Zeitschrift: Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 51 (1998)
Heft: 1

Artikel: La vie dans le Léman à l'échelle microscopique : biocénoses typiques du milieu lacustre

Autor: Naef, Jaques

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-740141

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: 09.07.2025

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

Archs Sci. Genève	Vol. 51	Fasc. 1	pp. 27-36	Avril 1998

LA VIE DANS LE LÉMAN A L'ÉCHELLE MICROSCOPIQUE BIOCÉNOSES TYPIQUES DU MILIEU LACUSTRE

PAR

Jaques NAEF*

ABSTRACT

Life in Lake Léman at the microscopical scale, typical biocenoses of the limnic environment. - The microscopical organisms which float freely in the water of Lake Léman belong mainly to the Cyanobacteria, the Algae, the Ciliata, the Rotifera and the Crustacea. More than 850 species have been recorded, but a smaller number of them is regularly observed. Several measurements e.g. chlorophyll content, biovolume of samples, direct counts, provide informations on the populations' successions, associations and interactions.

Key-words: Phytoplankton, zooplankton, biomass, chlorophyll content, biovolume.

INTRODUCTION

Un des aspects essentiels de la vie dans le Léman passe généralement inaperçu. La raison en est simple: l'eau est le milieu physico-chimique où vivent des organismes trop petits pour être visibles à l'œil nu. C'est seulement lorsqu'ils se multiplient de manière très abondante et rapide que l'on peut déceler indirectement leur présence car l'eau peut devenir trouble.

Il existe des êtres vivants liés temporairement ou de manière durable au fond du bassin. Ce sont des organismes benthiques. Il y a ceux qui vivent librement en pleine eau. Une partie d'entre eux occupe le domaine côtier ou littoral. Une autre partie vit loin des rives et se trouve dans le domaine pélagique. La limite entre ces deux régions est assez théorique et peu précise.

Les organismes qui flottent dans l'eau, aussi bien dans la zone littorale que dans la zone pélagique, appartiennent autant au règne végétal qu'au règne animal et ils constituent une association très large dénommée plancton depuis HANSEN en 1887.

Ce sont des êtres qui se trouvent en suspension plus ou moins passivement dans l'eau pendant toute leur vie. Certains d'entre eux peuvent effectuer des mouvements propres sur de courtes distances.

* Département de Biologie végétale, 3, place de l'Université, CH-1211 Genève 4..

CARACTÈRES PRINCIPAUX DES GROUPES RENCONTRÉS

Le plancton constitue un ensemble plus ou moins hétéroclite dont les représentants sont en relation assez étroite les uns avec les autres, car certains d'entre eux sont des producteurs tandis que d'autres sont des consommateurs. Les premiers appartiennent au règne végétal. Ils sont carboautotrophes, font partie des algues et constituent le *phytoplancton*. Nous leur adjoignons pour des raisons de ressemblance morphologique et fonctionnelle des Cyanobactéries. Les seconds sont hétérotrophes, appartiennent au règne animal et constituent le *zooplancton* dans lequel on rencontre des Rhizopodes, des Héliozoaires, des Ciliés, des Acinétiens, des Rotifères, des Crustacés entomostracés: Branchiopodes (principalement des Cladocères) ou Copépodes et aussi, par exemple, la larve de la moule zébrée. Beaucoup d'entre eux ingèrent des algues et ceux qui n'y parviennent pas en aspirent le contenu, d'autres encore utilisent des débris végétaux suffisamment riches en matière organique pour leur procurer l'énergie nécessaire.

Nous mettons à part les organismes hétérotrophes comme les bactéries et les champignons qui vivent aussi dans le milieu lacustre et qui font partie du plancton.

COMPLÉMENTARITÉ ENTRE FORMES ET FONCTIONS

Les organismes planctoniques et surtout ceux du phytoplancton ont comme unique support l'eau et par conséquent, ils ont tendance à sédimenter. Or, pour pouvoir vivre normalement, la plupart d'entre eux ont besoin de lumière et doivent donc se trouver assez près de la surface car les radiations lumineuses pénètrent peu profondément. Afin de se maintenir le plus possible dans les couches supérieures euphotiques, ils ont des moyens qui leur permettent de diminuer leur sédimentation naturelle. Leur poids spécifique est voisin de 1 ou même légèrement supérieur. A cela s'ajoute le fait qu'un grand nombre possède une enveloppe, généralement polysaccharidique, pourvue d'appendices qui augmentent leur surface. Ce sont des épines, des soies, des cornes, des antennes ou des flagelles. D'autres ont une forme d'outre ou de vésicule dont la teneur en eau est élevée. Beaucoup d'organismes planctoniques produisent ou mettent en réserve des lipides. C'est le cas, par exemple des Diatomées et des petits Crustacés. Chez d'autres, on rencontre des vésicules gazeuses comme chez les Cyanobactéries. La présence d'une gelée entourant les organismes unicellulaires ou un ensemble colonial de plusieurs cellules peut contribuer à servir de flotteur.

