

ÉVOLUTION DU PHYTOPLANCTON DU LÉMAN

CHANGES IN THE PHYTOPLANKTON OF LAKE GENEVA

Campagne 2003

PAR

Jean-Claude DRUART, Christophe LÉBOULANGER et Anne ROLLAND

STATION D'HYDROBIOLOGIE LACUSTRE (INRA-UMR/CARRTEL), BP 511, FR - 74203 THONON-LES-BAINS Cedex

RÉSUMÉ

20 campagnes de prélèvements ont été effectuées en 2003 (contre 21 en 2002) dans la couche 0-20m.

La richesse taxonomique du phytoplancton a fortement augmenté cette année (140 taxons). Elle est comparable à celle observée dans les années 1993 et 1995.

La biomasse annuelle moyenne a régressé pour atteindre 1'727 mg/m³. Il faut remonter à 1995 pour enregistrer des valeurs aussi faibles.

Toutes les autres biomasses (printanière, estivale) sont également en forte diminution.

La part du nanoplancton est en constante augmentation dans le Léman depuis 2000, malgré le développement important cette année de la chlorophycée filamenteuse *Oedogonium* sp. en automne.

ABSTRACT

20 sampling campaigns of the 0-20 m layer were carried out during 2003 (versus 21 in 2002).

There has been a marked increase in the taxonomic diversity of the phytoplankton this year (140 taxa). This is similar to what was observed in the years 1993 and 1995.

The mean annual biomass declined to 1,727 mg/m³. A value as low as this was last recorded in 1995.

All the other biomass data (springtime and summer) also fell sharply.

The proportion of nanoplankton has been increasing steadily in Lake Geneva since 2000, despite the considerable development this year of the filamentous Chlorophyta *Oedogonium* sp. in the Autumn.

1. INTRODUCTION

L'évolution du phytoplancton a fait l'objet d'un suivi durant l'année 2003. Comme les années précédentes, ce dernier a été réalisé à la station SHL2 au centre du Grand Lac entre Evian et Lausanne (Grand Lac - coord. CH : 534.70 / 144.95). Cette étude comporte l'analyse de l'évolution qualitative et quantitative des peuplements phytoplanctoniques. Cependant, la biomasse chlorophyllienne et la production primaire (LEBOULANGER, 2004), étudiées parallèlement à la biomasse phytoplanctonique, font l'objet de chapitres séparés.

2. MÉTHODES

Le phytoplancton étudié a été récolté dans les 20 premiers mètres de la colonne d'eau à l'aide d'une cloche intégratrice d'eau brute. Ces prélèvements ont été effectués au cours de deux campagnes par mois, à l'exception de la période hivernale (de décembre à février) et du mois d'octobre où l'échantillonnage était mensuel. Ainsi, 20 campagnes ont été menées en 2003 contre 21 en 2002.

Les échantillons d'eau brute sont fixés au lugol, puis chaque sous-échantillon d'un volume de 50 ml est mis à sédimenter dans des chambres de sédimentation. Les examens qualitatif et quantitatif se font au microscope inversé suivant la technique d'UTERMÖHL (1958). La biomasse est calculée par addition des biovolumes cellulaires et exprimée en poids de matière fraîche par mètre cube d'eau.

Pour la première fois cette année, les résultats présentés dans ce rapport portent uniquement sur la station du Grand Lac (SHL2). Ceux du Petit Lac ne seront exploités que tous les 5 ans.

3. RÉSULTATS

3.1 Variations saisonnières et évolution interannuelle de la biomasse

Comme chaque année, on peut distinguer plusieurs phases dans les variations saisonnières de la biomasse phytoplanctonique. La figure 1 illustre ces variations en terme de biomasse totale, microplanctonique (longueur de la cellule ou de la colonie > 50 µm et volume > 10'000 µm³) et nanoplanctonique (longueur de la cellule ou de la colonie < 50 µm et volume < 10'000 µm³). D'une manière générale, la biomasse totale maximale observée en 2003 est beaucoup moins importante que celle enregistrée l'année dernière (4'447 mg/m³ contre 11'950 mg/m³ en 2002).

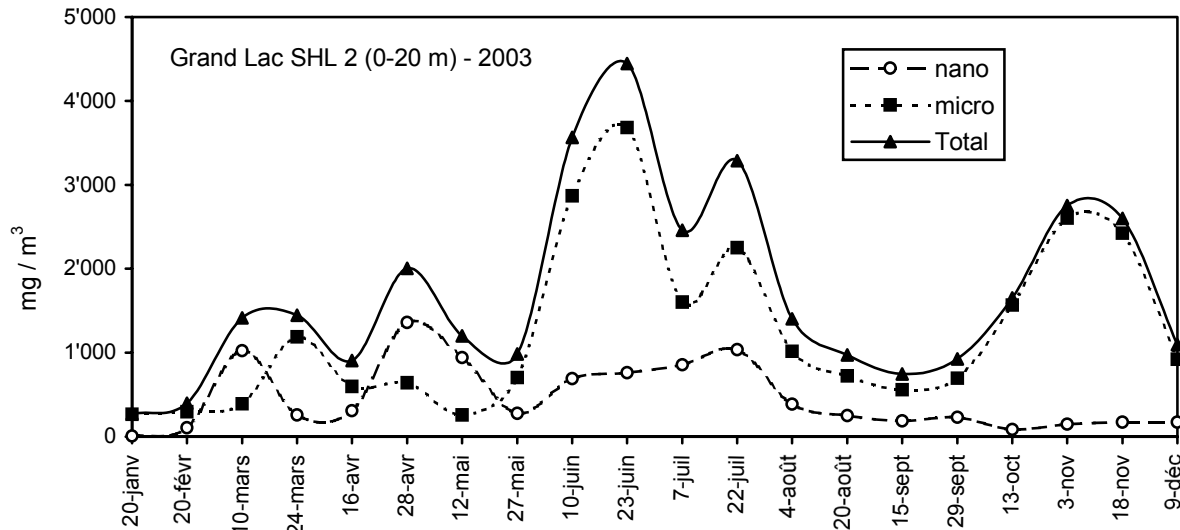


Figure 1 : Variations des biomasses totale, microplanctonique et nanoplanctonique du phytoplancton dans le Grand Lac en 2003

Figure 1 : Seasonal changes in the total microplankton and nanoplankton biomass in the phytoplankton of the Grand Lac in 2003

En 2003, on observe plusieurs pics de biomasse phytoplanctonique entre le 10 et le 24 mars, puis les 28 avril, 23 juin, 22 juillet et 3 novembre. L'ensemble de ces pics de biomasse est principalement dû au microplancton, mis à part les 10 mars et 28 avril, où le nanoplancton domine.

