

PHYTOPLANCTON DU LÉMAN

THE PHYTOPLANKTON OF LAKE GENEVA

Campagne 2006

PAR

Jean-Claude DRUART

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

RÉSUMÉ

Au cours de l'année 2006, 19 campagnes de prélèvements ont été effectuées au centre du Grand Lac, dans la couche 0-20 m.

La richesse taxonomique du phytoplancton a fortement augmenté en 2006 (113 taxons contre 92 en 2005) dont 6 nouveaux taxons. La diversité reste toutefois dans le cadre des variations interannuelles observées entre 2001 et 2006, de 92 taxons (2001) à 140 taxons (2003). Trois nouvelles espèces et deux formes indéterminées ont été observées en 2006.

Planktothrix rubescens avec 22.3 % de la biomasse carbonée moyenne annuelle, *Mougeotia gracillima* avec 12.2 % et *Ceratium hirundinella* avec 11.5 %, sont les espèces les plus abondantes qui ont dominé le compartiment phytoplanctonique. Cet ordre de classement est le même que l'année précédente, mais avec des biomasses différentes et plus faibles.

La biomasse annuelle moyenne a diminué de 41 %, avec 174 µgC/L en 2006 contre 293 µgC/L en 2005.

Avec 126 µgC/L, la biomasse printanière a diminué (39 %) par rapport à 2005 (205 µgC/L), peut-être du fait d'un développement important du zooplancton qui a entraîné une prédation importante des algues nanoplanctoniques. Le rapport BP/BE (Biomasse Printanière / Biomasse Estivale), qui est en légère augmentation cette année, montre un développement plus important du phytoplancton au printemps. La biomasse estivale a diminué de 30 % par rapport à 2005 (372 µgC/L contre 540 µgC/L).

Les proportions du nanophytoplancton (22 % de la biomasse carbonée totale) et du microphytoplancton (78 %) en 2006 sont nettement plus faibles que celles enregistrées en 2005 où le nanophytoplancton représentait 12 % et le microphytoplancton 88 %.

ABSTRACT

During 2006, 19 field sampling campaigns were carried out in the 0-20 m layer in the middle of the Grand Lac. The taxonomic diversity of the phytoplankton increased sharply during 2006 (113 taxa versus 92 in 2005) including 6 new taxa. However, the diversity was still within the interannual range of variation observed between 2001 and 2006, from 92 taxa (2001) to 140 taxa (2003). Three new species and two indeterminate forms were observed in 2006.

Planktothrix rubescens constituting 22.3 % of the mean annual carboniferous biomass, *Mougeotia gracillima* constituting 12.2 % and *Ceratium hirundinella* constituting 11.5 %, were the most abundant species dominating the phytoplankton compartment. This order of classification was the same as the previous year, but the biomasses were different and lower.

The mean annual biomass had fallen by 41 %, with 174 µgC/L in 2006 versus 293 µgC/L in 2005.

At 126 µgC/L, the springtime biomass was 39 % lower than in 2005 (205 µgC/L), possibly as a result of the marked development of zooplankton, which had led to considerable predation of the nanoplanktonic algae. The SpB/SuB ratio (Springtime Biomass/Summer Biomass), which rose slightly this year, revealed the greater development of the phytoplankton in the springtime. The summer biomass had fallen by 30 % relative to 2005 (372 µgC/L versus 540 µgC/L).

The proportions of nanophytoplankton (22 % of the total carboniferous biomass) and of microphytoplankton (78 %) in 2006 are markedly lower than those recorded in 2005, when nanophytoplankton corresponded to 12 % and microphytoplankton to 88 %.

1. INTRODUCTION

Comme les années précédentes, le phytoplancton a fait l'objet d'un suivi durant l'année 2006 à la station SHL2 localisée au centre du Grand Lac (coord. CH : 534.700 / 144.950) entre Evian et Lausanne. Cette étude comporte l'analyse de l'évolution qualitative et quantitative des peuplements phytoplanctoniques. Les concentrations en chlorophylle *a* et la production phytoplanctonique font l'objet d'un chapitre séparé (TADONLEKE, 2007).

2. MÉTHODES

Le phytoplancton a été récolté de janvier à décembre 2006 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 une fois par mois en janvier, février, mai, novembre et décembre et sont bimensuels (2 fois par mois) pour les autres mois de l'année. Un seul prélèvement a été réalisé pour la campagne du mois de mai en raison de mauvaises conditions météorologiques. Au final, 19 campagnes ont été menées en 2006.

Les échantillons d'eau brute sont fixés au lugol; puis chaque sous-échantillon d'un volume de 50 mL est mis à sédimenter. Les examens qualitatif et quantitatif se font au microscope inversé selon la technique d'UTERMÖHL (1958).

Les biomasses phytoplanctoniques carbonées sont dorénavant calculées selon les modifications apportées au protocole de 2005 (DRUART et al., 2006) et exprimées en µgC/L. Le tableau 1 donne les rapports C/biovolume appliqués aux différents groupes phytoplanctoniques (WETZEL et LICKENS, 2000).

Tableau 1 : Rapport au carbone organique de chaque groupe taxonomique.

Table 1 : Ratio of organic carbon for each phytoplankton class.

Classes	Rapport C
Cyanobactéries	0.22
Dinophycées	0.13
Chlorophycées	0.16
Diatomées	0.11
Autres Classes	0.11

3. RÉSULTATS

3.1 Richesse taxonomique

113 taxons ont été identifiés en 2006, soit 21 de plus qu'en 2005 (92 taxons). 29 taxons appartiennent au nanophytoplancton (longueur < 20 µm et volume < 10'000 µm³) contre 84 au microphytoplancton (longueur ≥ 20 µm et volume ≥ 10'000 µm³). En 2005, il y avait 27 taxons de petite taille contre 65 taxons de grande taille. En 2006, la majorité des taxons sont cette année encore des espèces microphytoplanctoniques.