OBSERVATION DU PLANCTON

Ce n'est qu'au microscope avec un grossissement variant entre 125 et 500 fois que l'on peut observer le plancton. On peut utiliser la lumière transmise, en fond clair et en contraste de phase. Les plus gros organismes comme les Branchiopodes et les Copépodes se voient bien en lumière incidente au microscope stéréoscopique allant de 12 à 50 fois. C'est alors avec un réel plaisir que l'on découvre les formes les plus variées et

parfois étranges qui soient. Les détails de structure ne sont visibles qu'à un grossissement de 1000 fois. Les dimensions des organismes du plancton d'un lac tel que le Léman varient entre 5 et 1500 µm environ. Les images obtenues en microscopie électronique à balayage apportent des compléments souvent indispensables pour déterminer les espèces et elles sont parfois d'une rare beauté.

Il faut ajouter que les organismes du phytoplancton et surtout ceux du zooplancton sont très délicats et qu'on ne peut pas les observer longtemps vivants. On doit alors utiliser des moyens qui permettent de les conserver en bon état mais même avec des techniques appropriées, les pigments des algues disparaissent très vite.

RÉCOLTE

Les moyens utilisés très tôt dans l'étude du plancton sont toujours les mêmes mais on leur a ajouté quelques perfectionnements. Il s'agit pour l'essentiel soit d'une filtration *in situ* soit d'une décantation effectuée au laboratoire.

Dans le premier cas on utilise un filet cônique en soie à bluter qui est traîné derrière un bateau ou remonté verticalement depuis une profondeur choisie. L'ouverture des mailles des filets se situe entre 20 et 200 µm. Cela a pour effet de concentrer les organismes et d'augmenter les possibilités d'observer les plus rares mais avec l'inconvénient, parfois, de les masquer en raison de l'abondance des plus nombreux.

Dans le deuxième cas, on laissera sédimenter, dans un récipient de verre, un volume d'eau connu entre un et 10 litres, le plus souvent, et prélevé à une profondeur déterminée soit au moyen d'une pompe, soit au moyen d'une bouteille à clapets, type Friedinger. Le résidu sera utilisé soit directement pour la microscopie, soit après filtration sur membrane, pour diverses mesures et dosages.

Afin de conserver la structure fine des cellules le mieux possible, on ajoute une solution iodoiodurée à l'échantillon (1 à 2‰). On complète avec de la formaldéhyde (5%) afin de rendre les cellules imputrescibles. Le sédiment est recueilli après quelques jours et on peut en observer le contenu. On peut aussi l'utiliser pour effectuer des mesures quantitatives numériques, pondérales ou chimiques afin d'obtenir des données sur la biocénose. Les échantillons que nous avons préparés pour nos travaux sont maintenant déposés depuis une dizaine d'années au Conservatoire et Jardin botaniques de Genève où ils constituent une collection qui peut être mise à disposition des chercheurs pour des études taxonomiques.

ASPECT QUANTITATIF

Le nombre d'espèces que l'on rencontre dans le plancton pélagique n'est pas très élevé (CIPEL, 1997; NAEF *et al.*, 1997). On compte environ 10 espèces de Cyanobactéries, 100 d'Algues, 2-4 de Rhizopodes, 4-6 d'Héliozoaires, 16-20 de Rotifères, 8-10 de Crustacés. En revanche, le nombre total d'espèces pouvant être présentes dans l'ensemble de l'eau du Léman est beaucoup plus grand. Ce sont environ 640 espèces d'Algues, 90 de

Rotifères et 80 de Crustacés entomostracés qui ont été recensées (BALVAY, 1984; BALVAY & LAURENT, 1981; BALVAY & DRUART, 1994; DRUART *et al.*, 1983; MARTIN, 1961). Il faut toutefois préciser que certaines d'entre elles n'ont été mentionnées qu'en petit nombre et peu fréquemment par divers auteurs ou n'ont pas été revues par la suite. Quelques espèces sont rares, d'autres ont temporairement disparu et peuvent réapparaître, d'autres encore peuvent passer inaperçues et elles ont donc été ajoutées ou supprimées des listes après de patientes recherches par les divers chercheurs qui se sont livrés à ce travail. Des exemples d'organismes planctoniques sont réunis sur la planche 1.

