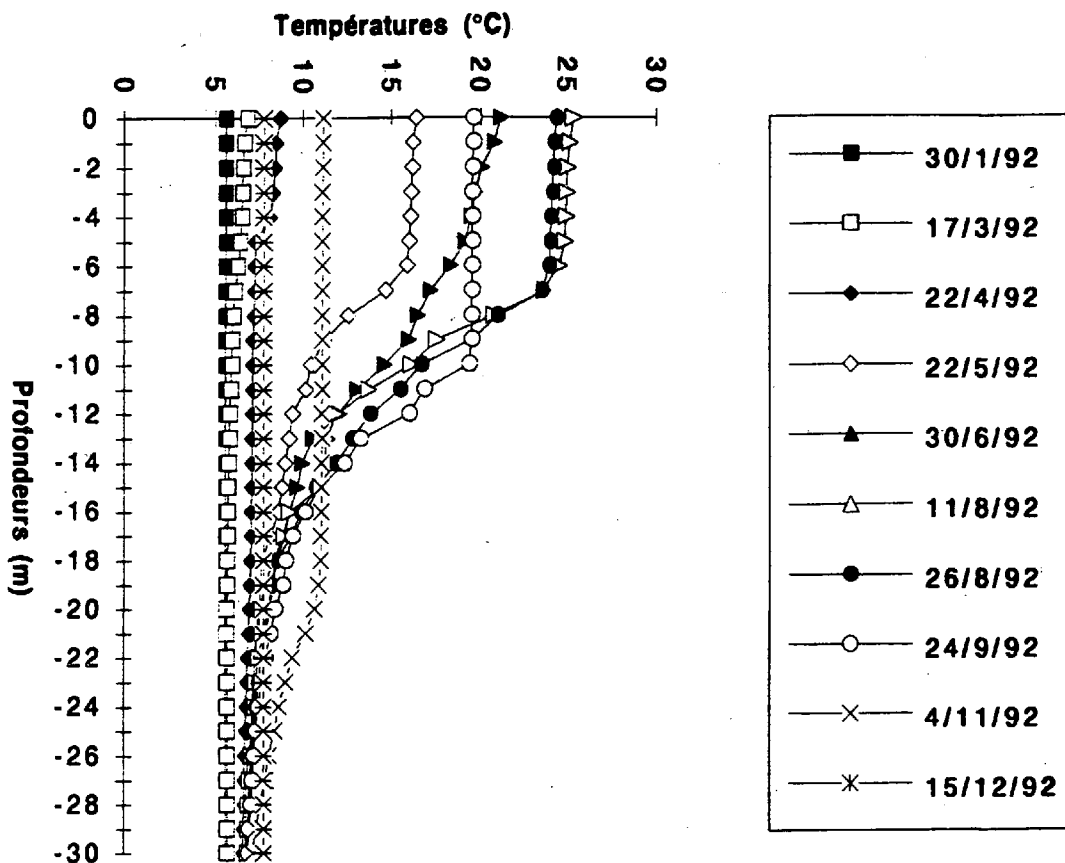


Fig. 4. Profils thermiques de l'eau dans le lac du Bourget en 1992. D'après : C.T.L.B. (1992).

Fig. : Water temperature profiles of Lake Bourget during 1992. From : C.T.L.B. (1992).

est forcément très incomplet, puisqu'il ne peut se faire qu'à l'occasion de plongées et que tous les points du lac n'ont pas été explorés.

Cette large répartition de *M. farlowiana* l'amène à vivre à des profondeurs où la lumière est faible, comme on le constate d'après le graphique des variations de la transparence mesurées au disque de Secchi (Fig. 6), et où la température, nous l'avons vu, est comprise entre 5°C et 12°C, donc dans des conditions peu favorables à la photosynthèse.

4. Discussion

Nos observations font apparaître une colonisation importante du lac du Bourget par *M. farlowiana*.

