

# ÉVOLUTION DU ZOOPLANKTON DU LÉMAN

## CHANGES IN THE ZOOPLANKTON OF LAKE GENEVA

Campagne 2002

PAR

Gérard BALVAY

avec la collaboration technique de Leslie LAINE

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

### RÉSUMÉ

*L'étude du zooplancton a pu être effectuée correctement en 2002, le phytoplancton en particulier avec ses espèces filamenteuses ayant bien moins perturbé les prélèvements qu'en 2001. Le biovolume sédimenté du zooplancton a diminué en 2002, de même que l'abondance des organismes pélagiques due à la moindre abondance des Cyclopoïdes et des Branchiopodes par rapport aux années précédentes. Il faut noter la chute drastique d'abondance de *Cyclops vicinus* et l'essor des Bosminidés après leur déclin observé en 2000, globalement plus nombreux que les Daphniidés durant le premier semestre. L'amélioration du fonctionnement du réseau trophique en 2002 est montrée par la simultanéité entre l'apparition de la phase des eaux claires, le développement printanier des branchiopodes herbivores et l'abondance réduite du nanophytoplancton.*

### ABSTRACT

*It was possible to carry out a proper investigation of the zooplankton in 2002, in particular, the phytoplankton with its filamentous species interfered much less with the sampling than in 2001. The settled zooplankton biovolume had fallen in 2002, as had the number of pelagic organisms, as a result of the lower abundance of Cyclopoida and Branchiopoda than in previous years. In particular, we noted a drastic fall in the numbers of *Cyclops vicinus* and a rise in Bosminides after the decline observed in 2000, they were now globally more numerous than daphnids during the first six months of the year. The improved performance of the trophic network compared to 2002 was revealed by the simultaneous appearance of the clear water phase, the spring development of herbivorous branchiopods and a reduction in the nanophytoplankton.*

## 1. INTRODUCTION

Le zooplancton est composé d'une multitude d'organismes, principalement des rotifères et des microcrustacés, auxquels il convient d'ajouter les bactéries (bactérioplancton), les protozoaires (protozooplancton) et durant la saison chaude les larves nageuses (larves véligères) de la moule zébrée d'eau douce *Dreissena polymorpha*. Grâce à la diversité des tailles de ces organismes et de leur mode d'alimentation, le zooplancton joue un rôle fondamental dans le fonctionnement du réseau trophique lacustre et les transferts d'énergie, par prédation sur les bactéries, les protozoaires et le phytoplancton, surtout lorsque ce dernier est facilement ingérable, et comme source de nourriture pour les poissons.

L'étude du zooplancton à la station centrale SHL2 en 2002 a bénéficié des mêmes procédures que les années précédentes. Rappelons que l'année 2001 n'avait pas pu être exploitée en raison de l'abondance du phytoplancton et surtout des algues filamenteuses ayant modifié les caractéristiques de filtration du filet à zooplancton, rendant la volumétrie du zooplancton sédimenté et les dénombrements très difficiles, voire impossibles, et surtout très peu fiables (BALVAY, 2002).

## 2. MÉTHODOLOGIE

Le zooplancton est recueilli avec deux filets jumelés à vide de maille de 0.064 mm (rotifères) ou de 0.200 mm (microcrustacés) lors de traits verticaux effectués depuis 50 mètres de profondeur jusqu'en surface.

Chaque échantillon de zooplancton, fixé au formol à 5 %, est mis à décanter durant 24 heures dans des entonnoirs cylindro-coniques gradués, à l'abri des vibrations, afin de mesurer le biovolume sédimenté. L'éventuel volume de phytoplancton déposé au-dessus du zooplancton n'est pas pris en compte.

Les microcrustacés sont identifiés et décomptés en fonction de leurs stades de développement au microscope standard sur lame de comptage à partir d'un sous-échantillon. En raison de leur grande taille et de leur faible abondance par rapport aux autres crustacés planctoniques, les cladocères prédateurs (*Bythotrephes*, *Leptodora*) sont dénombrés dans l'intégralité du prélèvement.