A ces dates, la cryptophycée *Rhodomonas minuta* et sa variété *nannoplanctica* ainsi que plusieurs espèces de Chlorophycées du genre *Chlamydomonas* représentent 47 % de la biomasse phyto-planctonique totale. On peut également noter que la biomasse moyenne annuelle du nanoplancton ne cesse d'augmenter ces 3 dernières années, passant de 5 % en 2001 à 18.6 % en 2002 et atteignant 28.3 % cette année. Le microplancton, quant à lui, voit sa biomasse moyenne annuelle diminuer, passant de 95 % en 2001 à 81.4 % en 2002 pour atteindre 71.7 % cette année.

- La **phase hivernale** (de début janvier à fin février et décembre 2003) se caractérise par un faible développement algal. La biomasse moyenne pour les deux premiers prélèvements est de 336.5 mg/m³, ce qui n'est pas significativement différent de la valeur trouvée l'année dernière. La phase hivernale est essentiellement dominée par *Planktothrix rubescens* qui représente à elle seule 47 % de la biomasse moyenne.

En fin d'année (9 décembre), *Fragilaria crotonensis* est l'espèce dominante (52 %), suivie par *Oedogonium* sp. (18 %).

- La **phase printanière**, observée du 10 mars au 12 mai, est caractérisée par une légère augmentation de la biomasse totale au mois de mars, suivie d'une diminution le 16 avril puis d'une nouvelle augmentation le 28 avril.

On peut également remarquer une alternance entre la dominance du nanoplancton et du microplancton à cette période. L'augmentation de biomasse totale commence tout d'abord par celle du nanoplancton, dominé par une petite diatomée centrique *Cyclotella cyclopuncta* et une cryptophycée, *Rhodomonas minuta*. La biomasse de ces deux algues diminue brusquement entre le 10 et le 24 mars pour laisser place à des espèces microplanctoniques dont les principales sont *Microcystis aeruginosa* et *Diatoma tenuis*. Le 16 avril, la biomasse du microplancton diminue au profit du nanoplancton le 28 avril. A cette date, la cryptophycée *Rhodomonas minuta* et sa variété *nannoplanctica* ainsi que plusieurs espèces de Chlorophycées du genre *Chlamydomonas* représentent 47 % de la biomasse phytoplanctonique totale.

- Après la **phase des eaux claires**, entre le 12 et le 27 mai (transparence de 7.7 m et biomasse de 1'199.9 mg/m³), la phase estivale est observée du 10 juin au 22 juillet. La biomasse phytoplanctonique atteint son maximum le 23 juin (4'447 mg/m³) et est dominée par *Ceratium hirundinella* (1'060 mg/m³) et *Dinobryon sociale* var. *stipitatum* (950 mg/m³), constituant 45 % de la biomasse totale à cette date. Le pic du 22 juillet (3'290 mg/m³) résulte de la croissance de deux autres espèces, *Diatoma tenuis* (diatomée) (1'077 mg/m³) et *Mougeotia gracillima* (desmidiée), qui représentent aussi 45 % de la biomasse phytoplanctonique totale ainsi que de plusieurs espèces de la famille des Chlamydomonadaceae (470 mg/m³), espèces que nous n'avons pu identifier par manque de critères taxonomiques spécifiques. Il est intéressant de noter également que le début de la phase estivale marque le début de la dominance du microplancton sur le nanoplancton, dominance qui se poursuivra jusqu'à la fin de la phase hivernale.
- La transition entre la phase estivale et la **phase automnale** (4 août -18 novembre) est bien visible à cause d'une chute drastique de la biomasse de *Diatoma tenuis* qui passe de 1'077 mg/m³ le 27 juillet à 149 mg/m³ le 4 août. De façon globale, cette phase est caractérisée par une période de faible biomasse entre le 4 août et le 15 septembre et par une période d'augmentation de cette dernière jusqu'au 3 novembre. Durant la première période, on observe une augmentation relative de *Planktothrix rubescens*, malgré la diminution globale de la biomasse, alors que durant la deuxième période, l'augmentation de biomasse observée va de pair avec l'augmentation relative de *Fragilaria crotonensis*. Il est à noter que durant cette période, la chlorophycée filamenteuse *Oedogonium* sp. est surtout présente dans les échantillons récoltés au filet, nous laissant supposer que ces algues se situaient en majorité en dessous de 20 m. Enfin, le dernier pic qui survient à la fin de l'automne est dû à la prolifération tardive d'*Oedogonium* sp. et d'une diatomée pennée, *Fragilaria crotonensis*.

Le tableau 1 et la figure 2 présentent l'évolution interannuelle des biomasses printanières, estivales et annuelles moyennes.

La biomasse printanière moyenne est légèrement inférieure à celle de l'année précédente mais on peut considérer que les valeurs de ces 3 dernières années restent globalement stables. Par contre, la biomasse estivale moyenne a chuté de plus de 40 % par rapport à celle de 2002. Il est difficile d'apporter ici des éléments explicatifs à ce phénomène, mais les conditions particulières de la canicule estivale sont peut-être à soupçonner.