La diversité spécifique dans le Léman est toujours irrégulière (tableau 2, figure 1), mais toujours comprise entre 92 et 140 taxons. La figure 1 montre une légère tendance à l'augmentation des taxons microplanctoniques. Les taxons nanoplanctoniques qui avaient régressé depuis 2004, marquent un léger accroissement de leurs effectifs.

Tableau 2 : Diversité spécifique dans le Léman entre 2002 et 2006.

Table 2 : Species diversity in Lake Geneva between 2002 and 2006.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Nombre de taxons phytoplanctoniques	92	119	140	122	92	113
Nombre de taxons microplanctoniques	39	61	71	65	65	84
Nombre de taxons nanoplanctoniques	53	58	69	57	27	29

3 taxons ont été recensés pour la première fois dans le Grand Lac en 2006, ainsi que 2 formes indéterminées à ce jour :

- 2 chlorophycées : *Palmellaceae* sp et *Thorakochloris tetras*,
- 3 chrysophycées : *Stomatocyste* 219, *Stomatocyste* 153 et un Cyste non déterminé.

3.2 Répartition par classe d'algues et par classe de taille

La répartition en 2006 du nombre de taxons entre les différentes classes d'algues ainsi que la part relative du nano et du microphytoplancton dans la communauté phytoplanctonique sont données dans le tableau 3.

Tableau 3 : Répartition du nombre de taxons des différentes classes d'algues à la station SHL2 en 2006 avec limite entre micro- et nanophytoplancton à 20 µm.

Table 3: Relative numbers of micro- and nanoplankton at 20 µm in the various phytoplankton categories at the SHL2 station in 2006.

	Micropalancion ≥ 20 µm	Nanoplankton < 20 µm	Total (micro + nano)
Cyanobactéries	9	1	10
Dinophycées	9	2	11
Cryptophycées	2	2	4
Chrysophycées	4	5	9
Diatomées	25	5	30
Chlorophycées	29	14	43
Conjuguées	6	0	6
Total	84	29	113
%	74 %	26 %	100 %

On constate une nette augmentation des taxons nanoplanctoniques, qui passent de 12 % en 2005 à 26 % en 2006. A l'inverse, les espèces microplanctoniques sont moins nombreuses (74 % contre 88 % en 2005).

Les groupes les plus représentés en termes de richesse taxonomique sont les chlorophycées, les diatomées, les dinophycées, les cyanobactéries et les chrysophycées. Les autres groupes ne sont qu'accompagnants.

3.3 Développement des principales espèces au cours de l'année

La figure 6 montre le développement des 10 taxons les plus abondants rencontrés au cours de l'année 2006.

La dénomination *Cyclotella* spp < 9 µm / *Stephanodiscus minutulus* < 7 µm est en fait un ensemble de plusieurs petites espèces de diatomées centriques impossibles à différencier en microscopie optique.

Cyclotella spp < 9 µm / *Stephanodiscus minutulus* < 7 µm (24 % de l'abondance totale annuelle), *Rhodomonas minuta* var. *nannoplanktonica* (14 %) et *Chlorella vulgaris* / *Choricystis* (10 %) sont les espèces qui ont dominé le compartiment phytoplanctonique en 2006 (fig. 6). Elles appartiennent toutes au nanoplankton.

- ▶ *Cyclotella* spp < 9 µm / *Stephanodiscus minutulus* < 7 µm se retrouve essentiellement au printemps, entre les mois d'avril et de juin avec un maximum de 74 % de l'abondance du phytoplancton le 18 avril.
- ▶ *Rhodomonas minuta* var. *nannoplanktonica* se développe tout au long de l'année (14 % de l'abondance totale annuelle) mais avec un préférendum hiver/printemps (maximum de 49 % le 27 mars -figure 2). L'espèce type *Rhodomonas minuta* est elle aussi abondante toute l'année, avec un maximum le 24 avril représentant 26 % de la population.
- ▶ *Chlorella vulgaris* / *Choricystis* se rencontre presque toute l'année (10 % de l'abondance totale annuelle), avec un maximum de 14 % le 24 avril. Nous avons réuni ensemble ces deux taxons de très petite taille (moins de 3 µm de diamètre) difficiles à séparer en microscopie électronique.
- ▶ *Erkenia subaequiciliata* (6 % de l'abondance totale annuelle) se rencontre à partir du printemps jusqu'à la fin de l'année. Son maximum est atteint le 12 juin avec 42 % de sa population.
- ▶ *Mougeotia gracillima* (5 % de l'abondance totale annuelle) se rencontre surtout à partir de l'automne jusqu'au printemps suivant (maximum de 80 % le 9 janvier).
- ▶ *Planktothrix rubescens* (3 % de l'abondance totale annuelle) est une espèce qui se rencontre tout au long de l'année avec un maximum le 17 octobre (19 % de la population). Au début du mois de novembre, un développement important de cette espèce a été observé dans de nombreux ports, tant français que suisses. Ce phénomène a été constaté après une période calme et ensoleillée, suivie d'une période de vent venant du nord qui a concentré ces algues dans les endroits abrités (ports et criques). Une analyse de microcystine RR au sein de ces amas de cyanobactéries a montré que cette forme était extrêmement toxique (236 µg de microcystine/L).