La comparaison de nos observations avec celles réalisées antérieurement, d'abord dans le Massachusetts (Drouet 1942) puis dans le lac du Bourget (Bourrelly 1949, Michel 1966), met en évidence des variations dans l'aspect des colonies (couleur, taille) ainsi que dans leur répartition.

4.1. Variations d'aspect

En ce qui concerne la couleur, les colonies flottantes décrites par Drouet en 1942 étaient « vert-érogineux », c'est-à-dire vert-de-gris ; les sphères étudiées par Bourrelly étaient « vert-tendre légèrement teintées de jaune », alors que celles que nous récoltons sont vert-foncé. Cette teinte persiste pendant de longues périodes (supérieures à une année)

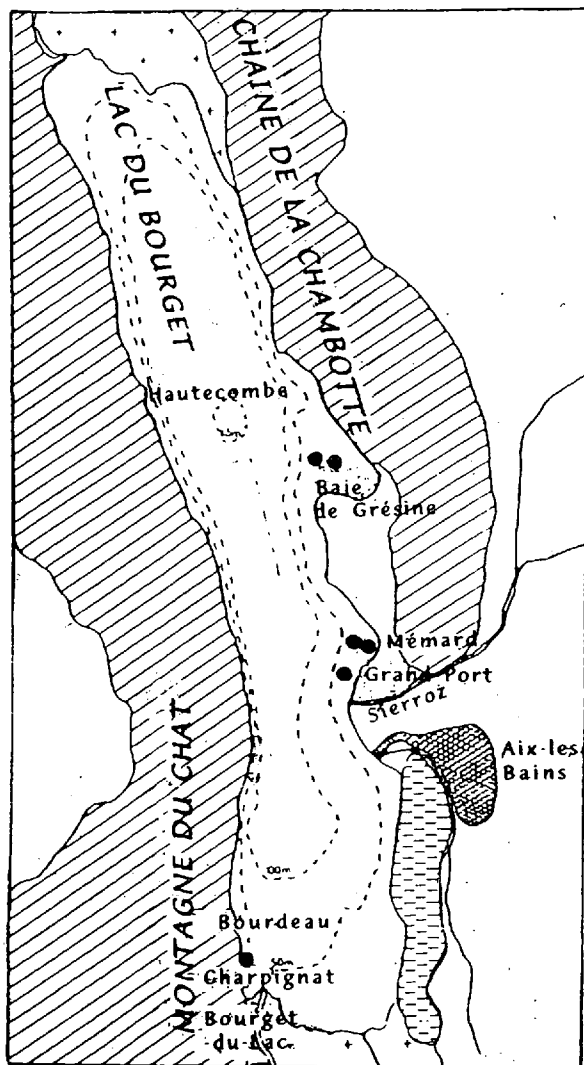


Fig. 5. Localisation de *M. farlowiana* dans le lac du Bourget (• : site repéré).

Fig. 5. Localisation of *M. farlowiana* in Lake Bourget (• : located station).

quand les colonies sont maintenues en aquarium à la lumière, au laboratoire ; elle ne semble donc dépendre directement ni de l'intensité lumineuse, ni de la profondeur.

Des variations de la couleur ont été signalées chez d'autres Cyanophycées ; elles peuvent être liées à un changement d'habitat (Barbiero 1993, Stevenson et al. 1985) ou à la disparition des vacuoles gazeuses, ainsi que Walsby (1969) l'a observé expérimentalement.

Dans le cas de *Microcystis farlowiana*, nous ignorons si les formes flottantes possédaient des vacuoles gazeuses ; il n'est donc pas possible de déterminer la cause de ce changement qui semble être définitif.

La taille des colonies est également sujette à des variations, ainsi qu'en témoignent les descriptions successives.