Tableau 1 : Biomasses phytoplanctoniques (mg/m³) de 1998 à 2003 (SHL2, 0-20 m)
BP = de janvier à la phase des eaux claires ; BE = de la phase des eaux claires à décembre

Table 1 : Phytoplankton biomass (mg/m³) from 1998 to 2003 (SHL2, 0-20 m)
BP = from January to the clear water phase; BE = from the clear water phase to December

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Biomasse annuelle moyenne	2'435	2'015	2'266	4'976	2'747	1'727
Biomasse printanière moyenne (BP)	769	952	659	967	1'183	1'075
Biomasse estivale moyenne (BE)	3'204	2'395	3'255	6'938	3'530	2'007
Rapport BP/BE	0.24	0.40	0.20	0.13	0.34	0.54
Biomasse printanière maximale (mois)	1'813 (04)	2'703 (04)	2'650 (04)	1'541 (04)	5'767 (03)	2'004 (04)
Biomasse estivale maximale (mois)	9'010 (08)	9'187 (08)	22'258 (08)	26'848 (08)	11'946 (08)	4'447 (06)

La biomasse annuelle moyenne, qui avait retrouvé en 2002 une valeur comparable à celle des années précédentes (exception faite pour 2001), chute de 30 % cette année (par rapport à 2002), atteignant une valeur de 1'727 mg/m³. C'est la valeur la plus faible relevée depuis 1995.

La valeur du rapport BP/BE qui avait déjà fortement augmenté l'année dernière continue sa progression et atteint cette année une valeur de 0.54. C'est la valeur la plus forte enregistrée depuis les six dernières années.

Enfin, la biomasse printanière maximale est retrouvée à peu près à la même date que les années précédentes. Par contre, la biomasse estivale maximale se retrouve beaucoup plus tôt dans la saison avec une valeur pratiquement trois fois plus faible que celle de l'année dernière.

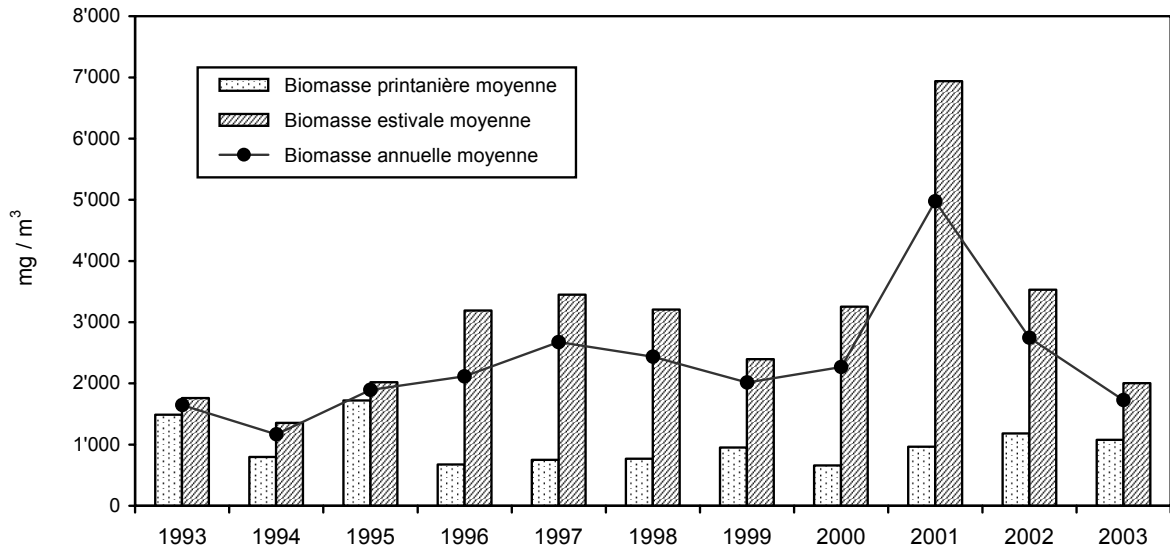


Figure 2 : Évolution des biomasses printanière, estivale et annuelle moyenne dans le Léman (SHL2) de 1993 à 2003

Figure 2: Year on year change in the springtime, summer and mean annual phytoplankton biomass values in Lake Geneva (SHL 2) between 1993 and 2003

3.2 Richesse taxonomique

140 taxons ont été identifiés en 2003, soit 21 de plus que l'année précédente (119). L'augmentation du nombre d'espèces est répartie entre le microplancton (11) et le nanoplancton (10) contrairement à l'année dernière où nous avons constaté une augmentation surtout d'espèces du microplancton.

Nous avons recensé 9 nouveaux taxons qui n'avaient encore jamais été trouvés dans le Grand Lac :

- 1 cyanobactérie coloniale : *Merismopedia tenuissima*,
- 2 diatomées : *Cyclotella pseudostelligera*, *Eunotia serra* var. *tetraodon*,
- 5 chlorophycées : *Chlorolobion saxatile*, *Heleochloris pallida*, *Kirchneriella irregularis*, *Pediastrum simplex*, *Scenedesmus opoliensis*,
- 1 conjuguée : *Closterium limneticum*.

L'évolution de la richesse taxonomique entre 1993 et 2003 est présentée à la figure 3. Les résultats pour 2003 montrent une augmentation du nombre de taxons par rapport à l'année dernière et un retour aux valeurs observées entre 1993 et 1995.