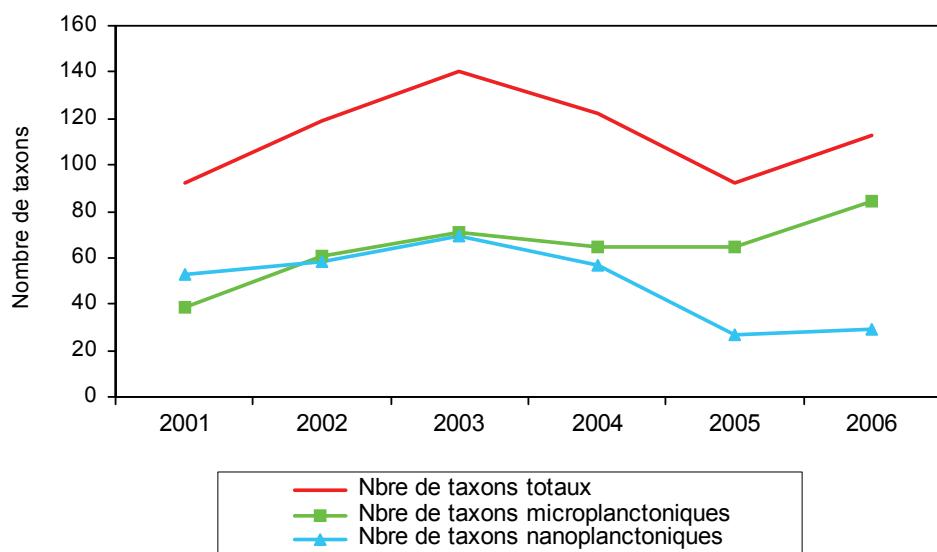
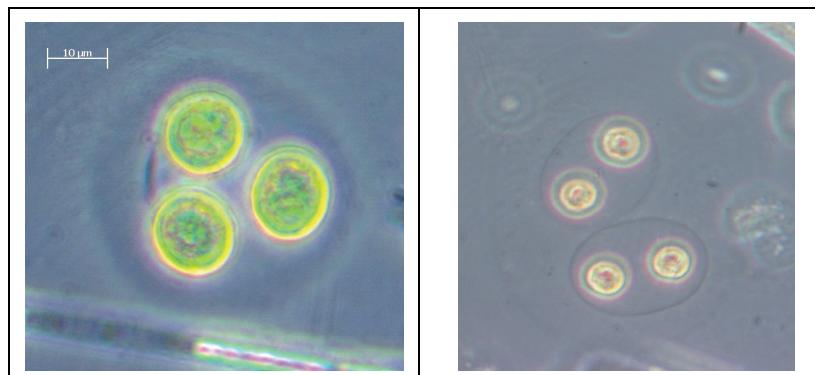


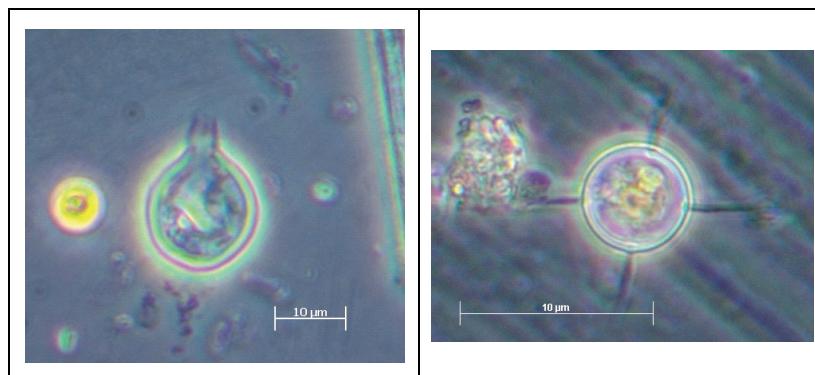
Figure 1 : Evolution du nombre de taxons totaux, microplanctoniques et nanoplanctoniques entre 2001 et 2006.

Figure 1 : Change in the total numbers of microplankton and nanoplankton taxa between 2001 and 2006.



Figures 2 et 3 : *Palmellaceae* sp et *Thorakochloris tetras* (Photo J.-C. Druart)

Figures 2 et 3 : *Palmellaceae* sp and *Thorakochloris tetras* (Photo J.-C. Druart)



Figures 4 et 5 : Cyste non déterminé, Stomatocyste 114 (Photo J.-C. Druart).

Figures 4 and 5 : Indeterminate Cyst, Stomatocyste 114 (Photo J.-C. Druart).

