

LE BACTERIOPLANCTON DU LEMAN
Campagne 1988

PAR

PHILIPPE DUFOUR, STEPHANE STROFFEK ET MICHEL COLON
ORSTOM¹ ET INSTITUT DE LIMNOLOGIE (INRA), THONON

RESUME

Les mesures effectuées en 1988 confirment celles de 1984 à 1987 en ce qui concerne la place du bactérioplancton dans le métabolisme général du lac.

A la station centrale SHL2, la biomasse bactérienne moyenne annuelle de 4.3 g C/m² représente 85 % de la biomasse phytoplanctonique et 12 % de la biomasse carbonée totale. D'autre part, la production de 73 g/C m² est égale au quart de la production phytoplanctonique nette. Ces proportions sont peu différentes de celles des années précédentes.

Dans l'épilimnion la production bactérienne suit les variations de la production primaire avec un décalage de 15 jours à 1 mois. Cette année, la biomasse et surtout la production de biomasse bactérienne sont plus concentrées dans les cinq premiers mètres que les années antérieures. Cette particularité pourrait être liée aux températures de surface plus élevées au printemps, au cours des premières floraisons du phytoplancton. De façon inverse, mais liée, la production bactérienne du métalimnion est inférieure à celle des années précédentes; celle de l'hypolimnion est identique.

Le nombre moyen de cellules de 2.6 millions par ml dans la couche 0 - 20 m est légèrement supérieur à celui des années précédentes. Cette abondance situe toujours, parmi les lacs alpins, le Léman entre le lac de Constance et le lac Majeur, lacs méso-eutrophes

1. METHODES

La méthodologie est identique à celle appliquée en 1987.

Les prélèvements sont effectués à la station SHL2 simultanément à ceux de la chimie et de la production primaire, aux niveaux 0, 2.5, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 100, 200, 250, 275 et 300 m. Ils sont mélangés proportionnellement à leur représentativité dans les colonnes d'eau 0 à 5 m, 5 à 20 m, 20 à 50 m et 50 à 305 m, respectivement appelées épilimnion, métalimnion supérieur, métalimnion inférieur et hypolimnion. Sur ces mélanges sont mesurées les biomasses et productions de biomasse bactériennes.

¹ Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre Mer

La méthode d'observation microscopique par épifluorescence, après coloration à l'acridine orange, est utilisée pour estimer les abondances cellulaires et biomasses (HOBBIE et al., 1977, modifiée par DUFOUR et STROFFEK (1987) et décrite dans le rapport 1986). Notons ici que malgré un conflit actuel dans la littérature, nous avons encore utilisé le facteur de conversion de WATSON et al. (1977) de $1.21 \cdot 10^{-13}$ g C/ μm^3 pour passer des biovolumes aux biomasses carbonées. Ce facteur conduit probablement à sous-estimer les biomasses et les productions de biomasse bactériennes, mais le conserver permet les comparaisons avec les années précédentes.

Comme l'an passé, la méthode d'incorporation de thymidine ^3H dans les acides nucléiques bactériens (FURHMAN et AZAM, 1982) a été utilisée pour estimer la production bactérienne. Des étalonnages par la méthode d'AMMERMAN et al. (1984) nous ont conduit à utiliser le facteur de conversion moyen de $3.86 \cdot 10^{13}$ cellules produites par mole de thymidine incorporée.

2. RESULTATS

2.1 Evolutions saisonnières et répartitions verticales (figures 1 et 2)

Les variations saisonnières et verticales observées en 1988 correspondent, dans leurs grandes tendances, à celles des années 1986 et 1987.

