

LE BACTERIOPLANCTON DU LEMAN

Campagne 1990

PAR

Philippe DUFOUR¹ et Michel COLON

ORSTOM¹ et INRA, INSTITUT DE LIMNOLOGIE, F 74203 THONON-LES-BAINS

RESUME

Les mesures effectuées en 1990 confirment celles de 1984 à 1988 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 4.7 g C.m⁻² représente 1.08 fois celle du phytoplancton et 15 % de la biomasse carbonée totale, tandis que la production bactérienne de 73 g C.m⁻² est égale à 28 % de la production phytoplanctonique nette. Ces proportions sont peu différentes de celles des années 1986 à 1988.

Dans les strates supérieures, la production bactérienne suit les variations de la production primaire. Cette année la biomasse et la production de biomasse bactérienne y sont plus concentrées, dans les cinq premiers mètres, que les années antérieures. Cette particularité est à mettre en relation avec les températures de surface plus élevées du printemps à l'automne. De façon inverse, mais liée, la production bactérienne en dessous de 20 mètres est inférieure à celle des années 1986 à 1988.

Le nombre moyen de cellules de 2.3 millions par ml dans la couche 0 - 20 m décroît depuis trois ans. Cette abondance situe néanmoins toujours le Léman, parmi les grands lacs alpins, sur le plan du bactérioplancton, entre le lac de Constance et le lac Majeur, lacs respectivement eutrophes et méso-eutrophes.

1. METHODES

La méthodologie est identique à celle appliquée les années précédentes.

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. Les échantillons 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 appelés 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 les biomasses (HOBBIE et al., 1977, modifiée par DUFOUR et STROFFEK, 1987 et décrite dans le rapport 1986). Notons ici que malgré un débat actuel dans la littérature, nous avons encore utilisé le facteur de conversion de WATSON et al. (1977) de $1,21.10^{-13}$ g C. μm^{-3} pour passer des biovolumes aux biomasses carbonées.

Comme les années passées, la méthode d'incorporation de Thymidine ^3H dans les acides nucléiques bactériens (FURHMAN and 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, comme les années précédentes, le facteur de conversion moyen de $3,86.10^{18}$ 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 1990 correspondent, dans leurs grandes tendances, à celles des années 1986 à 1988.

C'est dans l'épilimnion (0-5 m) que les variations saisonnières sont les plus accusées. Le rapport entre la biomasse bactérienne la plus forte et la plus faible y est de 21. Le rapport correspondant pour les productions est de 87. La production démarre la deuxième quinzaine d'avril, tandis que la température passe de 7 à 14 °C. Elle atteint la valeur très élevée de $3.2 \mu\text{g C.l}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ le 9 mai. Elle chute ensuite vers des valeurs exceptionnellement faibles en juin et début juillet pendant la phase des eaux claires; comme dans le même temps, les abondances et les biomasses restent relativement élevées, les rapports production/biomasse sont les plus faibles de l'année, indiquant le mauvais fonctionnement des bactéries, vraisemblablement par carence nutritive. Un second maximum de production, exclusivement limité à la couche de surface, est encore noté fin juillet. La production chute ensuite en automne, tandis que la biomasse, alors composée de grosses cellules, reste élevée; les rapports production/biomasse sont alors très faibles.

Dans le métalimnion supérieur (5-20 m) on observe les mêmes variations saisonnières que dans la couche superficielle. Mais, tandis que la biomasse et les volumes cellulaires sont du même ordre de grandeur que dans l'épilimnion, la production y est beaucoup plus faible; il en résulte des rapports production/biomasse plus faibles.

Les évolutions du bactérioplancton dans le métalimnion inférieur (20-50 m) et dans l'hypolimnion (50 à 305 m) sont proches avec des productions quasi nulles toute l'année et des rapports production/biomasse très faibles.

On observe donc en 1990 une production bactérienne par unité de surface qui est globalement similaire à celle des années précédentes (exception faite de 1989), mais plus accentuée dans les couches superficielles. La couche 0-20 m a supporté cette année 47 % de la production annuelle, alors que la moyenne des années précédentes n'est que de 28 %. Cet "écrasement" de la production bactérienne en surface est vraisemblablement lié aux températures précocement élevées au printemps dans l'épilimnion et plus fortes que les années précédentes dans l'épi et métalimnion supérieur en été et au printemps. Il y a alors une stimulation de l'activité hétérotrophe bactérienne dans ces couches supérieures qui laisse moins de matière organique dégradable pour les couches inférieures où l'activité bactérienne est consécutivement moins élevée. Cette observation est confirmée par les très faibles quantités de carbone particulaire qui parviennent en profondeur.