Des comptages directs réalisés au microscope inversé dans une chambre à compter peuvent être effectués afin de dénombrer les représentants des diverses espèces.

Au sein de la population planctonique, la proportion des représentants des taxons que l'on peut compter varie beaucoup au cours du temps. Ainsi à certains moments de l'année il arrive que 5 à 6 espèces constituent à elles seules la plus grande part de la biomasse pélagique, auxquelles s'ajoutent quelques espèces peu représentées. Inversément, à d'autres moments, on observe davantage d'espèces mais elles sont présentes en faibles proportions. Cela peut être contrôlé en considérant les fluctuations d'un indice de diversité basé sur le nombre d'individus de chaque espèce en utilisant, par exemple, la formule de Shannon et Weaver (SHANNON & WEAVER, 1949).

IMPORTANCE DU PLANCTON DANS LE BIOTOPE

Les études qualitatives et quantitatives saisonnières fournissent des résultats qui sont difficiles à interpréter mais on peut dégager des tendances sur la succession des populations planctoniques au cours du temps (BONEY, 1975; SOMMER, 1994).

Un des critères de mesure est le poids de matière sèche des échantillons. Il intègre non seulement la matière organique des êtres vivants mais aussi toutes les particules non planctoniques en suspension dont on ne peut pas faire abstraction et qui peuvent influencer quelque peu les résultats. Il peut s'agir de débris végétaux et de cristaux de calcite, par exemple. Si l'on suit les résultats obtenus deux fois par mois pendant l'année on note des valeurs faibles en hiver et en automne et des valeurs généralement élevées au printemps. Cela est dû à une prolifération importante du phytoplancton qui a lieu entre les mois de mars et de mai, suivie d'une diminution brusque en mai ou juin, suivie à son tour par un développement estival et automnal variable.

L'utilisation du carbone par les algues grâce à la photosynthèse confère à ces dernières un rôle fondamental dans la biosphère. Il se traduit par ce que l'on nomme la production primaire qui donne un aperçu de l'énergie emmagasinée. Il s'agit de la quantité de carbone fixée au début de la chaîne alimentaire par les algues chlorophylliennes diminuée de celle qui est nécessaire à leurs propres besoins (PELLETIER, 1983).

Les dosages de chlorophylle dont toutes les algues sont pourvues nous renseignent de manière assez précise sur l'importance de leur développement au cours du temps mais les valeurs présentent des fluctuations qui sont imprévisibles d'une année à l'autre avec toutefois certaines constantes (NAEF *et al.*, 1997).

MOUVEMENTS

Les organismes du plancton se répartissent dans un grand volume d'eau mais, par définition, ils le font plus ou moins passivement. Toutefois un certain nombre d'entre eux effectuent des mouvements autonomes. Certaines algues unicellulaires ou cénobiales opèrent des révolutions ou de courts déplacements pluridirectionnels, grâce à leurs flagelles que l'on peut aisément suivre au microscope.

Dans bien des cas cependant, ce sont les cellules de la reproduction sexuée ou asexuée (gamètes ou spores) qui sont mobiles. Les Infusoires ciliés, les Rotifères, grâce aux cils vibratiles qui leur permettent de capturer leur nourriture, font des déplacements rapides. Les petits Entomostracés et leurs larves font des mouvements d'une assez grande ampleur grâce à leurs nombreux appendices (antennes, pattes, furca). Ces derniers forment des rassemblements temporaires ou bien peuvent réaliser de véritables migrations nycthémérales car beaucoup d'entre eux sont lucifuges.

LES COMMUNAUTÉS D'ORGANISMES

Comme dans un biotope terrestre, les êtres vivants aquatiques constituent des populations dont les représentants jouent un rôle plus ou moins grand selon leurs possibilités de multiplication et d'après la concurrence qui s'établit entre eux. Or un grand nombre d'organismes planctoniques se multiplie rapidement, ce qui leur permet d'occuper une place importante dans l'espace mais pas toujours dans le temps. Il s'ensuit une succession de populations d'espèces assez communes qui est relativement constante mais elle est tout à fait imprévisible.

Les changements saisonniers d'un milieu terrestre sont bien perceptibles, mais ceux de l'eau d'un lac comme le Léman le sont beaucoup moins. Ils se traduisent parfois par des modifications de couleur ou de transparence de l'eau qui sont visibles des rives.