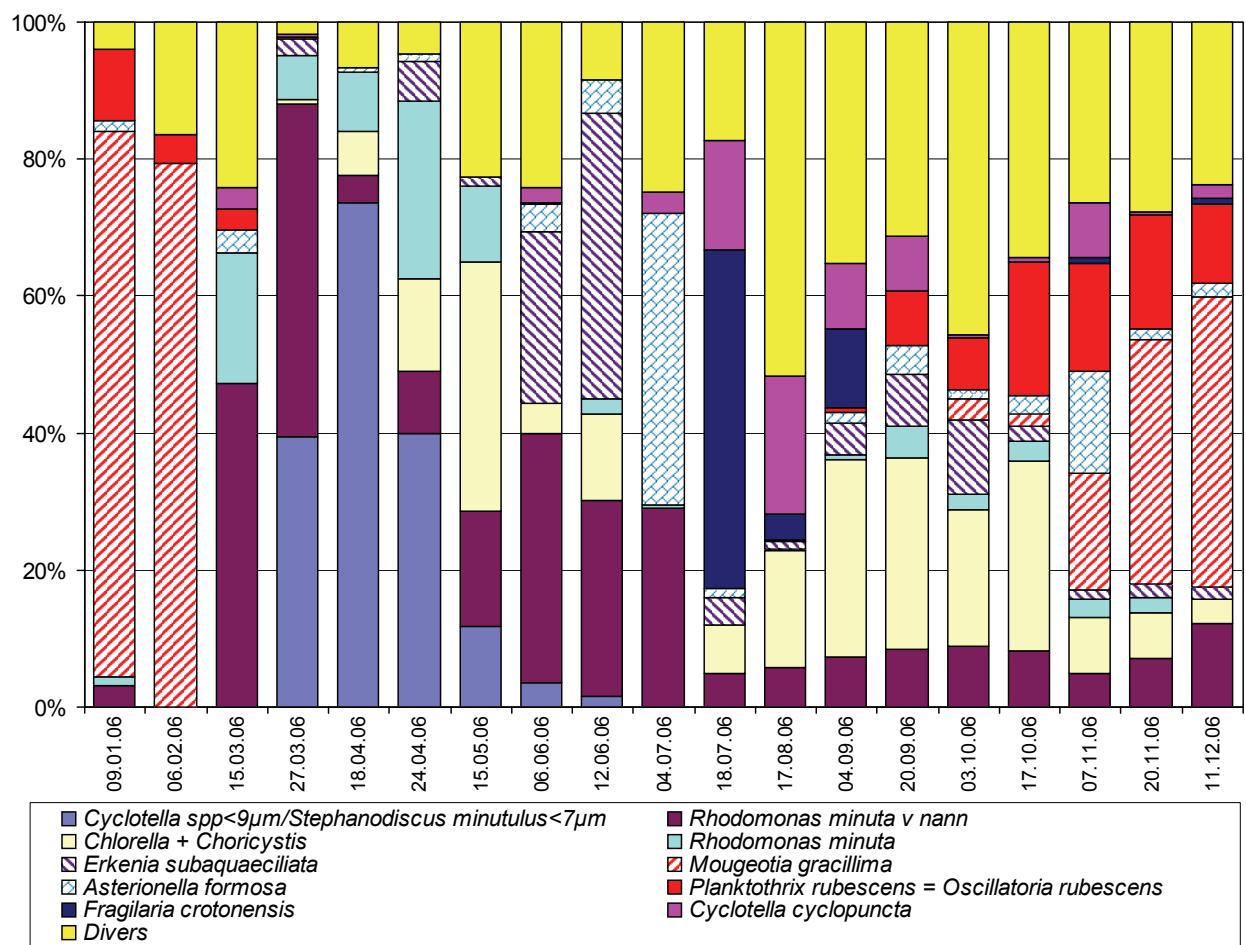


Figure 6 : Importance relative des principales espèces à la station SHL2 en 2006.

Figure 6: Relative numbers of the main species at the SHL2 station in 2006.

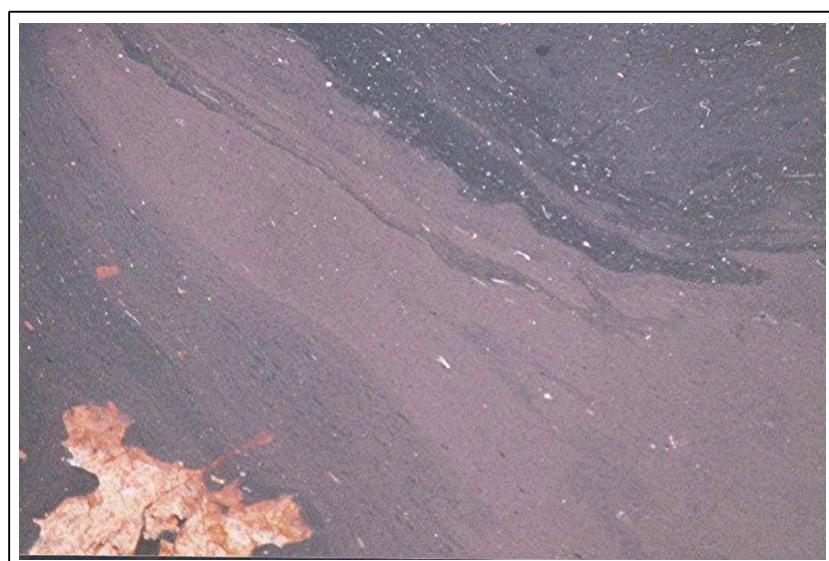


Figure 7 : Accumulation de *Planktothrix rubescens* dans le port de Sciez (Haute-Savoie, France) le 6 novembre 2006 (Photo S. Jacquet).

Figure 7: Accumulation of *Planktothrix rubescens* in the port at Sciez (Haute-Savoie, France) on 6 November 2006 (Photo S. Jacquet).

3.4 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 8 illustre ces variations pour les biomasses totale, microphytoplanctonique (longueur > 20 µm et volume > 10 000 µm³) et nanophytoplanctonique (longueur < 20 µm et volume < 10'000 µm³).