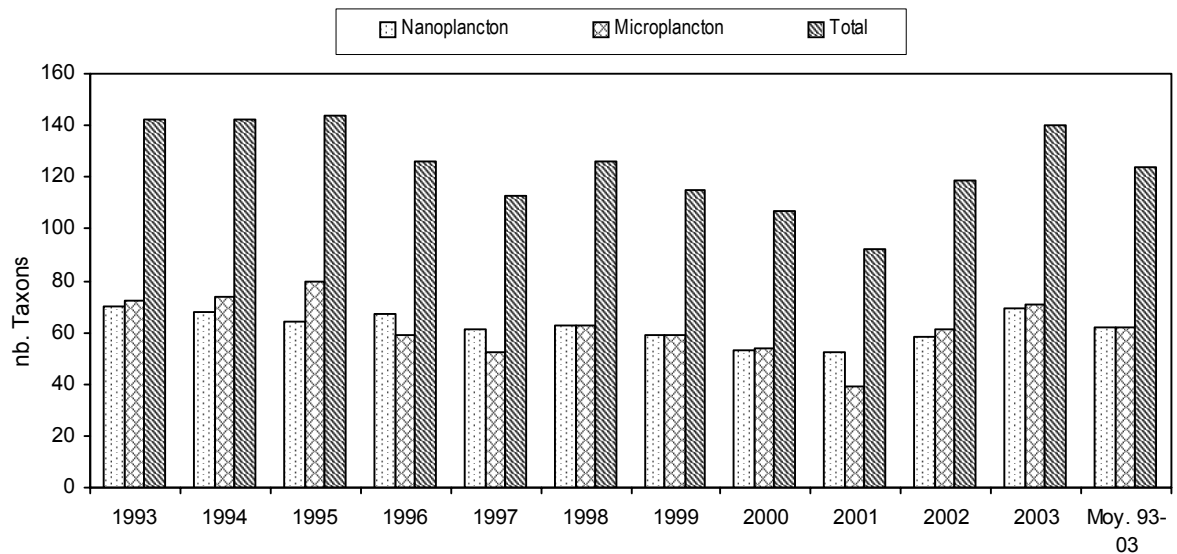


Figure 3 : Nombre de taxons (total, micro- et nanoplancton) observés à la station SHL2 entre 1993 et 2003 et moyennes pour la période

Figure 3: Number of taxa (total, micro- and nanoplankton) that were recorded at the SHL2 station between 1993 and 2003, and the mean for this period

3.3 Répartition par classes d'algues et par classes de taille

La répartition du nombre de taxons en 2003, entre les différentes classes d'algues ainsi que leur appartenance au nanoplancton ou au microplancton figurent dans le tableau 2.

Tableau 2 : Répartition entre micro- et nanoplancton du nombre de taxons des différentes classes d'algues à la station SHL2 en 2003

Table 2 : Relative numbers of micro- and nanoplankton taxa in the various phytoplankton categories at the SHL2 station in 2003

Classe	Microplancton	Nanoplancton	Total
Cyanobactéries	17	2	19
Dinophycées	4	4	8
Cryptophycées	0	3	3
Chrysophycées	4	8	12
Xanthophycées	0	0	0
Diatomées	13	17	30
Chlorophycées	23	33	56
Conjuguées	10	2	12
Total	71	69	140

La figure 4 présente l'évolution des biomasses relatives des deux groupes de taille entre 1993 et 2003 où l'on observe en 2003 une augmentation du nanoplancton par rapport aux deux années précédentes. Globalement, les valeurs enregistrées depuis 1996 montrent de fortes fluctuations.

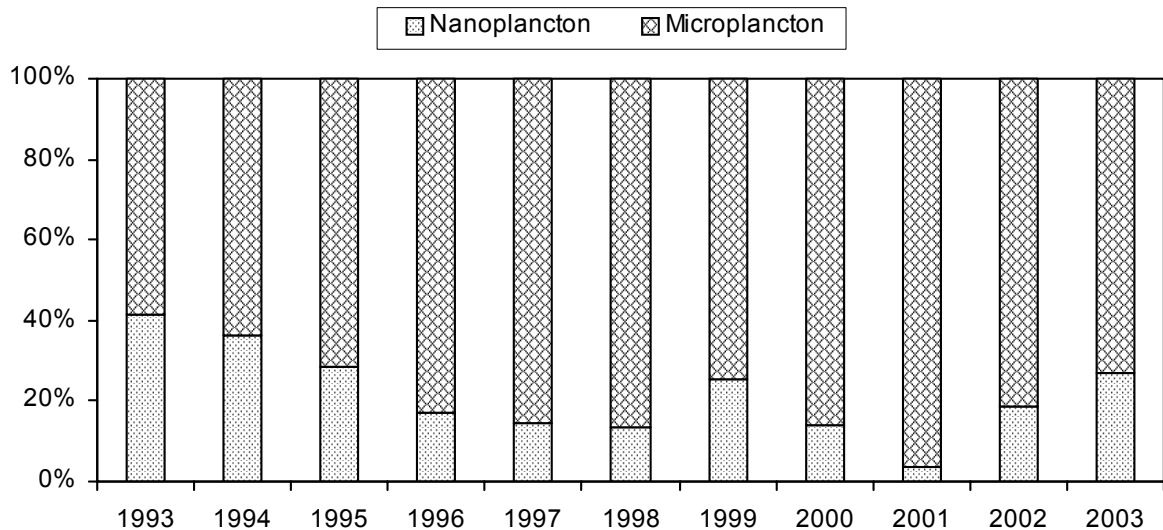


Figure 4 : Biomasses relatives du nano- et du microplankton de 1993 à 2003 à la station SHL2

Figure 4 : Relative biomass of the nano- and microplankton from 1993 to 2003 at the SHL2 station

La figure 5 montre qu'en 2003, la répartition des biomasses relatives des différentes classes d'algues est approximativement la même que celle de l'année précédente. La variabilité entre ces deux années est faible comparativement aux années précédentes (les années avant 2001 ont des valeurs calculées sur des prélèvements effectués sur la tranche d'eau 0-10m et non 0-20m).