Une des caractéristiques assez facile à mettre en évidence est le faible développement algal en début et fin d'année ainsi que l'apparition d'une population nombreuse de Diatomées à la fin de l'hiver. Assez régulièrement a lieu au début du printemps une prolifération importante de Diatomées de petites dimensions ainsi que de très petites Cryptophycées. La mise à disposition d'éléments minéraux et une augmentation de la durée du jour sont vraisemblablement des facteurs favorables. Le zooplancton herbivore prend alors une place considérable et l'on assiste à une diminution rapide du phytoplancton lequel est aussi influencé par une baisse de la teneur en silice disponible, nécessaire à la constitution des parois des Diatomées. Le maximum de développement algal se situe entre mars et mai selon les années. Au début de juin ou à la fin du mois de mai survient une forte limitation du phytoplancton tant quantitative que qualitative consécutive à l'augmentation de certaines populations du zooplancton. Il faut remarquer que ce ne sont pas chaque année les mêmes espèces qui sont dominantes. La succession des populations planctoniques au printemps est un phénomène qui se manifeste assez régulièrement (CIPEL, 1997; NAEF *et al.*, 1997).

On assiste, après une reprise du développement du phytoplancton pendant les mois de juillet et d'août, comportant en général assez peu de Diatomées, à une nette recrudescence en septembre ou octobre due surtout à des algues filamenteuses mais qui sont parfois très différentes et éloignées sur le plan de leur parenté taxonomique.

Ce qui vient d'être énoncé est très général et ne fait état que de tendances révélées par des recensements, des comptages et l'examen d'autres critères de mesures. Il ne saurait s'agir de règles constantes et cela nécessite par conséquent des observations de longue durée pour tenter de mieux connaître la biologie des eaux du Léman.

Les algues peuvent se développer parfois en masse et constituer ce que l'on nomme des «fleurs d'eau», déjà mentionnées par Forel à la fin du siècle dernier (FOREL, 1904). Une des raisons que l'on peut avancer pour tenter d'en comprendre les causes réside dans les modifications qui se manifestent dans les populations dominantes: soit les organismes qui les constituent changent, soit leur développement se fait de manière irrégulière. Pour en donner un exemple, nous dirons qu'on a pu assister, en octobre 1997, à un développement très important d'une algue Xanthophycée appartenant au genre *Tribonema*, disparue depuis la fin des années 1960. Elle est réapparue dès 1995 et s'est multipliée massivement depuis lors.

RELATIONS ENTRE POPULATIONS

Afin de montrer les rapports qui peuvent exister entre le phytoplancton et le zooplancton, nous comparerons les valeurs de deux critères de mesure obtenues en 1997 dans le Petit-Lac: le dosage de la chlorophylle qui permet d'apprécier la biomasse du phytoplancton d'un volume connu d'eau et le volume sédimenté du plancton récolté au cours d'une montée verticle du filet.

Dans ce but, 24 échantillons d'eau brute ont été prélevés à la pompe à 1 m de profondeur entre Hermance et Coppet au cours de l'année afin de doser leur contenu en chlorophylle.

Parallèlement, les organismes rassemblés par un filet cônique de 200 µm d'ouverture de maille entre 50 m et la surface ont été recueillis puis fixés. Le filet a ainsi filtré sur un trajet vertical 4800 litres d'eau. Après avoir laissé sédimenter l'échantillon au laboratoire, le volume de l'ensemable des organismes a été mesuré. Il s'agit principalement du macrozooplancton: Copépodes et Branchiopodes. Cette méthode ne permet pas de trouver la totalité des Rotifères en raison de la taille assez réduite de beaucoup d'entre eux. Par contre il peut arriver que de longs filaments d'algues soient retenus en grand nombre. Ce fut le cas notamment en automne 1997.

Les valeurs sont reportées sur la fig. 1. On constate que la teneur en chlorophylle (carrés blancs) est basse en janvier, février et de fin novembre à la fin de l'année. En mars la valeur s'élève fortement puis redescend brusquement. Cela est dû principalement à la grande prolifération d'une petite Diatomée *Stephanodiscus minutulus*. Le taux de chlorophylle est encore plus bas le 7 mai et s'élève à nouveau en été puis atteint un niveau important en automne qui culmine le 23 octobre. Ces fortes valeurs autom-

nales sont dues au développement massif de deux algues filamenteuses distinctes, *Mougeotia* et *Tribonema* ainsi que d'une Diatomée *Diatoma tenuis* qui forme de fins zigzags. Ces trois algues n'ont d'ailleurs pas manifesté leur maximum simultanément mais successivement de septembre à novembre.