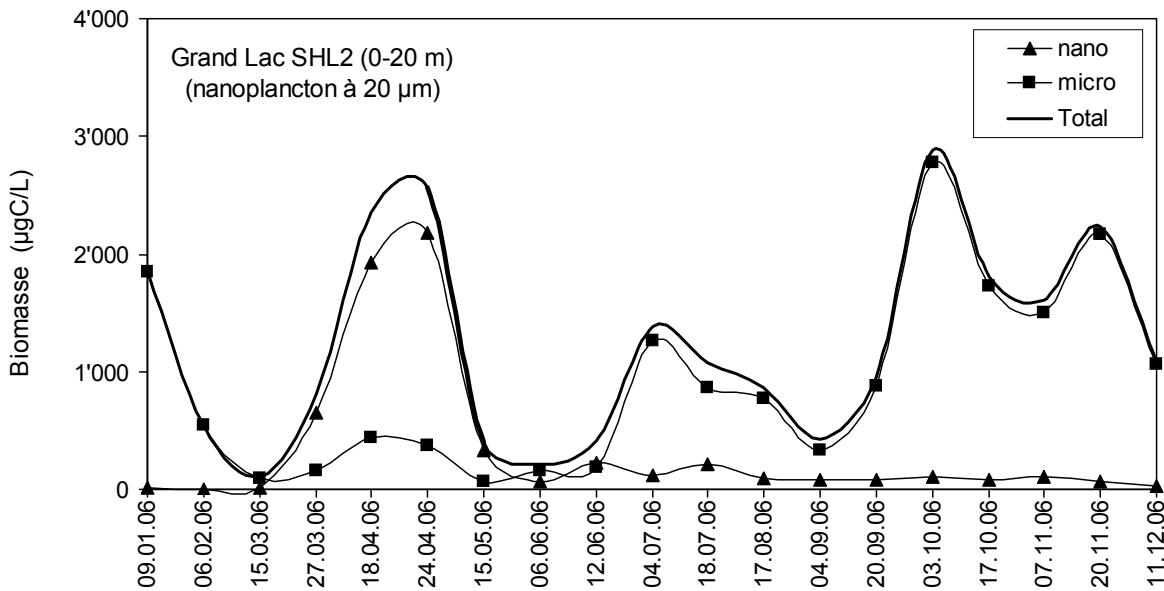


Figure 8 : Variations saisonnières des biomasses carbonées, du microphytoplancton, du nanophytoplancton et totale du phytoplancton dans le Grand Lac, (SHL 2) en 2006.

Figure 8 : Seasonal changes in total phytoplankton, microplankton and nanoplankton carbon biomass at the Station SHL 2 in Lake Geneva in 2006.

D'une manière générale, la biomasse carbonée annuelle moyenne observée en 2006 est en très forte baisse par rapport à celle enregistrée en 2005 (174 µgC/L contre 293 µg C/L), soit une diminution de 40 %.

En 2006, on observe deux pics principaux, du 18 avril au 24 avril et le 3 octobre et trois pics secondaires les 9 janvier, 4 juillet et 20 novembre. En 2005, les pics principaux étaient plus précoce. Les deux premiers pics principaux (18 avril et 24 avril) sont dus à une biomasse importante du nanophytoplancton, alors que tous les autres sont dus à des biomasses élevées de microphytoplancton.

Le 18 avril, la communauté est dominée par le groupe des petites diatomées centriques (*Cyclotella* spp / *Stephanodiscus minutulus*) avec 34 %. Le 24 avril, c'est la petite cryptophycée (*Rhodomonas minuta*) qui est dominante (45 %). Le pic du 3 octobre est dominé par la classe des cyanobactéries (66 %), précisément par *Aphanizomenon flos aquae* avec 45 % de la biomasse carbonée totale. Le 9 janvier, ce sont les conjuguées qui représentent 67 % de la biomasse totale phytoplanctonique (principalement par *Mougeotia gracillima* avec 63 %). Le pic du 4 juillet est dominé par les péridiniens (70 %) et plus particulièrement *Ceratium hirundinella* (69 %). Enfin le 20 novembre, c'est la cyanobactérie *Planktothrix rubescens* avec 45 %, qui représente la biomasse carbonée maximale à cette date. Au cours de cette année 2006, nous constatons que les différents pics sont tous obtenus avec des taxons différents.

La **phase hivernale** (de début janvier au 15 mars) se caractérise par un fort développement algal, comparable à celui observé en 2005. La biomasse moyenne observée sur cette période est de 102 µg C/L. Les espèces dominantes sont *Planktothrix rubescens* (44 % le 9 janvier) et *Mougeotia gracillima* (63 % le 9 janvier).

La **phase printanière**, observée du 15 mars au 6 juin, est caractérisée par un pic important et étalé du 18 au 24 avril avec respectivement 283 et 275 µgC/L dû essentiellement à des espèces nanoplanctoniques (*Cyclotella* spp / *Stephanodiscus minutulus* = 30 % et *Rhodomonas minuta* = 44 %).

Le 15 mai, on observe une brusque diminution de la biomasse algale, passant de 275 µgC/L le 24 avril à 46 µgC/L le 15 mai. Cette faible biomasse est observée jusqu'au début du mois de juillet. Cette forte chute des biomasses après le 24 avril correspond à un développement important du zooplancton (*Daphnies* et *Cyclops préalpinus*) qui a entraîné une prédation importante des algues (PERGA et LAINE, 2007). A noter que le 15 mai, les dénombrements ont été rendus très difficiles du fait de la présence de très nombreuses plaques, sans doute de calcite. Ce phénomène se produit parfois dans le Léman et a déjà été évoqué dans des rapports précédents.

Après la **phase des eaux claires**, observée le 6 juin (transparence de 8.4 m et biomasse de 24.9 µgC/L), la **phase estivale** est observée du 4 juillet au 20 septembre. La biomasse carbonée atteint son maximum le 4 juillet (172.4 µgC/L). 69 % de la biomasse carbonée totale à cette date est due à *Ceratium hirundinella* (19 %) et dans une moindre mesure à *Asterionella formosa* (8 %). Cette phase estivale est dominée par des espèces microplanctoniques.

La phase automnale (20 septembre au 11 décembre) est marquée par des biomasses importantes d'espèces microplanctoniques. Le 3 octobre, on constate une biomasse importante mais fugace de la cyanobactéries *Aphanizomenon flos aquae* (226 µgC/L), tandis que *Planktothrix rubescens* montre des biomasses comprises entre 90 et 172 µgC/L entre le 3 octobre et le 11 décembre.