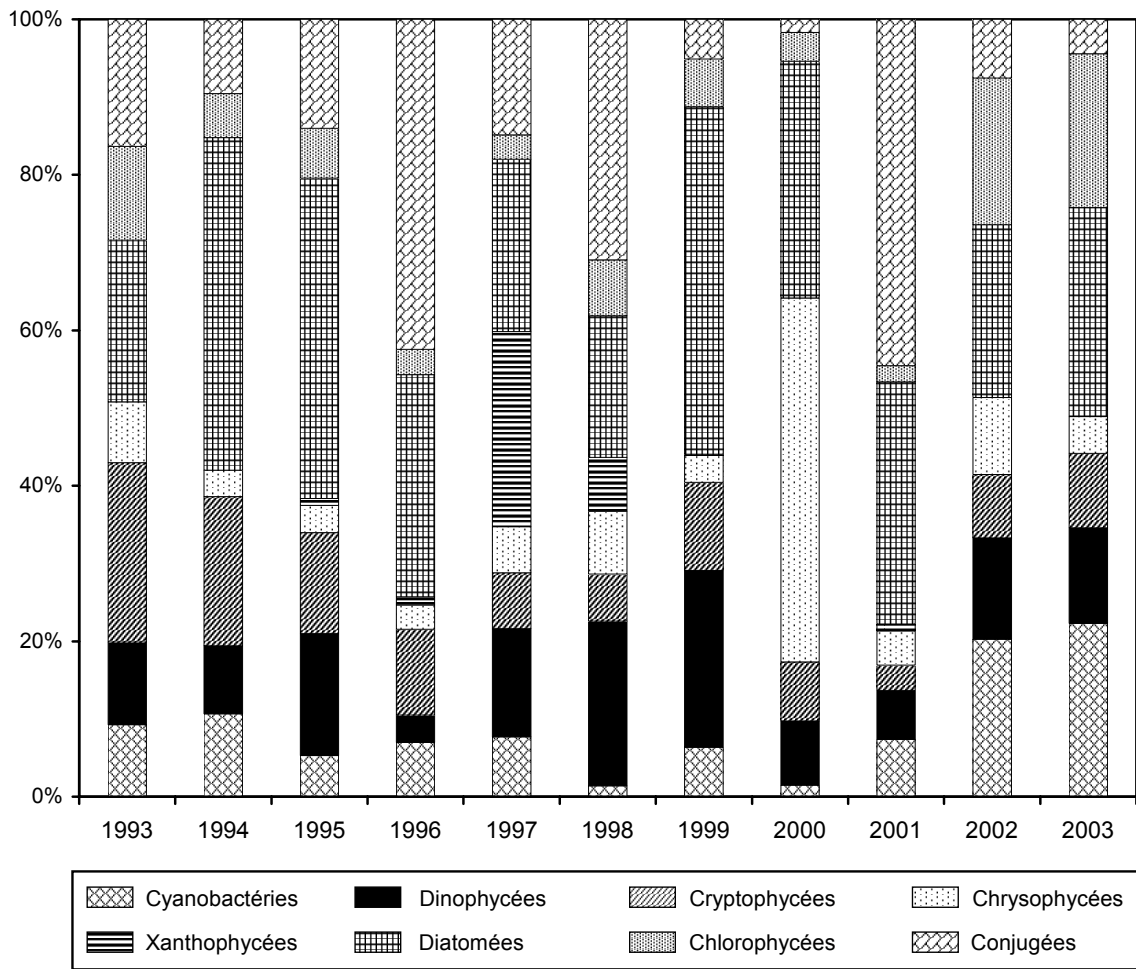


Figure 5 : Biomasses relatives des différentes classes d'algues de 1993 à 2003 à la station SHL2.

Figure 5 : Relative biomass of the various phytoplankton classes from 1993 to 2003 at the SHL2 station.

Comme l'année précédente, les trois classes dominantes sont les diatomées (27 %), les cyanobactéries (22 %) et les chlorophycées (20 %). La biomasse des chrysophycées et des conjuguées diminue de moitié par rapport à 2002.

3.4 Contribution des principales espèces

En 2003, sur 140 espèces inventoriées, 6 sont considérées comme "très abondantes" (> 6 % de la biomasse totale annuelle) et constituent plus de 50 % de la biomasse totale (tableau 4).

14 autres espèces sont abondantes (entre 1 % et 6 % de la biomasse totale annuelle), 3 d'entre elles ont une biomasse se situant entre 4 % et 6 %. En tout, 9 taxons représentent plus de 67 % de la biomasse totale annuelle.

En 2002, les espèces principales étaient également au nombre de 9, mais représentaient 71 % de la biomasse annuelle. *Pseudosphaerocystis lundii* qui était l'espèce la plus importante en 2002, a vu sa biomasse fortement régresser, cette dernière passant de 13.2 % à 0.1 %. Par conséquent, elle ne se retrouve plus dans les 9 espèces principales. Il en va de même pour *Mougeotia gracillima* dont la biomasse est passée de 5.6 % à 3.2 %.

Par contre, *Oedogonium* sp. se classe parmi les 5 taxons dont la biomasse est la plus importante (7.2 %). L'espèce *Cyclotella cyclopuncta*, quant à elle, double sa biomasse moyenne cette année (4.9 %).

L'évolution des espèces dominantes depuis 1998 est présentée au tableau 5 en annexe.

3.5 Développement des espèces principales au cours de l'année

En 2003, on peut relever les éléments suivants au sujet du développement des espèces principales, présentée dans la figure 6 :