Si l'on suit la courbe du biovolume sédimenté (ronds noirs) on observe de faibles valeurs en hiver. Une nette augmentation survient dès le mois d'avril: il s'agit de la fluctuation d'une population de zooplancton herbivore qui s'est largement développée aux dépens d'espèces phytoplanctoniques riches en chlorophylle. Le 2 juin le nanoplancton était abondant et constitué majoritairement de très petites Cryptophycées mais la teneur en chlorophylle mesurée était assez faible. Ce jour-là le zooplancton atteignait son biovolume maximum.

En automne on note une élévation du biovolume sédimenté. Toutefois dans ce cas, ce n'est pas la présence d'une grande quantité de Crustacés qui en est la cause mais celle des algues filamenteuses mentionnées plus haut, retenues dans le filet en raison de leur grande longueur. Cela se confirme d'ailleurs en considérant la forte teneur en chlorophylle mesurée à la même époque.

L'augmentation de chlorophylle en automne qui traduit la présence d'une population élevée d'espèces phytoplanctoniques n'est pas constante. Cela était particulièrement net en 1997 en raison surtout de la prolifération importante de la Xanthophycée *Tribonema* qui a masqué l'augmentation du biovolume du zooplancton que l'on observe assez fréquemment à cette saison. Ce dernier n'a pu utiliser qu'en partie le phytoplancton présent.

L'exemple que nous présentons montre qu'il existe bien, à certains moments de l'année, une dépendance entre les populations planctoniques. Elle peut changer au fil des mois et d'une année à l'autre. Les populations algales présentent des fluctuations dont les répercussions peuvent se manifester auprès du zooplancton. Toutefois ces interactions ne sont pas constantes et pas toujours prévisibles.

ORGANISMES IMPORTANTS DANS UN MILIEU MENACÉ

La place des algues planctoniques dans la production d'oxygène dont elles sont capables grâce à la photosynthèse est prépondérante dans la zone euphotique. Malheureusement cet apport ne s'étend pas à la totalité de la masse d'eau en raison du phénomène de stratification.

Il faut mentionner le rôle majeur joué par des espèces algales de petites dimensions qui peuvent prendre un grand développement et offrir une nourriture abondante à plusieurs représentants du zooplancton. Il s'agit de petites Cryptophycées, de petites Diatomées centriques et de chlorelles. En effet, les organismes du plancton qui ont une place importante dans la pyramide alimentaire du milieu lacustre sont aussi impliqués de manière fondamentale dans le transfert d'énergie, mais en considérant leur sensibilité à l'égard des fluctuations du milieu, le statut de beaucoup d'entre eux est précaire.

Ils peuvent être les premiers à souffrir du déséquilibre biogéochimique du Léman, pourtant en voie de régression depuis quelques années, grâce aux efforts consentis par les collectivités publiques et les particuliers.