Il est à noter qu'en fin d'année 2006, lors des importants développements de la filamenteuse *Mougeotia gracillima*, un grand nombre de cellules de cette desmidiacée était très fortement recourbée en leur milieu. Ce phénomène était dû à des bactéries parasites fixées sur les filaments, qui les déformaient et entraînaient à terme leur mort (figure 9). Ce phénomène n'avait jamais été observé dans le Léman à si grande échelle.

Globalement, la courbe de variation de la biomasse carbonée de 2006 est comparable à celle de 2005, mais montre un pic printanier plus tardif (21 mars en 2005). En 2006, la phase des eaux claires est observée le 6 juin (comme en 2004) tandis qu'elle était un peu plus tardive en 2005 (20 juin).

Le tableau 4 et la figure 10 présentent l'évolution interannuelle des biomasses carbonées printanière, estivale et annuelle moyennes.

En 2006, la biomasse carbonée printanière moyenne est en baisse par rapport à 2005 (-39 %), tout comme la biomasse carbonée estivale moyenne (-45 %). Si la biomasse carbonée moyenne annuelle nanoplanctonique est stable en 2006, ce n'est pas le cas de la biomasse carbonée moyenne annuelle microplanctonique qui diminue de 47 %.

Tableau 4 : Biomasses carbonées phytoplanktoniques (µgC/L) de 2001 à 2006 (SHL2, 0-20 m)
 BP = de janvier à la phase des eaux claires ; BE = de la phase des eaux claires à décembre
 Table 4: Phytoplankton carbon biomass (µgC(L) from 2001 to 2006 (SHL2, 0-20 m)
 BP = from January to the clear water phase; BE = from the clear water phase to december.

Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Biomasse carbonée annuelle moyenne	575	397	246	359	293	174
Biomasse carbonée printanière moyenne (BP)	127	138	150	87	205	126
Biomasse carbonée estivale moyenne (BE)	860	527	298	540	372	206
Rapport BP/BE	0.15	0.26	0.50	0.16	0.55	0.61
Biomasse carbonée printanière maximale (mois)	260 (4)	646 (3)	260 (4)	197 (5)	420 (3)	283 (4)
Biomasse carbonée estivale maximale (mois)	2'889 (8)	1'763 (8)	593 (6)	1'100 (10)	633 (9)	506 (10)
Biomasse carbonée annuelle moyenne du microphytoplankton ($L > 20 \mu\text{m}$)	548	347	196	327	256	135
Biomasse carbonée annuelle moyenne du nanophytoplankton ($L < 20 \mu\text{m}$)	27	50	50	32	37	38

En 2006, La biomasse annuelle moyenne de 174 µgC/L est la plus faible depuis 2001.

La valeur du rapport BP/BE, est elle aussi en augmentation et atteint 0.61. La biomasse printanière moyenne et la biomasse carbonée estivale moyenne quoique faibles ont généré une valeur plus importante du rapport BP/BE, indiquant un développement plus fort du phytoplankton au printemps.

Enfin, on constate que depuis deux ans, la biomasse estivale maximale carbonée se manifeste de plus en plus tardivement (octobre en 2006, juin en 2003 et août en 2002).

3.5 Contribution des principales espèces au sein de la biomasse totale

L'évolution des espèces dominantes depuis 2001 est présentée au tableau 4.

En 2006, sur 113 espèces inventorierées, seules *Planktothrix* (22 %), *Mougeotia* (12 %), *Ceratium* (12 %), *Aphanizomenon* (11 %) et *Rhodomonas* (6 %) sont considérées comme "très abondantes" (> 6 % de la biomasse totale annuelle) et constituent 63 % de la biomasse totale. En 2005, trois espèces (*Planktothrix*, *Mougeotia* et *Ceratium*) constituaient 42 % de cette biomasse.

13 autres espèces sont abondantes (entre 1 % et 6 % de la biomasse annuelle totale), dont *Cyclotella/Stephanodiscus* (6 %) et *Gymnodinium* (4 %). En tout, six taxons représentent 70 % de la biomasse totale annuelle alors qu'en 2005 dix taxons constituaient cette biomasse.

En 2006, avec 11.3 % de la biomasse carbonée relative des espèces les plus abondantes, *Aphanizomenon flos aquae* est en forte augmentation par rapport aux années précédentes (5.8 % en 2001). Pour sa part, *Planktothrix rubescens* avec 22.3 % voit sa biomasse carbonée relative pratiquement doublée par rapport à 2005 où elle atteignait déjà 13.5 %. *Ceratium hirundinella* avec 11.5 % suit la même tendance et passe de 7.5 % en 2005 à 11.5 % en 2006. La filamenteuse *Oedogonium* sp qui avait prolifié subitement en 2004 (15.6 %) disparaît quasiment cette année (moins de 1 %). Quant à *Mougeotia gracillima*, espèce traditionnelle du Léman, elle régresse fortement cette année (12.2 %) après des valeurs fortes en 2005 (21.3 %) ou 2001 (42.3 %).