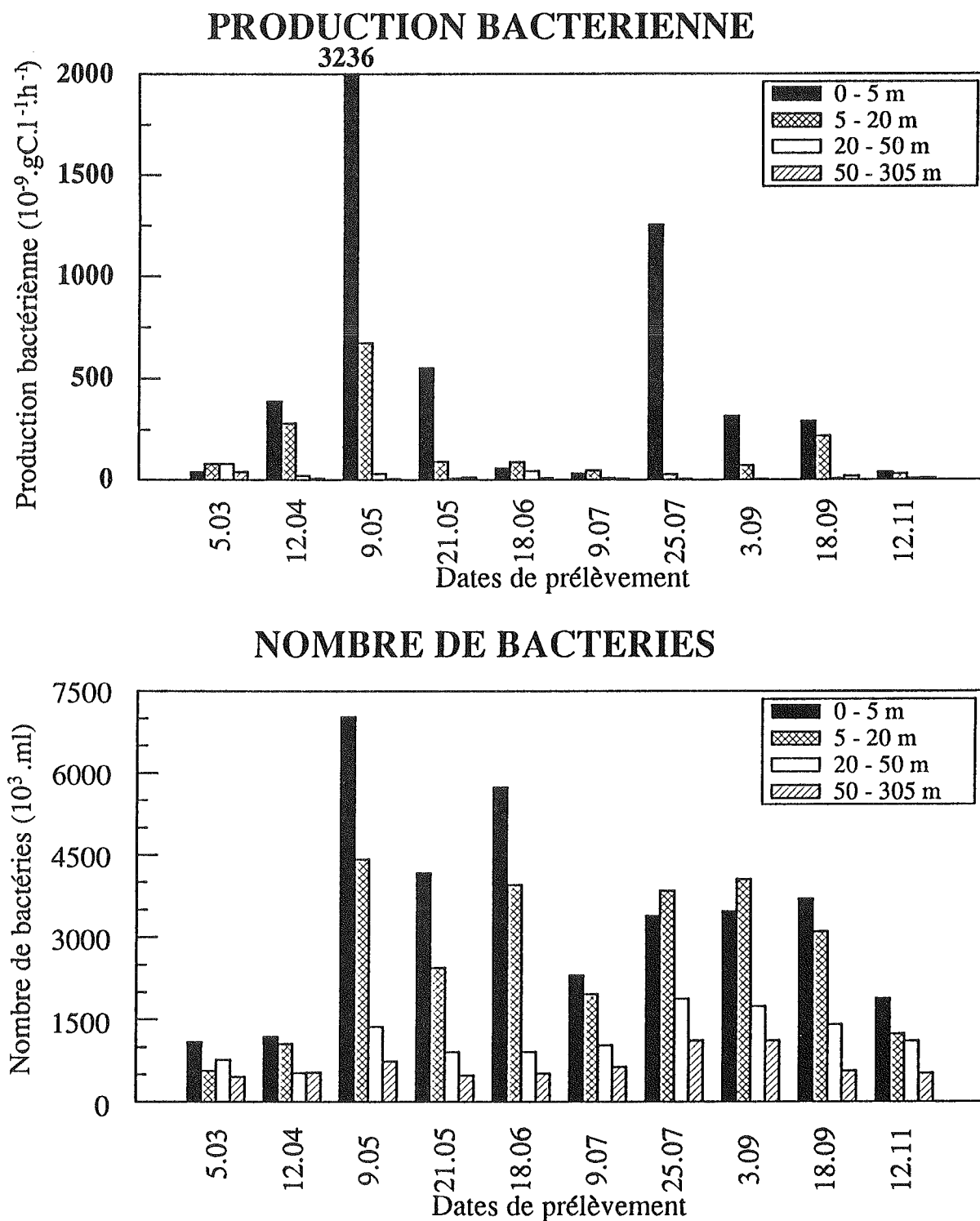