### 3. BIOVOLUME SÉDIMENTÉ

#### 3.1 Variations saisonnières

Le cycle d'abondance du biovolume sédimenté du zooplancton en 2002 montre toujours des variations saisonnières importantes, de 23 ml/m<sup>2</sup> (15 janvier) à 260 ml/m<sup>2</sup> (29 mai) (figure 1). Trois phases d'abondance se succèdent, constamment décroissantes : la période printanière avec un double pic d'abondance le 29 mai dû aux cladocères, la période estivale plafonnant le 19 août (cladocères et calanoïdes) et la période automnale peu marquée (calanoïdes le 28 octobre).

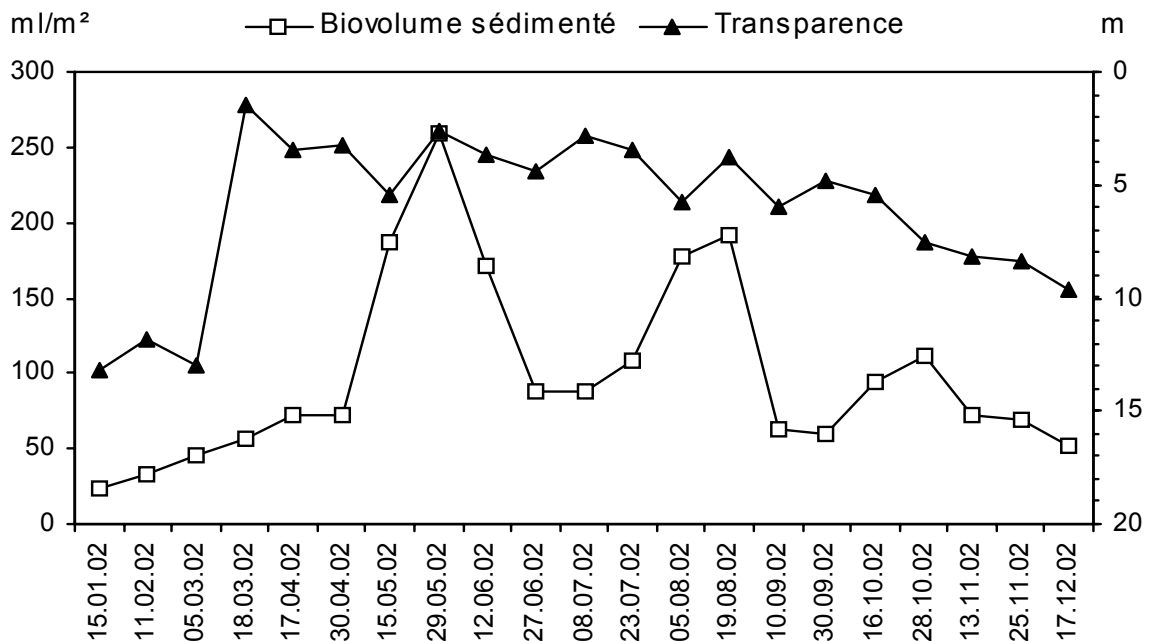


Figure 1 : Evolution du biovolume zooplanctonique sédimenté et de la transparence des eaux en 2002 (Léman, SHL2)

Figure 1 : Settled zooplankton and Secchi disk values during 2002 (lake Geneva, SHL2)

Classiquement, l'accroissement de la population des grands branchiopodes herbivores (*Daphnies*) entraîne une consommation accrue du phytoplancton et par conséquent une augmentation importante de la transparence des eaux (phase des eaux claires). Avec le développement printanier des daphnies qui a entraîné une importante limitation de la biomasse phytoplanctonique au printemps (DRUART *et al.*, 2003), ce phénomène des eaux claires a été marqué par la transparence en 2002, qui passe de 1.5 m (18 mars) à 5.4 m (15 mai) (figure 1). Il faut noter que la transparence était anormalement faible à la fin de l'hiver (1.5 m le 18 mars) en raison d'un développement précoce du phytoplancton (DRUART *et al.*, 2003). En 2001, la transparence avait augmenté de façon identique, passant de 4.5 m (9/05/01) à 8 m (11/06/01).