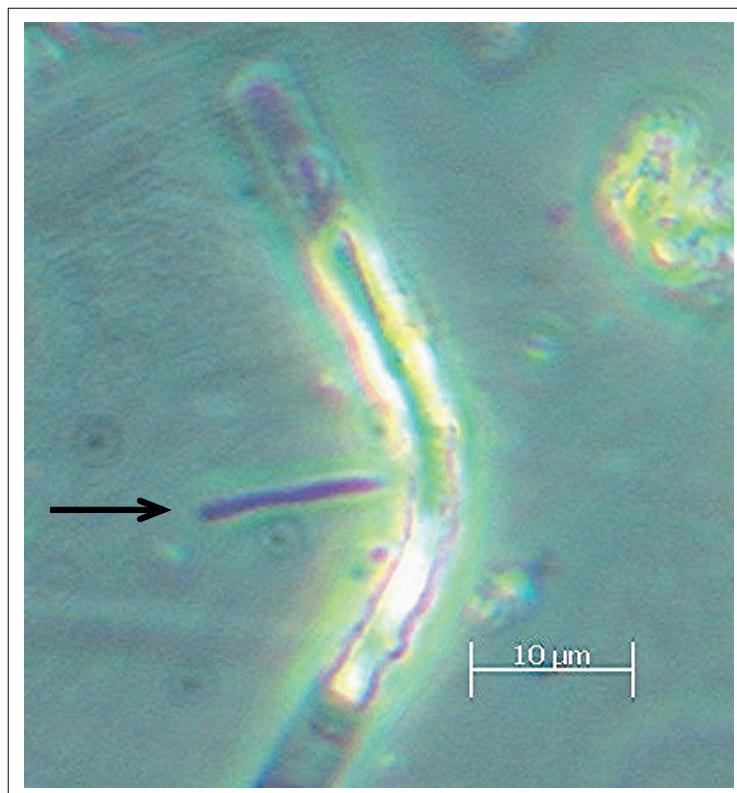


Figure 9 : Bactérie parasitant une cellule de *Mougeotia gracillima* (Photo JC Druart).
Figure 9: Bacterium parasiting a cell of *Mougeotia gracillima* (Photo JC Druart).

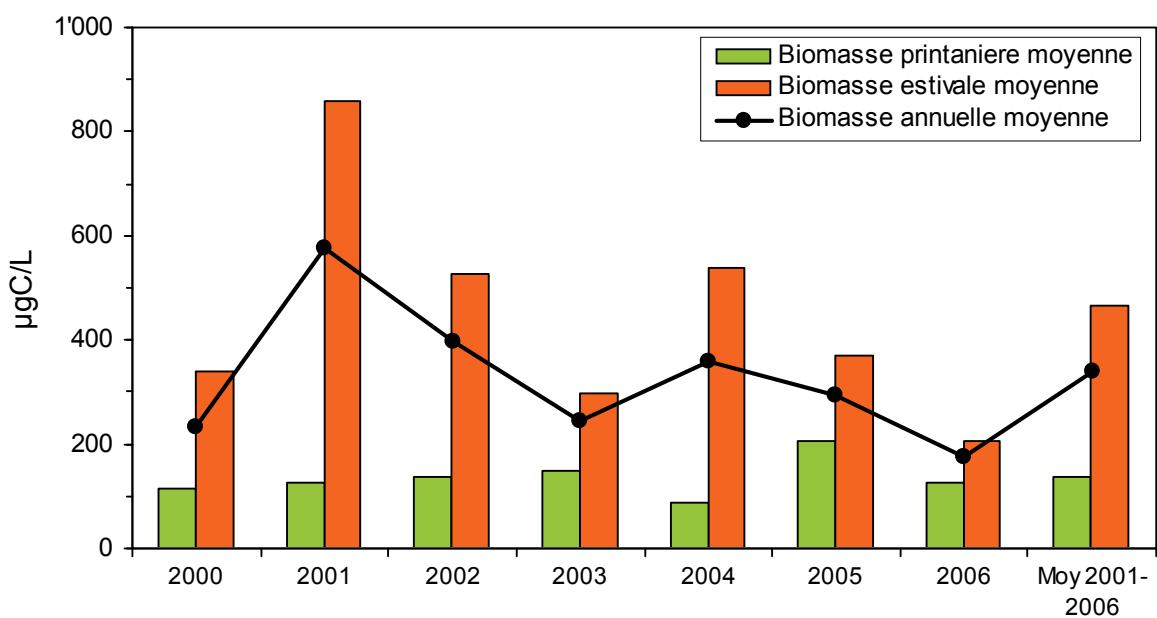


Figure 10 : Evolution des biomasses carbonées printanière, estivale et annuelle moyenne dans le Léman (SHL2) de 2001 à 2006.
Figure 10 : Change in the spring, summer and Mean Annual carbon Biomass in Lake Geneva (SHL2) from 2001 to 2006.

4. CONCLUSIONS

En 2006, la biomasse annuelle moyenne baisse de 41 % par rapport à 2005 (174 µgC/L en 2006 contre 293 µg C/L en 2005). La biomasse estivale moyenne a diminué de 45 % (206 µgC/L contre 372 µgC/L en 2005), tout comme la biomasse printanière (-39 % avec 126 µgC/L contre 205 µgC/L en 2005). La biomasse nanophytoplanctonique est similaire à 2005. Par contre les algues microplanctoniques diminuent leur biomasse, passant de 256 µgC/L en 2005 à 135 µgC/L en 2006. Le rapport BP/BE est en légère augmentation (0.61) du fait d'un développement printanier plus important de *Planktothrix rubescens* et *Mougeotia gracillima*. La diversité taxonomique a fortement augmenté cette année, passant de 92 à 113 taxons en 2006. Cinq espèces non rencontrées auparavant ont été observées en 2006.

BIBLIOGRAPHIE

- DRUART, J.C., ROBERT, M. et TADONLEKE, R. (2006) : Phytoplankton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2005, 89-100.
- PERGA, M. et LAINE, L. (2007) : Evolution du zooplancton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 103-109.
- TADONLEKE, R. (2007) : Dynamique de la production phytoplanktonique et de la biomasse chlorophyllienne dans le Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 93-102.
- UTERMÖHL, H. (1958) : Toward the improvement of the quantitative phytoplankton method. Metteilungen-Internationale Vereinigung fur Limnologie, 9, 1-38 (In German).
- WETZEL, R. G. and LICKENS, G.L., (2000) : Limnological Analyses. Third edition. Springer-Verlag New York.