Les colonies américaines, planctoniques, mesuraient 1 à 5 mm de diamètre ; celles trouvées dans les marais du lac du Bourget en 1949 avaient la taille d'une petite noix, celles que nous avons récoltées entre 1963 et 1966 atteignaient 2 cm. Actuellement, le diamètre moyen est de l'ordre du centimètre. Il est permis de penser que le développement des colonies dépend des conditions dans lesquelles elles se trouvent (nutrition, lumière...).

Nous avons signalé aussi des variations de la taille moyenne des « boules » en fonction de la profondeur. Comme les colonies de petite taille sont plus abondantes dans les zones profondes, on pourrait suspecter les courants sous-lacustres d'être responsables de cette répartition en entraînant plus loin les unités plus légères ; mais des simulations réalisées au laboratoire ont montré que, dès qu'elles sont soumises à un courant de vitesse suffisante (sur un fond horizontal, supérieure à $6 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$), les « boules » sont entraînées quel que soit leur diamètre et, semble-t-il, à des vitesses comparables. L'hypothèse d'une migration différentielle étant peu probable, on peut penser à un ralentissement de la croissance à des profondeurs où certains facteurs sont moins favorables au développement.

4.2. Changements dans la répartition

On constate d'une part un changement dans la répartition verticale de *M. farlowiana* : les colonies américaines étaient librement flottantes, celles de 1949 paraissaient subbenthiques. Actuellement toutes les colonies sont épibenthiques ; l'observation de récoltes conservées pendant plusieurs mois au laboratoire confirme ce caractère : les « boules », même de petite taille, restent au fond du récipient et ne montent jamais en surface.

D'autres cas de migrations verticales ont été signalés chez des Cyanobactéries, et en particulier chez *Microcystis*. Il s'agit de migrations journalières (Ganf 1974) ou de migrations saisonnières (Reynolds 1973, Reynolds & Rogers 1976) au cours desquelles

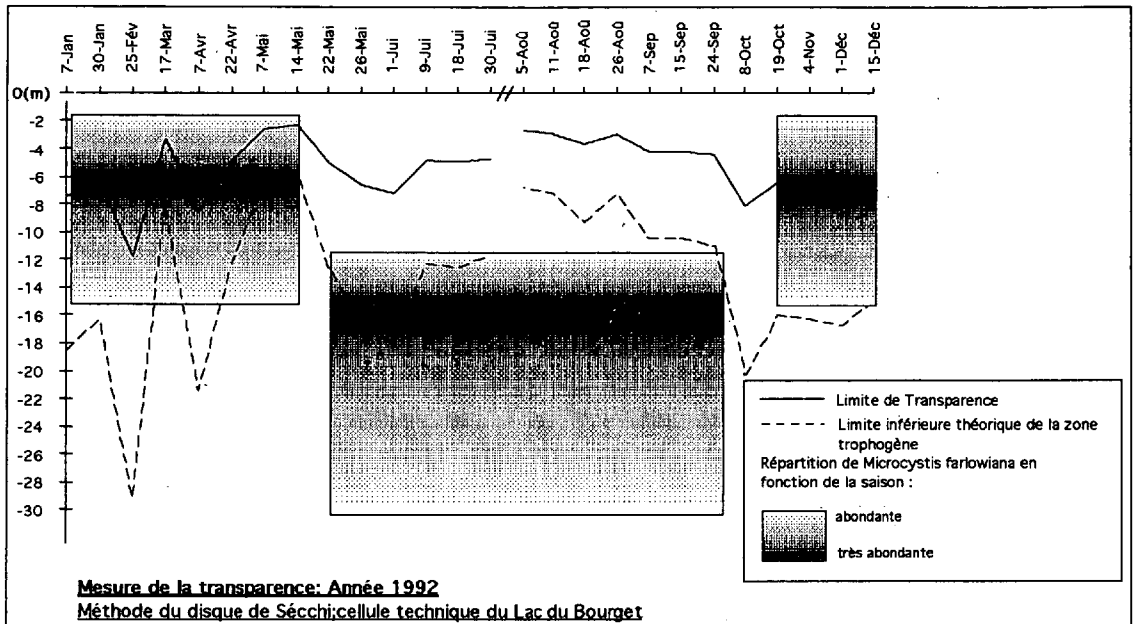


Fig. 6. Transparence du lac du Bourget mesurée au disque de Secchi en 1992. D'après : C.T.L.B. (1992).