C'est dans l'épilimnion (0-5 m) que les variations saisonnières sont les plus accusées. Le rapport entre la plus faible biomasse bactérienne (en hiver) et la plus forte (début mai cette année) est de 24. Le rapport correspondant pour la production bactérienne est encore plus élevé, de 127. La production bactérienne démarre avec un mois de retard sur la production phytoplanctonique, au moment où l'augmentation de température s'accélère, passant de 9.8 °C à 14.2 °C en l'espace de 2 semaines. Ce décalage suggère un contrôle de la production bactérienne printanière plus par la température que par les substrats organiques libérés par le phytoplancton. La biomasse bactérienne s'effondre ensuite en juin tandis que le nombre de cellules reste élevé. Les bactéries présentes sont alors dix fois moins volumineuses que celles du mois précédent, attestant d'une pression de broutage par les cladocères, sélective sur les grosses cellules. Simultanément, les rapports production/biomasse sont les plus faibles de l'année indiquant le mauvais fonctionnement des bactéries, vraisemblablement par carence nutritive. Le phytoplancton, principal pourvoyeur de matière organique dissoute facilement assimilable (FEUILLADE et al., 1986, 1988), a alors en grande partie été éliminé de la couche de surface par le zooplancton. Fin juillet, les bactéries sont encore peu nombreuses mais très productives et volumineuses, attestant à la fois d'une diminution de la prédation et d'une reprise de l'activité bactérienne consécutive à celle de l'activité phytoplanctonique. La biomasse et la production bactérienne se maintiennent ensuite à un niveau moyen tout le reste de l'été et jusqu'à mi-novembre, donc plus longtemps que la biomasse et la production phytoplanctoniques. Ce décalage a déjà été noté les années précédentes, les bactéries se nourrissant à cette époque sur les produits de lyse des cellules phytoplanctoniques et zooplanctoniques en sénescence.

Dans le métalimnion supérieur (5-20 m), on observe les mêmes variations saisonnières que dans la couche superficielle, avec toutefois un certain amortissement des amplitudes.

L'évolution du bactérioplancton dans le métalimnion inférieur (20-50 m) est proche de celle de l'hypolimnion, contrairement aux années précédentes où elle était plus proche de celle des couches superficielles. Dans l'hypolimnion (50 à 305 m), les abondances, biomasses et productions bactériennes sont faibles et peu variables.

On observe donc en 1988 une production bactérienne par unité de surface qui est globalement similaire à celle des années précédentes, mais plus accentuée dans les couches superficielles. Cet "écrasement" de la production bactérienne dans la couche de surface qui est particulièrement net au printemps, est vraisemblablement lié aux températures plus élevées de l'épilimnion en 1988. Il y a alors stimulation de l'activité hétérotrophe bactérienne dans l'épilimnion qui laisse alors moins de matière organique dégradable passer dans le métalimnion, où l'activité bactérienne est consécutivement moins élevée.