Tableau 4 : Biomasse carbonée relative des espèces les plus abondantes (Léman SHL2, 2001 à 2006).
 Table 4 : Relative carbon biomass of the most abundant species (Lake Geneva SHL2, 2001 to 2006).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CYANOBACTÉRIES						
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	*5.75	*3.5	*4.4	0.8	0.3	**11.3
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>				**8.1		
<i>Aphanothecia clathrata</i> var. <i>rosea</i>		0.5			0.0	0.0
<i>Microcystis aeruginosa</i>			*1.7	0.0		0.0
<i>Microcystis delicatissima</i>		**6.4				
<i>Planktothrix rubescens</i>	*2.7	**16.6		*5.5	**13.5	**22.3
<i>Oscillatoria cf janus</i>					*3.87	
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	*1.4	*2.5	0.4	*1.6	*3.13	0.2
<i>Pseudanabaena galeata</i>	*1.2	0.4	*2.2	*1.1	*5.1	0.0
DINOPHYCÉES						
<i>Gymnodinium helveticum</i>	0.5	0.3	0.9	0.8	*1.82	*3.8
<i>Goniaulax apiculata</i>						*1.2
<i>Peridinium inconspicuum</i>			0.0	0.1		0.1
<i>Peridinium willei</i>	0.0	0.4	*2.3	0.2	*2.5	*1.3
<i>Ceratium hirundinella</i>	*3.8	**9.5	**7.3	**7.3	**7.5	**11.5
<i>Woloszynska pseudopalustre</i>		*1.1				
CRYPTOPHYCÉES						
<i>Cryptomonas</i> sp	0.9	*1.45	*1.8	*1.0	*2.2	*1.9
<i>Rhodomonas minuta</i>	*2.6	*3.6	*4.7	*1.7	*2.48	**6.1
<i>Rhodomonas minuta</i> var. <i>nannoplantonica</i>	0.2	*1.19	0.4	0.9	0.9	*1.4
CHRYSTOPHYCÉES						
<i>Dinobryon sociale</i>	*1.0	*6.0	0.9	0.0	0.5	0.1
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>stipitatum</i>	0.8	0.7	*3.5	*1.1	0.3	*1.0
<i>Dinobryon divergens</i>	*2.1		0.2	*1.9	0.7	0.5
XANTHOPHYCÉES						
<i>Tribonema</i> sp	0.8			*3.6		
DIATOMÉES						
<i>Aulacoseira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>	0.0	0.0	0.4	*1.3	*2.1	0.1
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5
<i>Stephanodiscus alpinus</i>	0.2	*1.4	0.0		0.4	*2.6
<i>Stephanodiscus minutulus</i>	0.0	0.9	0.0	0.3	0.2	
<i>Diatoma tenuis</i>	**22.8	*4.23	**6.29	*3.6	*3.7	*1.4
<i>Fragilaria crotonensis</i>	0.4	*6.1	**10.2	*2.9	*4.5	*1.6
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>angustissima</i>	0.2	*1.7	0.3		0.2	0.6
<i>Asterionella formosa</i>	0.2	0.6	0.4	*1.7	*1.1	*1.3
<i>Cymatopleura solea</i>	0.1	0.0	0.6	0.1		
<i>Cyclotella</i> spp / <i>Stephanodiscus minutulus</i>					*1.8	*5.9
<i>Cyclotella radiosa</i>	0.1	0.0	0.2		0.0	0.2
<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	0.7	*1.5	*3.8	*1.9	*3.0	0.8
<i>Tabellaria flocculosa</i>	*3.7	0.0				
CHLOROPHYCÉES						
<i>Chlamydomonadaceae</i> sp	0.0		*4.7			
<i>Chlamydomonas conica</i>	0.1		0.2		*1.5	0.1
<i>Chlamydomonas</i> sp	0.4	*1.9	*3.4	0.8	*1.5	*2.0
Chlorophycées indéterminées	0.2	0.9	*1.4	0.1	0.1	0.5
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	0.0	0.4	*1.6	0.6		0.0
<i>Eudorina elegans</i>		0.0	0.3	*1.2	*3.8	0.8
Flagellés sp						*1.3
<i>Oedogonium</i> sp			**8.1	**15.6		0.0
<i>Pseudosphaerocystis lundai</i>	0.4	**14.6	0.1	0.1	*1.1	0.1
<i>Ulothrix</i> sp		*1.7	0.1	0.3	0.0	0.0
CONJUGUÉES						
<i>Closterium aciculare</i>	0.1	0.6	0.1	0.0	*4.4	0.0
<i>Mougeotia gracillima</i>	**42.3	*4.5	*2.3	**22.6	**21.3	**12.2
<i>Staurastrum cingulum</i>	0.2	0.5		0.2	0.7	0.1

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

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

CONSEIL SCIENTIFIQUE

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE
POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN
CONTRE LA POLLUTION

RAPPORTS

SUR LES ÉTUDES
ET RECHERCHES ENTREPRISES
DANS LE BASSIN LÉMANIQUE

PROGRAMME QUINQUENNIAL 2006-2010
CAMPAGNE 2006

*Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.,
Campagne 2006, 2007*

Editeur :

Commission internationale pour la protection
des eaux du Léman contre la pollution

ACW - Changins - Bâtiment DC
50, route de Duillier
Case postale 1080
CH - 1260 NYON 1

Tél. : CH - 022 / 363 46 69
FR - 00 41 22 / 363 46 69

Fax : CH - 022 / 363 46 70
FR - 00 41 22 / 363 46 70

E-mail : cipel@cipel.org

Site web : <http://www.cipel.org>

La reproduction partielle de rapports et d'illustrations publiés dans les
"Rapports de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution"
est autorisée à la condition d'en mentionner la source.
La reproduction intégrale de rapports doit faire l'objet d'un accord avec l'éditeur.