Fig. 6. Secchi disk transparency in Lake Bourget during 1992. From : C.T.L.B. (1992).

des colonies passent l'hiver au fond de l'eau, sur le sédiment (Fallon & Brock 1981). Ces migrations périodiques semblent liées aux mouvements et aux caractères physico-chimiques de l'eau, mais aussi à la densité des colonies conditionnée en grande partie par les vacuoles gazeuses (Walsby 1991).

Chez *M. farlowiana* cependant, la modification de la répartition verticale paraît être définitive ; elle s'est accompagnée d'un déplacement latéral vers des zones plus profondes.

Un changement de répartition qui semble également définitif a été observé par Feuillade et al. (1984). Ces chercheurs ont constaté depuis 1973 un enfoncement des populations d'*Oscillatoria rubescens* à la suite d'un changement de la composition chimique des eaux du lac de Nantua. Cet enfoncement semble dû à des modifications au niveau des vacuoles gazeuses. Cette explication ne peut être retenue dans le cas de *M. farlowiana* puisque la présence de telles vacuoles dans les formes flottantes n'a pas été signalée (Drouet 1942, Bourrelly 1949).

Nous avons signalé d'autre part une modification de la répartition bathymétrique des amas suivant la

saison. Il s'agit dans ce cas d'un glissement sur le fond qui ne peut être comparé aux migrations verticales saisonnières précédemment citées. La périodicité de ce phénomène, associée au fait que les colonies s'accumulent dans les régions calmes et le long des obstacles, invite à penser à un transport par les courants. Des simulations ont montré que des colonies groupées en amas sur un fond légèrement incliné et soumises à un courant de vitesse $5.6.10^{-2} \text{m} \cdot \text{sec}^{-1}$ sont progressivement entraînées, et qu'une partie d'entre elles s'accumule à l'amont des obstacles. De plus les plongeurs ont pu observer, notamment au moment d'une baisse de température ou d'une baisse de la pression atmosphérique, l'apparition brusque de courants verticaux ou obliques capables d'entraîner dans un mouvement ascendant ou descendant des « paquets » d'algues filamenteuses de taille comparable à celle des « boules ». L'intervention des courants dans le déplacement des colonies semble donc une hypothèse plausible. Malheureusement il n'existe pas d'étude relative aux courants sous-lacustres dans le lac du Bourget ; on ignore donc s'il en existe de saisonniers qui pourraient jouer un rôle dans le transport des algues.

5. Conclusion

Très abondante dans le lac du Bourget où elle semble parfaitement adaptée, absente partout ailleurs — ou difficile à trouver —, *M. farlowiana* montre une grande capacité de développement dans des zones défavorables. De tels caractères sont connus chez les Cyanophycées benthiques (Stevenson 1985, Robert & Boylen 1988), mais on les observe le plus souvent dans des eaux acides, ce qui n'est pas le cas du lac du Bourget. De plus *M. farlowiana* est originale par sa variabilité, ses déplacements saisonniers. On peut s'interroger aussi sur les conditions de son arrivée en Savoie et sur son importance écologique.

Remerciements

Les auteurs remercient Monsieur J. Juget pour les conseils qu'il leur a prodigués tout au long de ce travail, Monsieur G. Paolini pour les documents concernant le lac du Bourget qu'il leur a fournis, Monsieur J.C. Midol qui a effectué les simulations de courants.