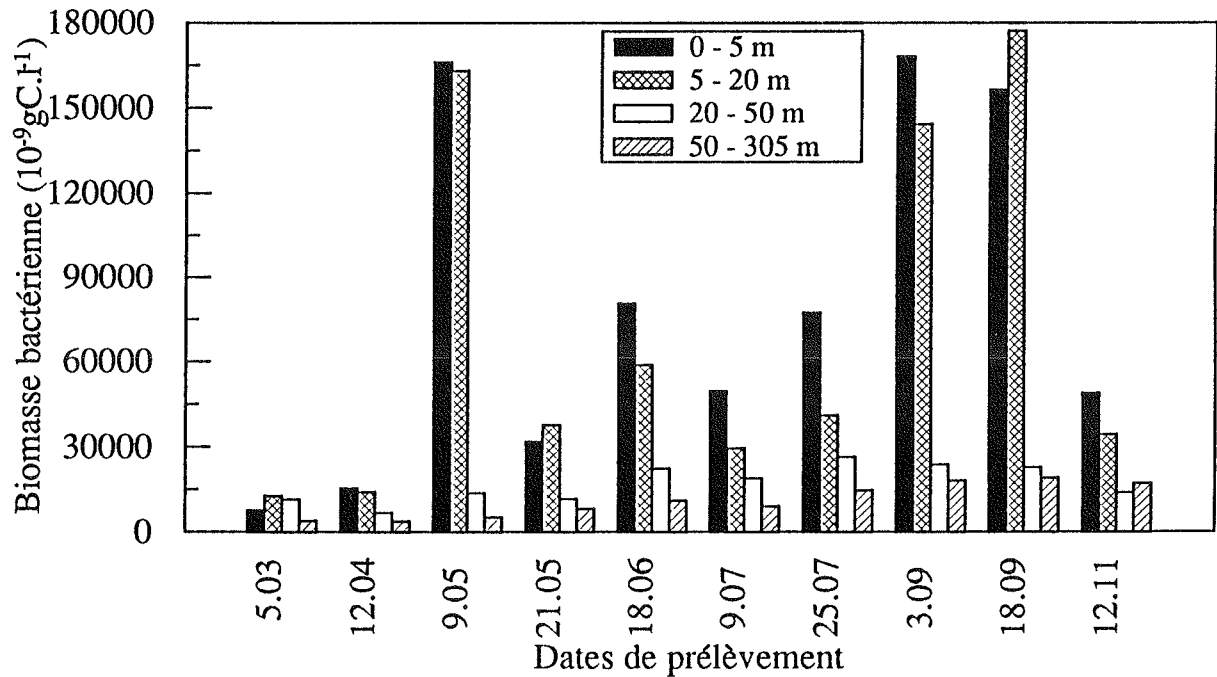