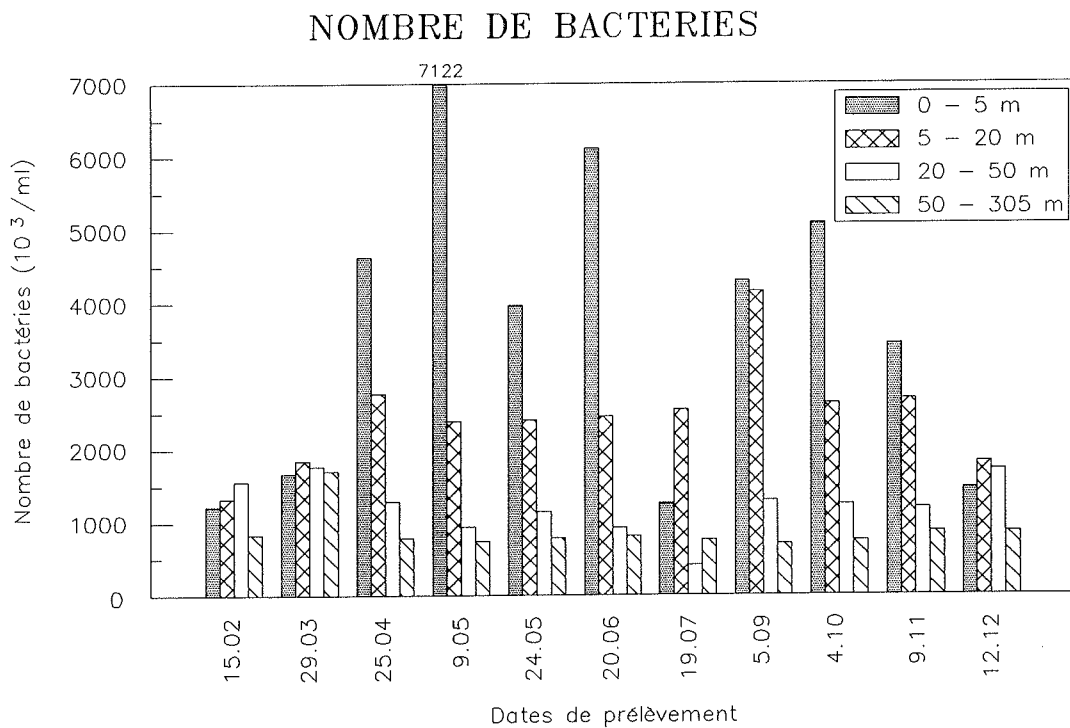
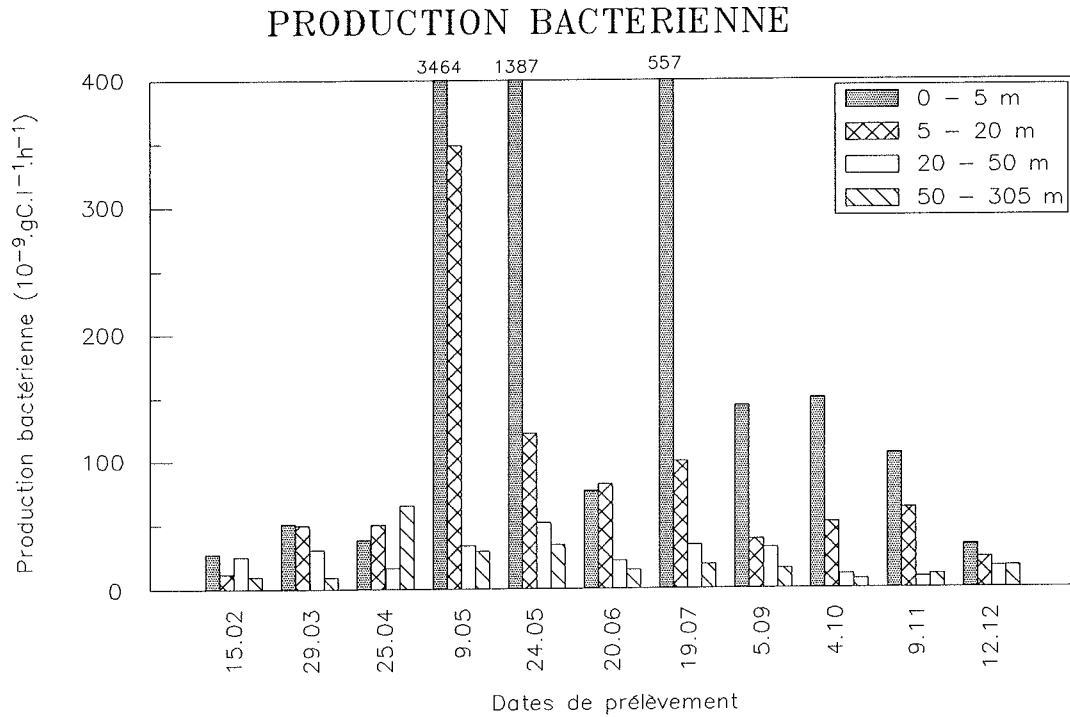
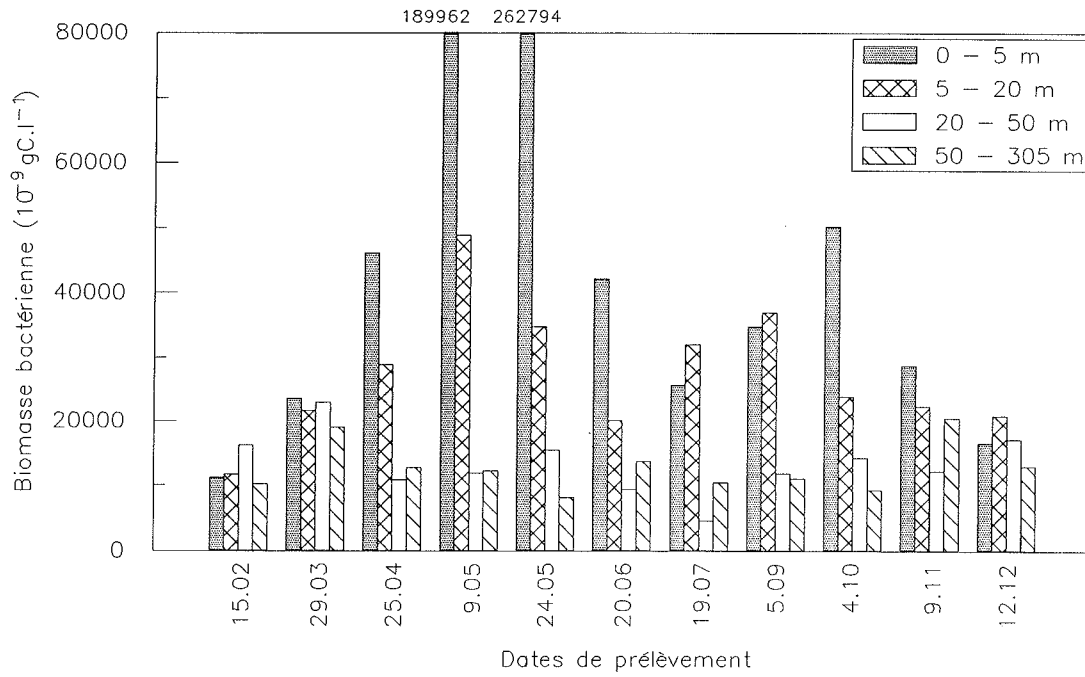