Travaux cités

- Barbiero R.P. 1993. — A contribution to the life history of the planktonic cyanophyte. *Gloeotrichia echinulata*. *Arch. Hydrobiol.*, 127 : 87-100.
- Bourrelly P. 1949. — Deux cyanobactéries nouvelles du lac du Bourget : *Phormidium franquetii* nov. sp. et *Aphanocapsa farlowiana* Drouet et Daily. *Bull. Soc. Bot. France*, 96 : 231-232.
- Bourrelly P. 1954. — Savoie, Jura, Dombes, phycologie d'eau douce : *Notices botaniques et itinéraires commentés*. 8^e Congr. intern. Botanique, Paris, III, 2 : 23-24.
- Bourrelly P. 1970. — *Les algues d'eau douce*, t. III, *Algues bleues et rouges*. Boubée, Paris : 512 p.
- C.T.L.B. (Cellule technique du lac du Bourget). 1992. — Suivi allégé. Station d'études hydrobiologiques du lac du Bourget, D.D.A.F., Syndicat intercommunal du lac du Bourget : 1-12.
- Drouet F. 1942. — Studies in Myxophyceae. *Bot. Ser. Field. Mus. Nat. Hist.*, 20, 6 : 125-141.
- Fallon R.D. & Brock T.D. 1981. — Overwintering of *Microcystis* in lake Mendota. *Freshwater Biol.*, 11 : 217-226.
- Feuillade J., Barroin G., Blanc P. & Feuillade M. 1984. — Traitement d'un lac par détournement d'eaux usées : réaction d'une population d'*Oscillatoria rubescens* D.C. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22 : 1040-1046.
- Ganf G.G. 1974. — Diurnal mixing and the vertical distribution of phytoplankton in a shallow equatorial lake (lake George, Uganda). *J. Ecol.*, 62 : 611-629.
- Michel S. 1966. — Recherches sur la faune benthique du lac du Bourget. D.E.S. Lyon : 75 p, 31 fig.
- Michel S., Gevrey J. & Wautier J. 1972. — Mise en évidence de la toxicité d'un complexe algal sur la faune aquatique. I. Influence sur certains éléments de la faune benthique et sur quelques espèces de poissons. *Bull. Soc. Sci. Vét. et Méd. Comp. Lyon*, 74 : 185-189.
- Gevrey J., Michel S. & Euzéby J. 1972. — Mise en évidence de la toxicité d'un complexe algal sur la faune aquatique. II. Toxicité à l'encontre de diverses espèces de Limnées. *Bull. Soc. Sci. Vét. et Méd. Comp.*, Lyon, 74 : 191-194.
- Reynolds C.S. 1973. — Growth and buoyancy of *Microcystis aeruginosa* Kütz. Emend. Elenkin in a shallow eutrophic lake. *Proc. Roy. Soc. Lond.*, B., 184 : 29-50.
- Reynolds C.S. & Rogers D.A. 1976. — Seasonal variations in the vertical distribution and buoyancy of *Microcystis aeruginosa* Kütz. Emend. Elenkin in Rostherne Mere. England. *Hydrobiologia*, 48 : 17-29.
- Roberts D.A. & Boylen C.W. 1988. — Patterns of epipellic algal distribution in an acidic Adirondack lake. *J. Phycol.*, 24 : 146-152.
- Stevenson R.S., Singer R., Roberts D.A. & Boylen C.W. 1985. — Patterns of epipellic algal abundance with Depth, Trophic Status, and Acidity in Poorly Buffered New-Hampshire lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42 : 1501-12.
- Walsby A.E. 1969. — The permeability of blue-green algal gas-vacuole membranes to gas. *Proc. Roy. Soc. Lond.* B., 173 : 235-255.
- Walsby A.E., Kinsman R., Ibelings B.W. & Reynolds. 1991. — Highly buoyant colonies of the cyanobacterium *Anabaena lemmermannii* from persistent surface waterblooms. *Arch. Hydrobiol.*, 121 : 261-280.