La courbe des variations saisonnières de la transparence en 2002 tend cependant à se rapprocher d'une courbe en " cloche ", forme fréquente au début du 20<sup>ème</sup> siècle lorsque le Léman était oligotrophe (BALVAY *et al.*, 1990). Serait-ce un indice du retour progressif du Léman à son état antérieur ? Il est bien trop tôt pour le dire en ce qui concerne ce paramètre, d'autant plus qu'au temps de FOREL (1895), le minimum de transparence apparaissait souvent en juillet alors qu'il est plus précoce actuellement (mars 2002).

### 3.2 Evolution à long terme

Le maximum absolu du biovolume sédimenté a été observé en 1981 lorsque le Léman était à la fin de sa phase d'état trophique maximum (figure 2). A partir de 1982, une tendance globale à la diminution est apparue, interrompue de temps à autre par des phases d'accroissement passager de ce biovolume. En 1997, le biovolume sédimenté moyen est de 115 ml/m<sup>2</sup>, en diminution par rapport à celui de 1996 (137 ml/m<sup>2</sup>) ; il passe à 132 ml/m<sup>2</sup> en 1998 et revient à 118 ml/m<sup>2</sup> en 1999. En 2000, le biovolume approché (calculé en l'absence des valeurs de novembre et décembre) est proche de 139 ml/m<sup>2</sup>, surestimé en l'absence des faibles valeurs de fin de l'année. En 2002, le biovolume sédimenté est en nette diminution : 91,6 ml/m<sup>2</sup>.

### 3.3 Relation phosphore total - zooplancton

Il a été possible de poursuivre cette année la relation entre l'abondance du biovolume sédimenté du zooplancton et les variations de la teneur moyenne annuelle des eaux en phosphore total (mg P/m<sup>3</sup>) (figure 2). Rappelons que les variations simultanées de ces deux paramètres ont montré un parallélisme important jusqu'en 1999 ( $r = 0,76$  ;  $N = 39$ ) (BALVAY, 2000). La tendance à l'accroissement du biovolume sédimenté qui avait été observée de 1996 à 2000 en dépit de la diminution des teneurs en P total, a cessé en 2002. L'évolution du biovolume sédimenté a retrouvé en 2002 la tendance générale observée jusqu'en 1995 avec des variations parallèles des teneurs en phosphore et du zooplancton sédimenté.