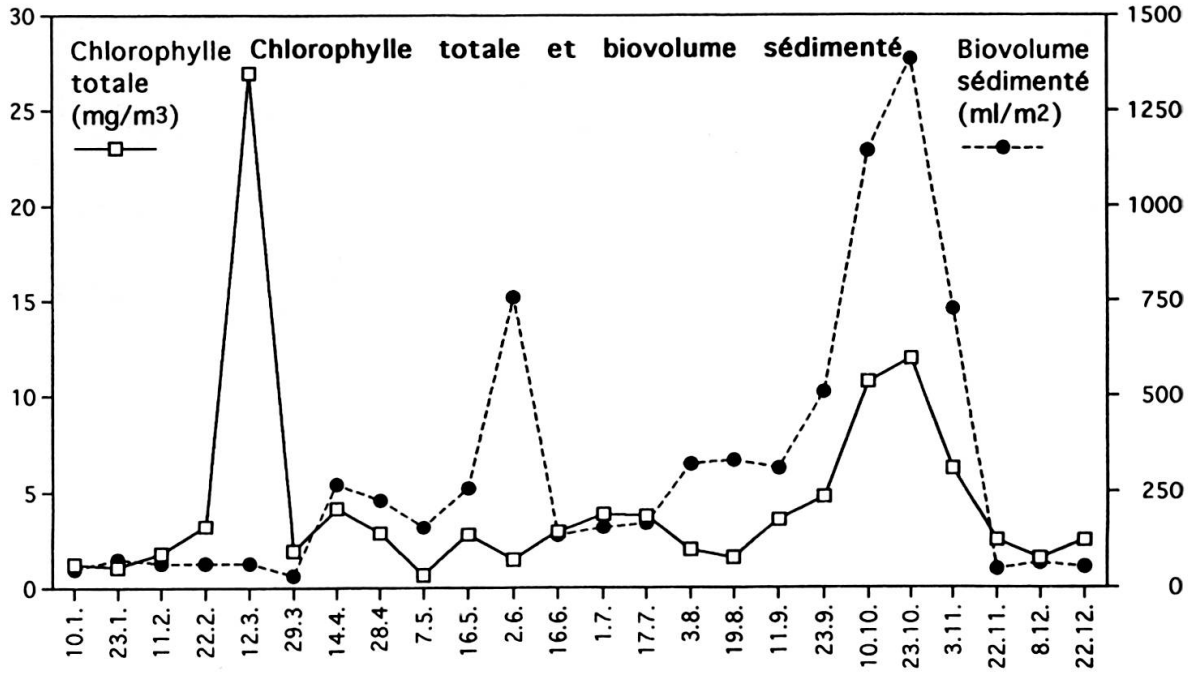
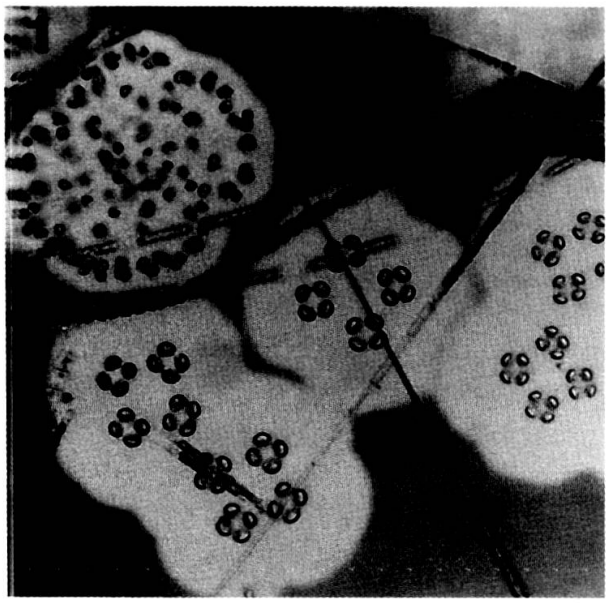


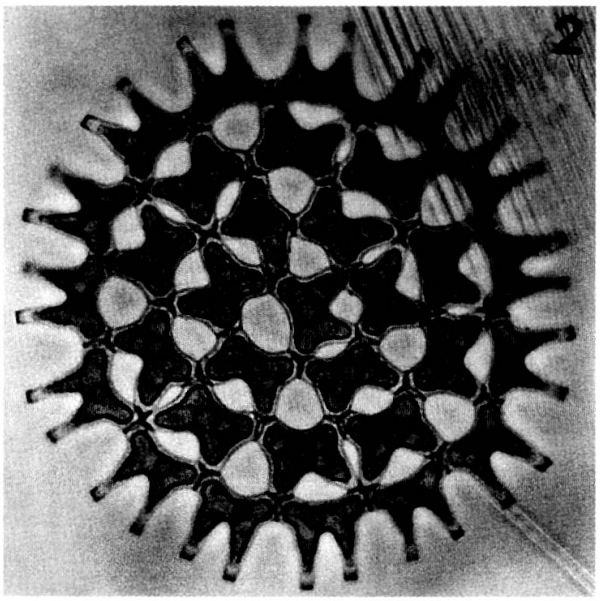
FIG. 1.

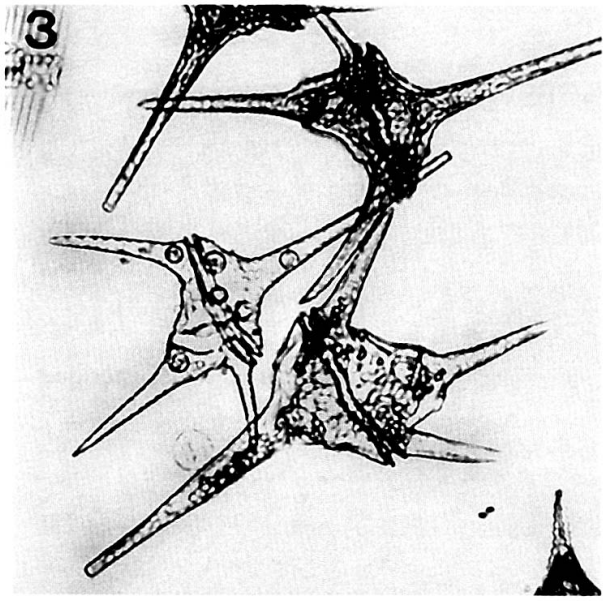
Teneur en chlorophylle totale d'échantillons d'eau brute prélevés à la pompe à -1 m, exprimée en mg/l. Biovolume sédimenté après récolte verticale au filet de 200 µm d'ouverture de maille de 50 m à la surface, exprimé en ml sous 1 m^2. Prélèvements effectués en 1997.