Fig.1 : Evolution saisonnière de la production et de l'abondance bactérienne par tranche d'eau en 1990.

BIOMASSE BACTERIENNE



PRODUCTION / BIOMASSE

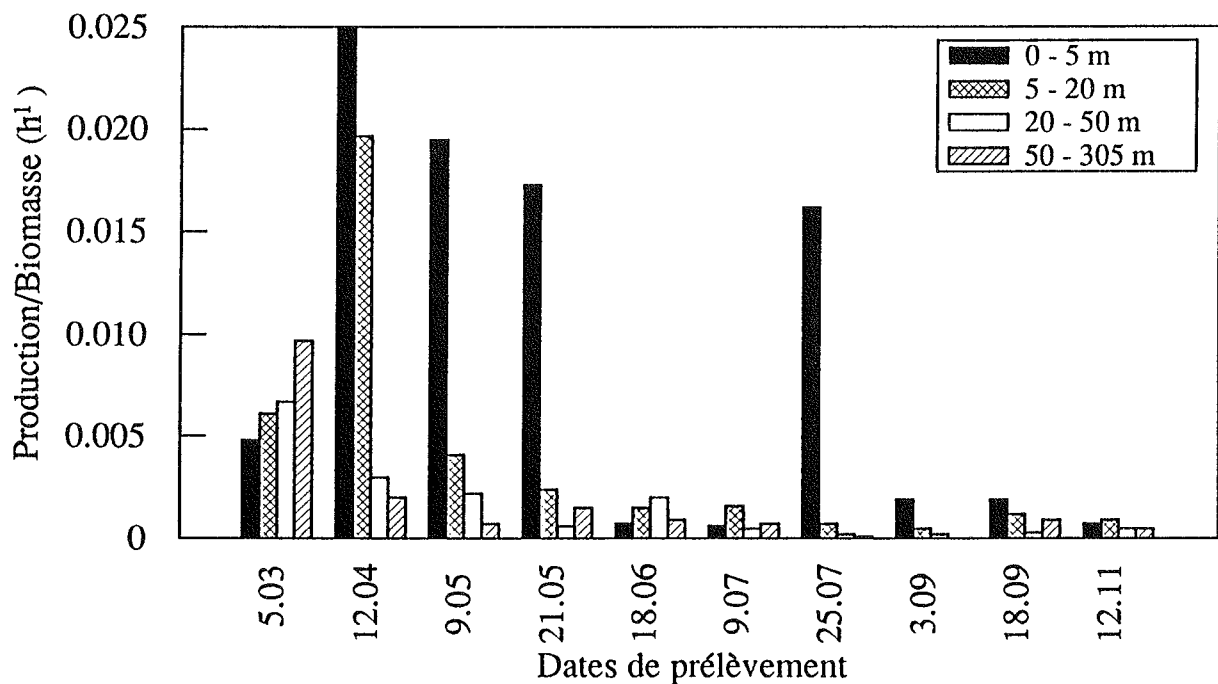


Fig.2 : Evolution saisonnière de la biomasse et du rapport production/biomasse par tranche d'eau en 1990.

2.2 Relations trophiques

Les pics de printemps et d'été des productions et biomasses bactérioplanctoniques coïncident avec ceux de leurs homologues phytoplanctoniques. Cette simultanéité met en évidence l'utilisation très rapide des excréments phytoplanctoniques, déjà démontrée par FEUILLADE et al. (1986, 1988).

La production bactérienne chute dès le 21 mai, en même temps que celle du phytoplancton. La taille des bactéries diminue fortement, vraisemblablement sous l'effet de la prédation des grosses cellules par les rotifères et cladocères herbivores, très abondants à cette époque.

En juin et début juillet, période des eaux claires, les rapports production/biomasse très faibles et les biovolumes cellulaires qui restent élevés laissent supposer une limitation de la production bactérioplanctonique plus par un facteur trophique que par le broutage du zooplancton. Les productions phytoplanctoniques qui restent relativement élevées ne confirment pas l'hypothèse d'une carence nutritionnelle, à moins que le nanophytoplancton, alors particulièrement abondant, n'excrète moins que le microphytoplancton.

Le pic de production bactérienne et le rapport production/biomasse élevé du 25 juillet traduisent une stimulation nutritive, cohérente avec l'augmentation des biomasses et productions phytoplanctoniques dans la couche 0-10 mètres.

Le reste de l'année, les biomasses bactérioplanctoniques sont relativement élevées, composées de grosses cellules à productivité faible. Il s'agit des caractéristiques d'une population plus limitée par les nutriments que par le broutage; c'est bien ce que confirment les biomasses et productions modestes du phytoplancton et des herbivores.

Sur l'ensemble de l'année, à la station SHL2, la biomasse bactérienne moyenne de 4.7 g C.m⁻² est 1.08 fois celle du phytoplancton (si l'on adopte un rapport C/chl *a* de 50). Mais une grande partie de cette biomasse est peu active ou en dormance, limitée soit par la faible température, en particulier dans l'hypolimnion, soit par une carence nutritive (DUFOUR et al., 1990). Il en résulte que la production de cette forte biomasse bactérienne n'est que 0.28 fois celle du phytoplancton.

3. CONCLUSIONS

Evolution de l'état trophique du lac d'après son compartiment bactérioplanctonique (figure 3)

Le nombre moyen de bactéries de l'ensemble de la colonne d'eau décroît depuis trois ans. Avec 2.3 millions de cellules par ml dans la couche 0-20 mètres, le Léman se situe cependant toujours au-dessus de la limite entre les lacs méso-eutrophes et eutrophes qui est, selon les résultats du Programme Biologique International (SAUNDERS, 1980), de 1.5 millions de 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.

Après avoir été exceptionnellement basse en 1989, la production bactérioplanctonique est remontée à son niveau des années 1986 à 1988 avec 72 g C.m⁻². Son rapport à la production primaire nette est peu différent, au-delà des oscillations interannuelles, du rapport moyen des années antérieures. La permanence de ce rapport permet d'envisager une diminution de la production bactérioplanctonique du Léman les prochaines années, suivant en cela la tendance de la production primaire et la baisse lente du niveau trophique suite à la réduction des apports de phosphore au lac.