FIGURE 1 : EVOLUTION SAISONNIERE DE LA PRODUCTION ET DE L'ABONDANCE BACTERIENNE PAR TRANCHE D'EAU EN 1988

BIOMASSE BACTERIENNE



PRODUCTION / BIOMASSE

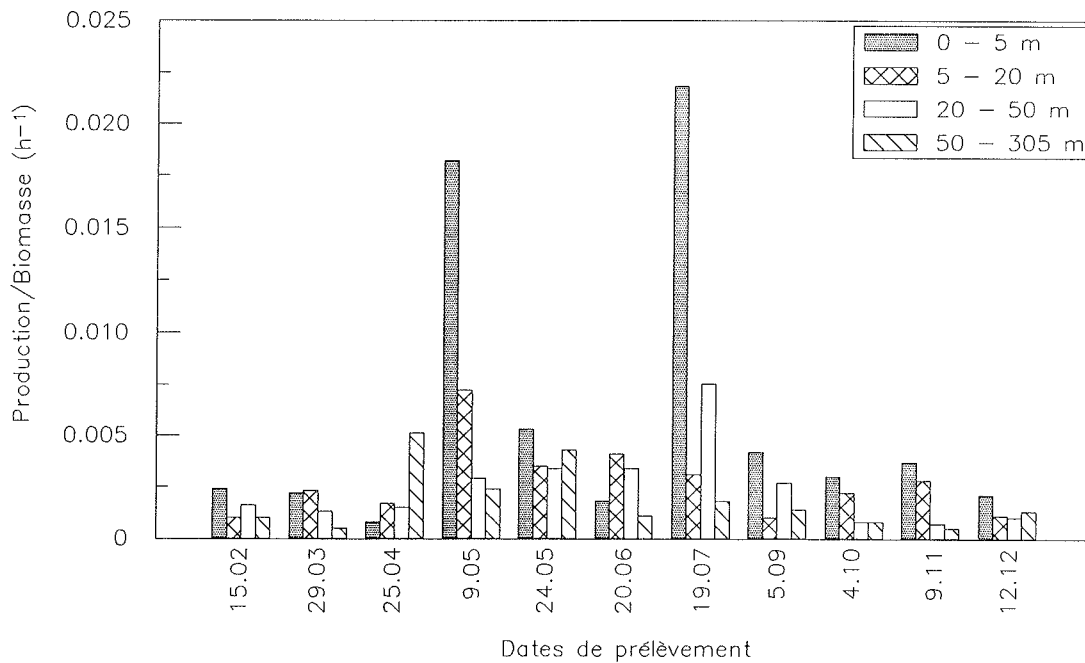


FIGURE 2 : EVOLUTION SAISONNIERE DE LA BIOMASSE ET DU RAPPORT PRODUCTION/BIOMASSE PAR TRANCHE D'EAU EN 1988

2.2

LES RELATIONS TROPHIQUES A L'ECHELLE ANNUELLE

Malgré sa pauvreté relative en 1988, la couche d'eau 20-305 m contient, du fait de sa grande épaisseur, 86 % de la biomasse bactérienne à la station SHL2. Cette biomasse quoique relativement peu active est responsable de 65 % de la production de biomasse bactérienne de l'ensemble de la colonne d'eau. La situation est vraisemblablement différente en zone littorale où l'hypolimnion est d'épaisseur limitée ou nulle. La part de l'activité bactériobenthique doit alors être importante et se substituer à celle du bactérioplancton de l'hypolimnion. En effet, le sédiment de la zone littorale collecte un important flux quotidien de particules qui représente encore, à 50 m de profondeur, 5 % du contenu en carbone organique particulaire de la colonne d'eau sus-jacente (STROFFEK et DUFOUR, en prép.).