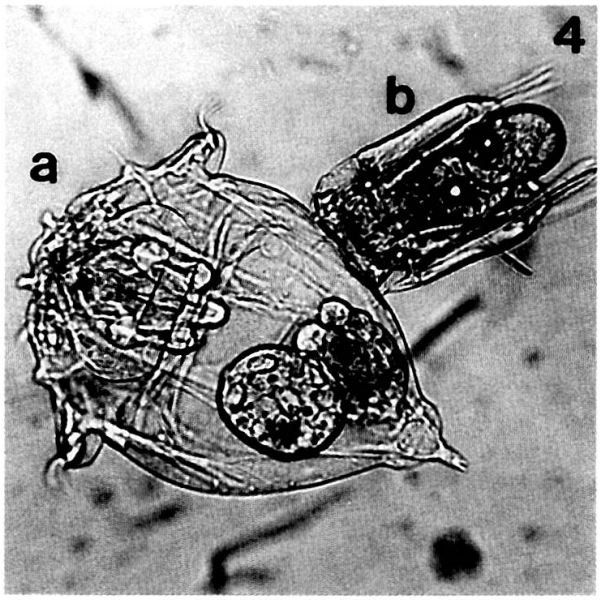
PLANCHE 1.

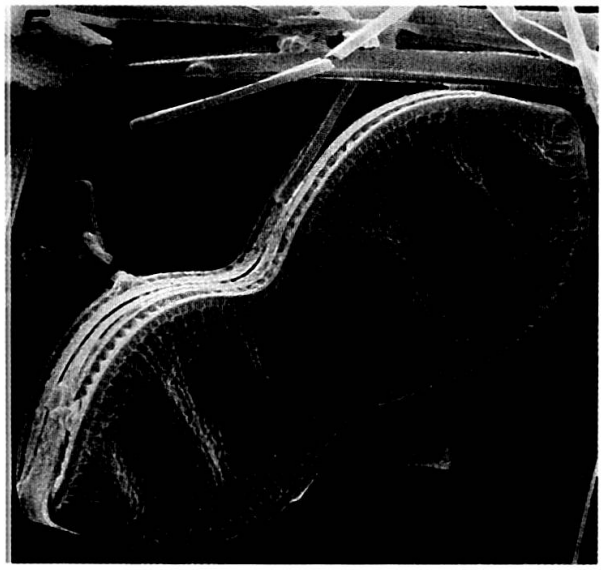
Organismes du plancton du Léman récoltés en surface au filet. - **Fig. 1.** Ensemble d'algues où l'on voit notamment deux Euchlorophycées: *Kirchneriella obesa* (West) Schmidle (a), *Dictyosphaerium pulchellum* Wood (b) entourées d'une gelée ainsi qu'une Cyanobactérie en chaînette *Anabaena macrospora* (c), une Ulothricophycée et des Zygophycées. Coloration négative à la nigrosine. 180 :1; **Fig. 2.** Cénobe d'une Euchlorophycée *Pediastrum duplex* Meyen constitué de cellules disposées sur un seul plan. La colonie algale comporte environ 64 cellules séparées par des espaces. A l'extérieur chaque cellule est terminée par deux appendices. 450:1; **Fig. 3.** Ensemble de *Ceratium hirundinella* (O. Müller) Bergh. Ces algues fréquentes dans le Léman appartiennent aux Dinophycées. Elles effectuent des déplacements grâce aux flagelles situés dans deux sillons perpendiculaires. Leur paroi qui porte des «cornes» caractéristiques est pourvue de plaques assemblées. 270 : 1; **Fig. 4.** Deux Rotifères rencontrés régulièrement dans le Léman. A gauche *Synchaeta pectinata* Ehr. dont les cils vibratiles sont visibles de chaque côté de la partie antérieure; à droite *Polyarthra vulgaris* Carlin pourvu d'élytres en forme de plumes qui facilitent sa sustentation. Remarquer l'œuf qu'il porte à la face ventrale. 140 : 1; **Fig. 5.** La Diatomée *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Smith n'est pas très fréquente. La cellule vivante est contenue dans une paroi cellulosique silicifiée ayant la forme d'une boîte dont le couvercle et le fond sont munis de fines perforations bien mises en évidence par la microscopie électronique à balayage. 1000 : 1; **Fig. 6.** La Zygophycée *Cosmarium subcostatum* Nordst. est constituée de deux demi-cellules. Sur ce cliché elle est en train de se diviser: chaque demi-cellule régénère une nouvelle partie avant de se séparer. La paroi cellulosique est crénelée et verruqueuse. Contraste de phase. 840 : 1.