- *Fragilaria crotonensis* avec 13 % de la biomasse annuelle, est observée au début de l'été (10 juin) avec plus de 40 % de la biomasse totale ($1'496 \text{ mg/m}^3$), puis elle montre une forte croissance à la fin de l'automne et au début de l'hiver (du 13 octobre au 9 décembre).
- *Planktothrix rubescens*, cyanobactérie filamenteuse typique des lacs de la zone alpine légèrement eutrophisés (JACQUET et al., 2004), est présente pratiquement tout au long de l'année. Durant la période hivernale, elle domine le peuplement algal. En effet, on observe une biomasse relative importante de cette espèce entre le 20 janvier et le 20 février bien que la biomasse totale soit faible (274 mg/m^3). Par ailleurs, *P. rubescens* présente une biomasse relative non négligeable durant la phase automnale. Notons que cette espèce est en légère augmentation par rapport à l'année dernière et présente une biomasse moyenne de 197 mg/m^3 .
- *Diatoma tenuis* voit sa biomasse relative moyenne fortement augmenter par rapport à l'année dernière (8.1 % en 2003 contre 5.6 % en 2002). Cette espèce est présente tout au long de l'année et présente un pic de biomasse le 22 juillet ($1'077 \text{ mg/m}^3$).
- *Ceratium hirundinella* est une espèce qui se développe préférentiellement durant l'été (CARTY, 2003). Sa biomasse est effectivement plus importante à la fin de l'été et au début de l'automne. Le 4 août la température de l'eau de surface était de 25.5°C contre un peu plus de 22.0°C à la même date en 2002. Sa biomasse relative moyenne régresse (11 % en 2002 contre 8 % en 2003). Ce taxon étant thermophile, les conditions climatiques de cette année auraient dû le favoriser. Nous constatons l'inverse et il est probable que cette forte température n'a pas suffi à la dominance de cette espèce (ou que d'autres facteurs sont intervenus ?).
- *Oedogonium* sp. est une algue verte filamenteuse qui vit au départ fixée à sa base puis librement dans la colonne d'eau. L'identification des espèces est difficile car basée sur des caractères reproductifs rarement retrouvés (voir paragraphe 3.3) (JOHN, 2003). Si elle est présente dans le Léman depuis quelques années, c'est la première fois qu'elle atteint des biomasses importantes en fin d'année (du 13 octobre au 9 décembre). Son évolution est à surveiller car elle fait partie des espèces dominantes en 2003. De plus, cette espèce filamenteuse est peu broutée par le zooplancton et sa prolifération pourrait mener à l'apparition de blooms, avec les conséquences que ces derniers peuvent avoir sur le reste de la communauté planctonique et de la chaîne alimentaire (zooplancton, poissons, ...).
- *Rhodomonas minuta* atteint une biomasse de 642 mg/m^3 le 28 avril, ce qui représente une biomasse trois fois moins importante que celle observée l'année dernière lorsque cette espèce était à son maximum de croissance ($1'721 \text{ mg/m}^3$ le 18 mars 2002). Cette espèce est essentiellement présente au printemps et présente de faibles effectifs le reste de l'année.
- *Cyclotella cyclopuncta* est une espèce souvent associée aux milieux oligo-mésotrophes (SEIP et REYNOLDS, 1995). Sa biomasse totale moyenne qui était de 1.5 % en 2002 représente cette année 5 %. Sa biomasse maximale atteint 556 mg/m^3 le 10 mars alors qu'elle n'était que de 301 mg/m^3 à la même époque l'année dernière. Le reste de l'année, elle n'est présente que sporadiquement et sa biomasse reste relativement faible.
- Les *Dinobryon* sont mixotrophes et typiques de la communauté planctonique estivale. Généralement, on les retrouve dans des lacs oligo-mésotrophes (PEARSALL, 1932). Dans le Grand Lac, *Dinobryon sociale* apparaît le 10 juin et présente un pic (950 mg/m^3) le 23 juin. Par la suite sa biomasse diminue et ne constitue plus qu'une faible part de la biomasse totale.
- Les Chlamydomonadaceae spp. regroupent quelques genres que nous n'avons pu déterminer par manque de caractères spécifiques nécessaires à leur identification. Ils apparaissent le 12 mai et perdurent jusqu'à la fin de l'année, leur biomasse devenant négligeable à partir du 15 septembre.

4. CONCLUSIONS

La biomasse annuelle moyenne a encore régressé cette année (1'727 mg/m³ contre 2'747 mg/m³ l'année précédente). C'est la valeur la plus faible obtenue depuis 1995 (1'897 mg/m³). La biomasse estivale moyenne (2'007 mg/m³ contre 3'530 mg/m³ en 2002) est également en forte diminution. La biomasse printanière moyenne est stable (1'075 mg/m³). La part du nanoplancton est en constante augmentation depuis 2000, pour atteindre cette année un rapport BP/BE de 0.54 (BP = de janvier à la phase des eaux claires ; BE = de la phase des eaux claires à décembre), due à une graduelle amélioration de la qualité trophique des eaux (PAVONI, 1963). La richesse taxonomique a fortement augmenté en 2003 (140 taxons). C'est une des valeurs les plus fortes avec celles observées entre 1993 et 1995. La période automnale montre un développement très important d'une chlorophycée filamenteuse (*Oedogonium* sp.) espèce rencontrée de façon occasionnelle en 2003. Actuellement ce taxon n'est pas déterminable à l'espèce du fait de l'absence d'organe de reproduction nécessaire à une détermination précise.