Notons ici que la répartition verticale est notablement différente pour les autres compartiments trophiques, en particulier phytoplanctonique, dont la quasi totalité de l'activité est confinée dans la couche 0-20 m. Il en résulte que, si dans cette couche la biomasse et la production de biomasse bactérienne représentent à l'échelle annuelle seulement 15 et 9 % de leur homologue phytoplanctonique, la proportion passe à 85 et 25 % pour l'ensemble de la colonne d'eau à SHL2.

3.

CONCLUSIONS

Evolution de l'état trophique du lac d'après son compartiment bactérioplanctonique

Le léger accroissement des abondances et biomasses bactériennes noté de 1986 à 1987 se confirme en 1988 (cf. fig. 3). La production bactérienne de la couche superficielle est, elle aussi, plus élevée (presque le double) en 1988 qu'en 1986 et 1987. Elle est par contre stable, voire moins élevée, en dessous de 5 m. Il en résulte sur l'ensemble de la colonne d'eau des variations non significatives de la production de biomasse bactérienne : 65 g C/m² en 1986, 88 en 1987 et 73 en 1988. L'originalité de l'année 1988 par rapport aux deux précédentes semble donc surtout résider dans une concentration des biomasses et activités bactériennes dans l'épilimnion, amoindrissant le rôle relatif du métalimnion.

Avec un nombre moyen de cellules de $2.6 \cdot 10^6$ par ml dans la couche 0-20 m, le Léman se classe un peu au-dessus de la limite entre les lacs méso-eutrophes et eutrophes, qui selon les résultats du Programme Biologique International (PBI) (SAUNDERS, 1980) est de $1.5 \cdot 10^6$ cellules par ml.

Comparées à d'autres grands lacs alpins, les abondances bactériennes du Léman sont intermédiaires entre celles du lac Majeur et du lac de Constance.