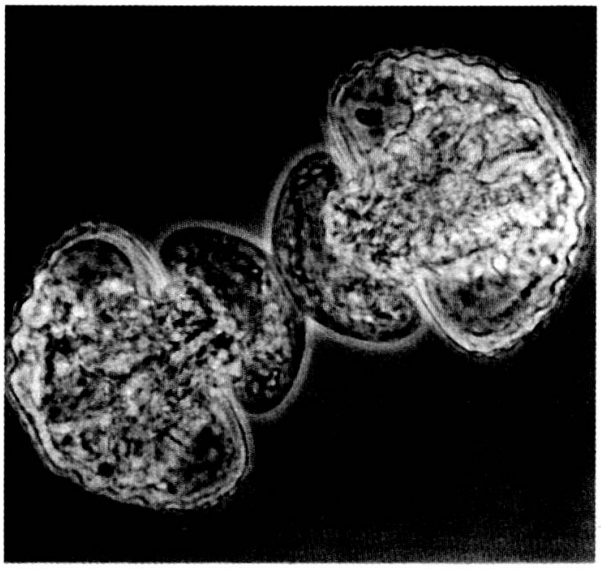

1


2


3


4
a
b





REMERCIEMENTS

Nous remercions le Dr Jean Wüest, Muséum d'histoire naturelle, d'avoir fait le cliché de la fig. 5 et Mme L. Favre d'avoir réalisé les tirages des photographies.

RÉSUMÉ

Les organismes qui flottent librement dans l'eau du Léman appartiennent principalement aux Cyanobactéries, aux Algues, aux Ciliés, aux Rotifères et aux Crustacés. Plus de 850 espèces ont été dénombrées, mais un plus petit nombre d'entre elles est observé régulièrement. Plusieurs mesures, par exemple la teneur en chlorophylle, le biovolume des échantillons, les comptages directs, fournissent des informations sur les associations, les interactions et les successions de populations.

Mots-clés: Phytoplancton, zooplancton, biomasse, teneur en chlorophylle, biovolume.

RÉFÉRENCES

BALVAY, G. 1984. Les Entomostracés du Léman. *Schweiz. Z. Hydrol.* 46/2: 230-246.

BALVAY, G. & M. LAURENT. 1981. Les Rotifères du Léman. *Schweiz. Z. Hydrol.* 43/1: 126-139.

BALVAY, G. & J.-C. DRUART. 1994. Troisième complément à l'inventaire du plancton du Léman, *Arch. Sci. Genève*, 47, fasc. 1: 35-43.

BONEY, A.D. 1975. *Phytoplankton, Studies in Biology*, 52, Edward Arnold, London, 116 p.

CIPEL. 1997. Rapports sur les études et recherches entreprises dans le bassin lémanique.

DRUART, J.-C., E. PONGRATZ & R. REVACLIER. 1983. Les algues planctoniques du Léman: historique et inventaire. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 45/2, 430-457.

FOREL, F.-A. 1904. *Le Léman*, t. 3, Slatkine reprints, Genève, 1969, 715 p.

MARTIN, P. 1961. Le plancton du Léman (Inventaire). *Schweiz. Z. Hydrol.*, 23/2, 462-493.

NAEF, J., A. FINK & H. GREPPIN. 1997. Plancton du lac Léman (XXII) Année 1996. Saussurea 28: 155-188.

PELLETIER, J.-P. 1983. Mesure de la production primaire du milieu aquatique; problèmes méthodologiques et éléments d'interprétation. *Revue française des sciences de l'eau*, 2, 239-366.

SHANNON, C.E. & W. WEAVER (1949). *The mathematical theory of communication*. Univ. of Illinois Press, Urbana.

SOMMER, U. 1994. *Panktologie*. Springer Verlag. Berlin, 274 p.