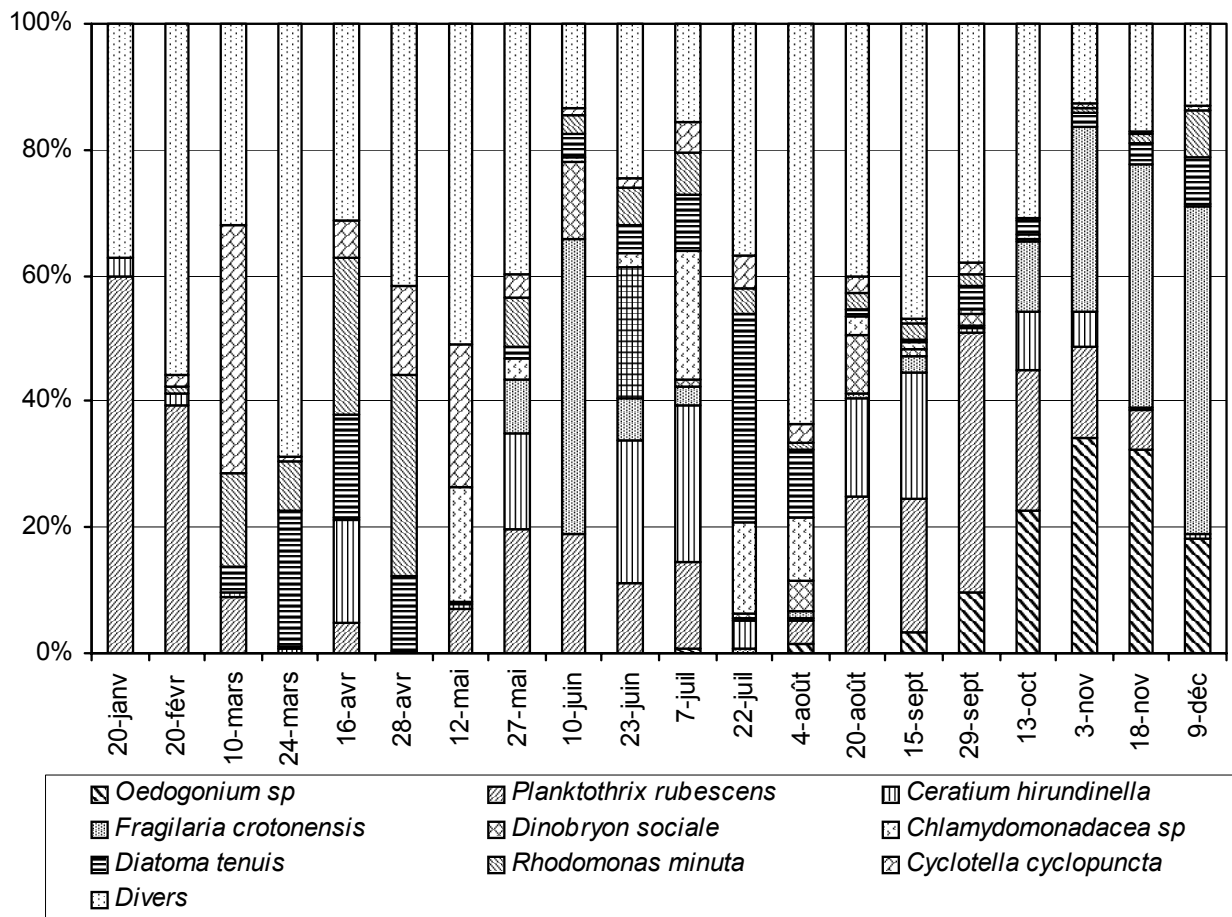


Figure 6 : Biomasses relatives mensuelles des neuf taxons dominants à la station SHL2 en 2003

Figure 6 : Relative monthly biomass of the nine dominant taxa at the SHL2 station in 2003.

BIBLIOGRAPHIE

- CARTY, S. (2003) : Dinoflagellates. In : Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification. Ecology and Classification. Wehr, J. D. and Sheath, R. G. (Eds) Academic Press, Paris.
- DRUART, J.-C., LAVIGNE, S. et PERFETTA, J. (2003) : Evolution du phytoplancton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2002, 69-84.
- JACQUET, S., BRIAND, J.F., LÉBOULANGER, C., AVOIS-JACQUET, C., OBERHAUS, L., TASSIN, B., VINÇON-LEITE, B., PAOLINI, G., DRUART, J.C., ANNEVILLE, O. et HUMBERT, J.F. (2004) : The proliferation of the toxic cyanobacterium *Planktothrix rubescens* following restoration of the largest natural French Lakes (Lac du Bourget). Harmful Algae (in press).
- JOHN, D. M. (2003) : Filamentous and Plantlike Green Algae. In : Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification. Wehr, J. D. and Sheath, R. G. (Eds) Academic Press, Paris.
- LÉBOULANGER, C. (2004) : Dynamique de la production phytoplanctonique et de la biomasse chlorophyllienne dans le Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2003, 59-68.
- PAVONI, M. (1963) : Die Bedeutung des nanoplanktons im Vergleich zum Wetzplankton. Schweiz, Z. hydrol., 25, 219-341.
- PEARSALL, W. H. (1932) : Phytoplankton in the English Lakes. 2. The composition of the phytoplankton in relation to dissolved substances of biological importance. Journal of Ecology, 20, 241-262.
- SEIP, K.L., et REYNOLDS, C.S. (1995) : Phytoplankton functional attributes along trophic gradient season. Limnol. Oceanogr., 40, 589-597.
- UTERMÖHL, H. (1958) : Toward the improvement of the quantitative phytoplankton Method. Mitteilungen-Internationale Vereinigung für Limnologie, 9, 1-38 (In German).
- YANG, J.-R., et PICK, F.-R. (1996) : Changes in the phytoplankton diatom flora of a large mountain lake in response to fertilization. Journal of Phycology, 32, 232-243.