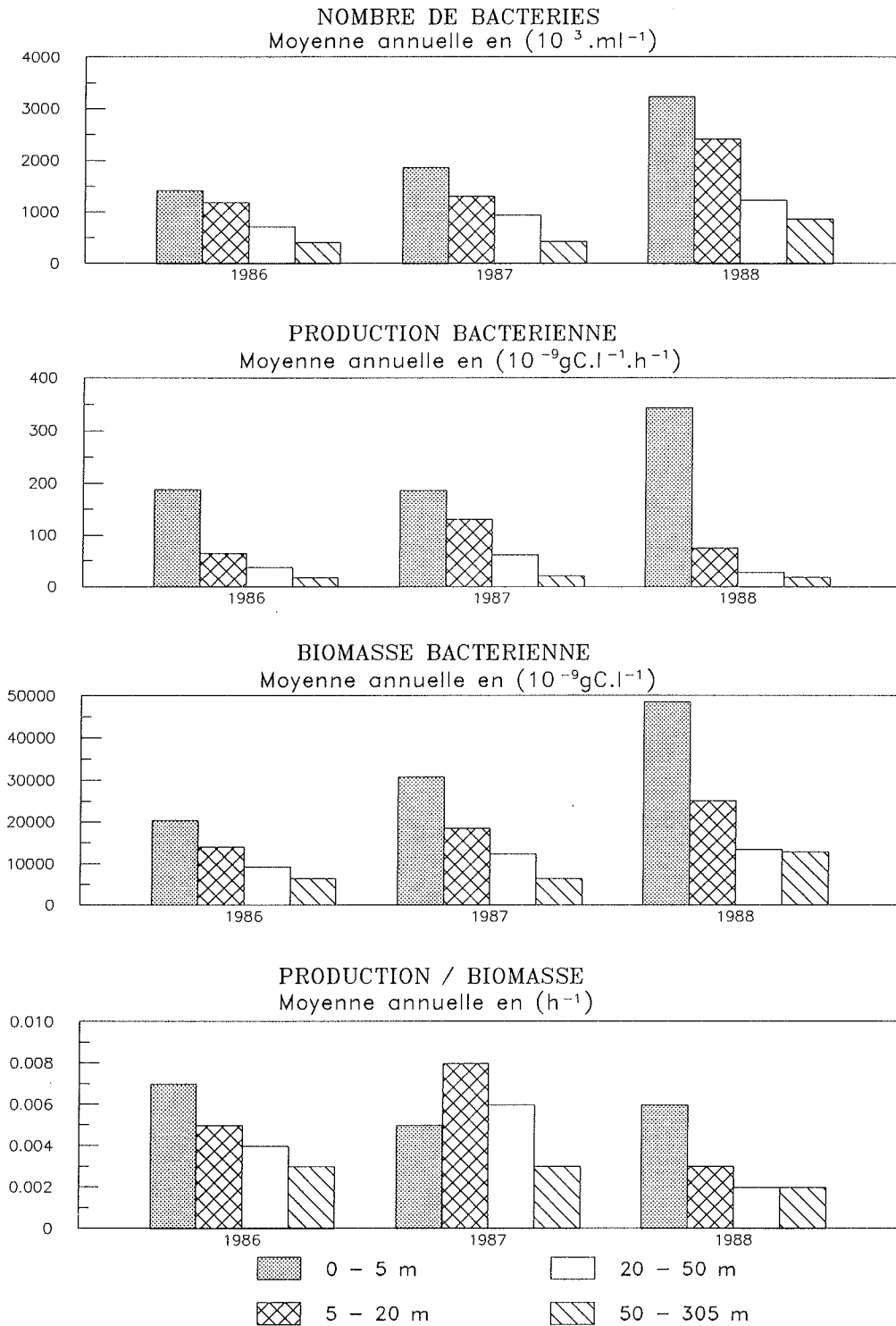


FIGURE 3 : COMPARAISON DES ABONDANCES, PRODUCTIONS, BIOMASSES ET PRODUCTIONS/BIOMASSES BACTERIENNES MOYENNES DES ANNEES 1986 A 1988 PAR TRANCHE D'EAU

BIBLIOGRAPHIE

- AMMERMAN, J.W., HAGSTROM, A. et AZAM, F., (1984) : Bacterio-plankton growth in sea water : 1. Growth kinetics and cellular characteristics in sea water cultures. Mar. Ecol. Progr. Ser., 18, 31-39.
- DUFOUR, P., (1985) : Méthodologie d'évaluation des biomasses et activités hétérotrophes bactériennes dans un écosystème lacustre. Rapport d'ATP-INRA/IL Thonon, 27 p.
- DUFOUR, P. et STROFFEK, S., (1987) : Protocoles expérimentaux et résultats. In : DUFOUR et al., Résultats préliminaires du 2e atelier d'écologie bactérienne du GRECO lacs, Institut de Limnologie, Thonon, 67 p.
- FURHMAN, J.A. et AZAM, F., (1982) : Thymidine incorporation as a measure of heterotrophic bacterioplankton production in Marine surface waters : Evaluation and field results. Marine Biology, 66, 109-120.
- FEUILLADE, M., DUFOUR, P., FEUILLADE, J. et PELLETIER, J., (1986) : Excrétion de carbone organique par le phytoplancton lémanique. Schweiz Z. Hydrobiol., 48 (1), 37-41.
- FEUILLADE, M., DUFOUR, P. et FEUILLADE, J., (1988) : Organic carbon release by phytoplankton and bacterial reassimilation. Schweiz. Z. Hydrobiol., 50 (2), 115-135.
- HOBBIE, J.E., DALEY, R.J. et JASPER, S., (1977) : Use of nuclepore filters for counting bacteria by fluorescent microscopy. Appl. Environ. Microbiol., 33, 1225-1228.
- SAUNDERS, S.W., (1980) : Organic matter and decomposers. In : LECREN, E.O. and LOWE-McCONNEL, R.H., The functioning of freshwater ecosystem, IBP n° 22, Cambridge Univ. Press, 588 p.
- WATSON, S.W., NOVITSKY, T.J., QUINBY, H.L. and VALOIS, F.W., (1977) : Determination of bacterial number and biomass in the marine environment. Appl. Environ. Microbiol., 33, 940-946.