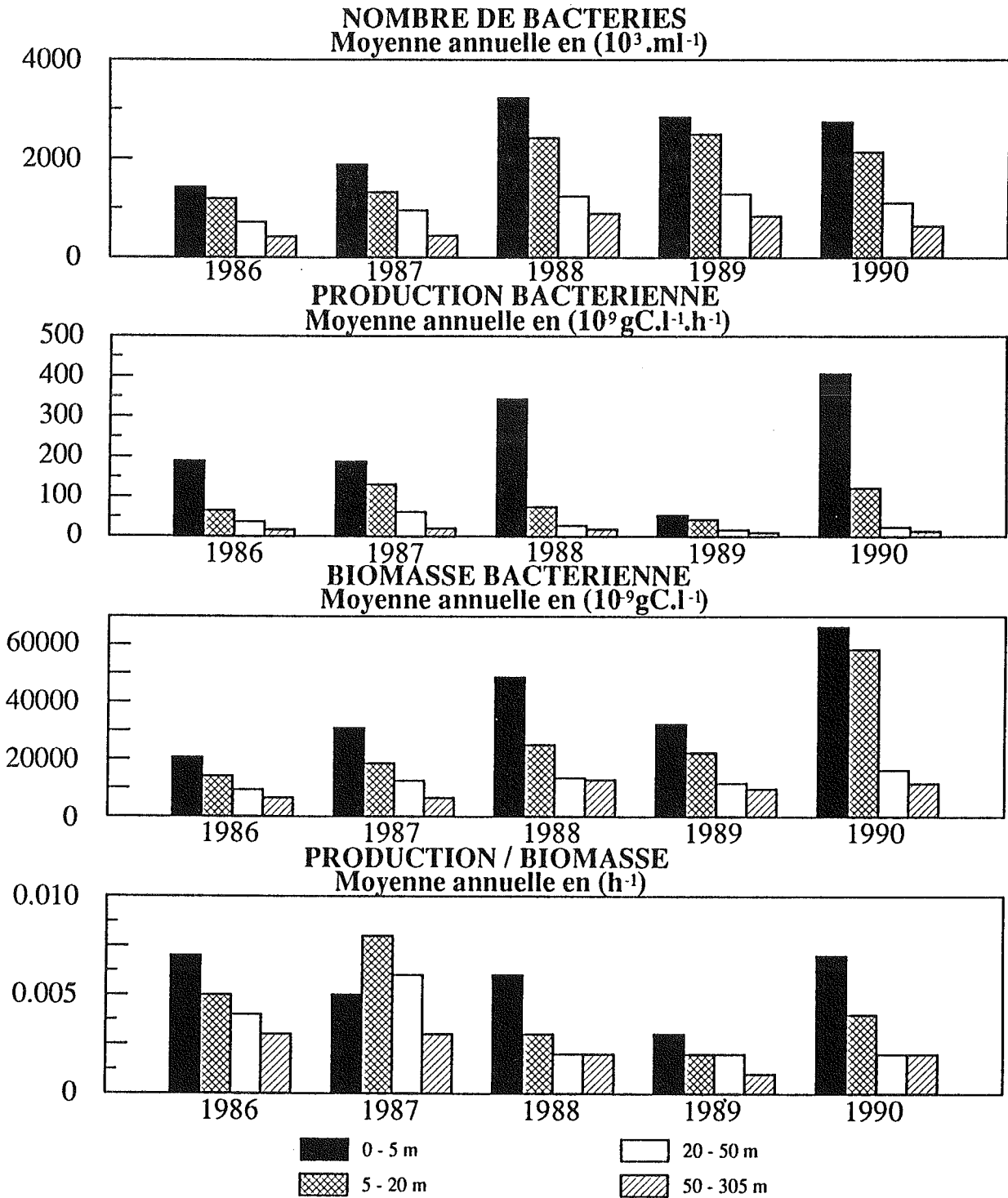


Fig.3 : Comparaison des abondances, productions, biomasses et productions/biomasses bactériennes moyennes des années 86 à 90 par tranche d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

- AMMERMAN, J.W., HAGSTROM, A. and 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.
- DUFOUR, P., J.P. TORRETON and COLON, M., (1990) : Advantages of distinguishing the active fraction
in bacterioplankton assemblages : some examples. Hydrobiologia, 207 : 295-301.
- FURHMAN, J.A. and 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. and FEUILLADE, J., (1988) : Organic carbon release by phytoplankton and
bacterial reassimilation. Schweiz. Z. Hydrobiol., 50 (2) 115-135.
- HOBBIE, J.E., DALEY, R.J. and 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, 588 p., Cambridge univ. press.
- 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.