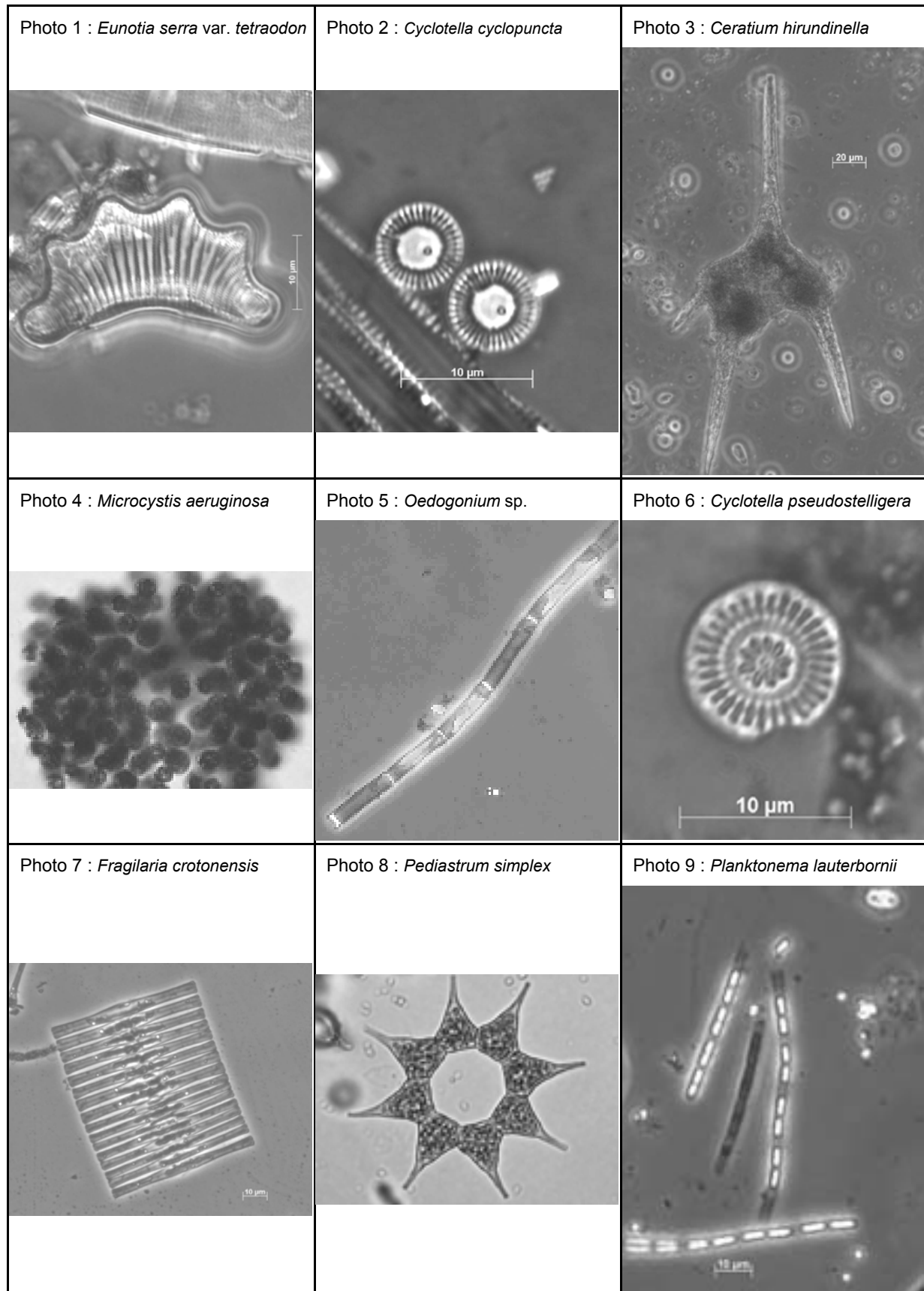
Tableau 3 : Biomasse relative des espèces les plus abondantes (Léman SHL 2, 1998 à 2003)

Table 3 : Relative biomass of the most abundant species (Lake Geneva SHL2, 1998 à 2003)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003
CYANOBACTÉRIES						
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	0.1	0.01	0.8	*3.6	*2.3	* 2.8
<i>Microcystis aeruginosa</i>					*4.2	* 1.1
<i>Planktothrix rubescens</i>	0.5	*1.0		*1.7	**10.9	** 11.4
<i>Pseudanabaena galeata</i>		*2.9	0.3	0.7	0.3	* 1.4
DINOPHYCÉES						
<i>Gymnodinium helveticum</i>	0.3	*1.0	0.9	0.3	0.4	* 1.0
<i>Peridinium willei</i>	0.6	*2.2		0.3	0.5	* 2.2
<i>Ceratium hirundinella</i>	**19.5	**16.2	**6.9	*5.7	**10.6	** 7.7
<i>Woloszynska pseudopalustre</i>					*1.3	
CRYPTOPHYCÉES						
<i>Cryptomonas</i> spp.	*3.0	**6.5	*2.1	0.7	*1.9	* 2.4
<i>Rhodomonas minuta</i>	*1.9	*3.4	*4.4	*2.2	*4.7	** 6.1
<i>Rhodomonas minuta</i> var. <i>nannoplanctonica</i>	*1.1	*1.4	*1.1	0.3	*1.6	0.5
CHRYSOPHYCÉES						
<i>Dinobryon sociale</i>	*4.9	*1.2	**45.5	*2.0	**7.8	* 1.2
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>stipitatum</i>						* 4.6
DIATOMÉES						
<i>Stephanodiscus neoastrae</i>	0.3	*1.7	0.3	0.3	0.3	0.5
<i>Stephanodiscus alpinus</i>					*1.9	0.0
<i>Stephanodiscus minutulus</i>	0.0	*2.2	*1.5	0.0	*1.2	0.0
<i>Diatoma tenuis</i>	**9.1	**26.2	*1.5	**25.1	*5.6	** 8.1
<i>Fragilaria crotonensis</i>	*1.9	**7.8	**7.3	0.3	**8.0	** 13.2
<i>Fragilaria ulna</i>					*2.2	
<i>Asterionella formosa</i>	*3.4	*1.8	*1.2	0.2	0.8	0.5
<i>Synedra acus</i> var. <i>angustissima</i>	0.9	*1.1	0.3	0.2	0.1	0.4
<i>Cyclotella radiosa</i>	*1.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3
<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	0.4	2.0	0.9	0.7	*1.5	* 4.9
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0.6	0.5	**15.3	*4.1	0.0	
CHLOROPHYCÉES						
<i>Chlamydomonadaceae</i> spp.						* 4.2
<i>Chlamydomonas</i> sp.	*1.7	*1.4		0.2	*1.7	* 3.0
<i>Oedogonium</i> sp.						** 7.2
<i>Pseudosphaerocystis lundii</i>					**13.2	0.1
<i>Ulothrix</i> spp.					*1.8	0.1
Chlorophycées indéterminées						* 1.22
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>						* 1.42
CONJUGUÉES						
<i>Mougeotia gracillima</i>	**24.4	*1.9	0.2	**44	*5.9	* 3.0
<i>Staurastrum cingulum</i>	*5.1	*1.4	*1.0	0.2	0.7	

** : espèces très abondantes (plus de 6 % de la biomasse totale)

* : espèces abondantes (entre 1 et 6 % de la biomasse totale)



(Photo : INRA, J.-C. Druart)