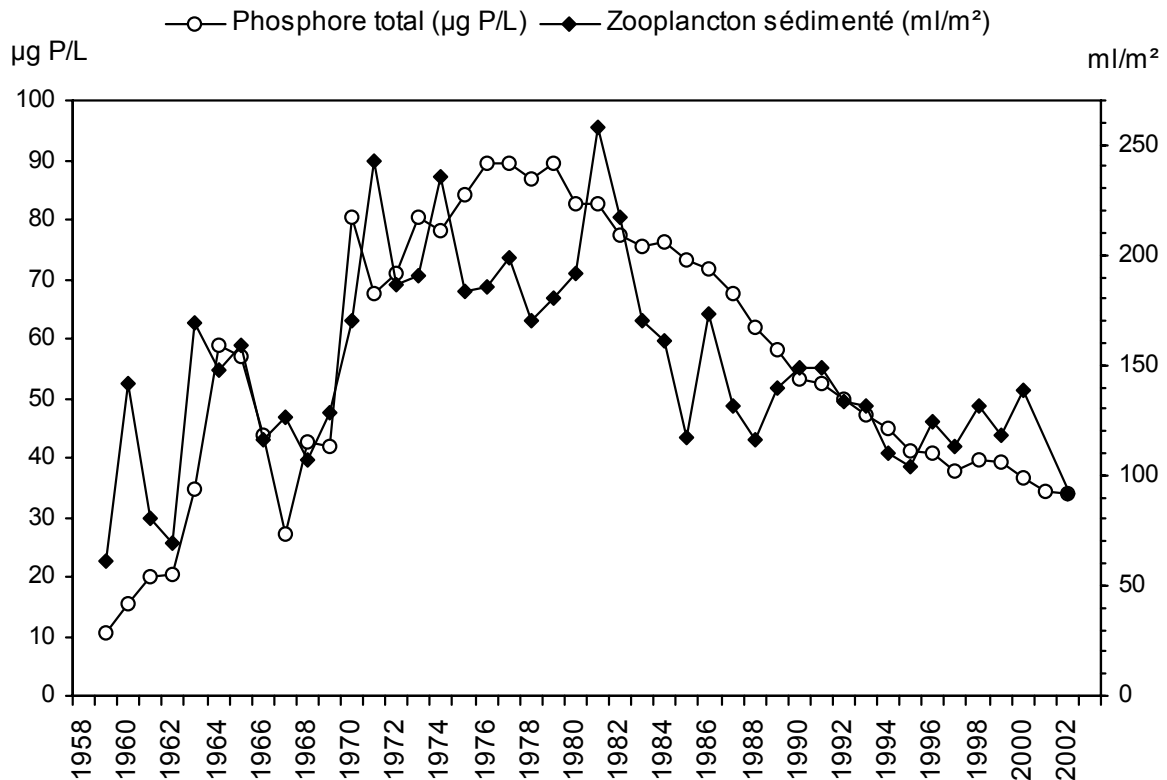


Figure 2 : Evolution des biovolumes sédimentés des moyennes annuelles en P total et de l'abondance du zooplancton sédimenté (Léman, SHL2)

Figure 2 : Annual means of total P and settled zooplankton volume (lake Geneva, SHL2)

## 4. COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE ROTATORIENNE

La liste des organismes rencontrés dans le domaine pélagique est présentée dans l'annexe 1.

### 4.1 Microcrustacés

Le zooplancton pélagique ne représente qu'une fraction de la biodiversité des microcrustacés présents dans le Léman, la faune littorale étant nettement plus diversifiée en raison de la localisation préférentielle dans cette zone des Chydoridés et de diverses espèces de Daphniidés (BALVAY, 1999).

Alors que le biovolume sédimenté présente 3 phases de moins en moins marquées au cours de l'année, l'abondance des organismes zooplanctoniques montre un peuplement accru au printemps et un second développement de moindre importance en fin d'été et en automne (figure 3).

Tableau 1: Evolution de l'abondance des groupes de microcrustacés (ind/m<sup>2</sup>) (Léman, SHL2)

Table 1: Long-term changes in the abundance of some microcrustacean groups (ind/m<sup>2</sup>) (lake Geneva, SHL2)

Moyenne annuelle	1996	1997	1998	1999	* 2000	** 2001	2002
Total Microcrustacés	441'800	390'100	410'000	414'300	* 609'500		374'800
Branchiopodes	103'500	79'800	84'300	149'000	67'700		81'300
Cyclopoïdes	141'600	164'800	132'200	116'800	199'300		81'200
Calanoïdes	196'800	145'500	193'500	148'500	342'500		212'200
<b>Abondance max.</b>							
<b>(date)</b>							
Total Microcrustacés	2'328'200 (3/06)	2'554'900 (21/05)	1'024'100 (6/05)	1'083'400 (10/05)	1'813'100 (23/05)		957'000 (15/05)
Branchiopodes	1'549'800 (3/06)	799'000 (21/05)	509'700 (6/05)	657'100 (10/05)	314'000 (23/05)		437'200 (29/05)
Cyclopoïdes	783'200 (6/05)	1'002'200 (21/05)	348'300 (20/04)	391'800 (26/04)	1'270'100 (9/05)		183'600 (17/04)
Calanoïdes	661'100 (4/11)	753'800 (21/05)	413'600 (2/11)	600'100 (13/12)	680'600 (23/05)		456'400 (12/06)

\* année incomplète

\*\* année non représentative

L'abondance moyenne annuelle des microcrustacés, en légère augmentation en 2000, diminue en 2002 en relation avec une diminution générale des Calanoïdes et des Cyclopoïdes, les Branchiopodes progressant un peu, et une réduction marquée du pic de printemps sauf chez les Branchiopodes (tableau 1). Les Calanoïdes constituent durant la majeure partie de l'année la principale composante du zooplancton crustacéen, numériquement dominants devant les cyclopoïdes et les cladocères sauf en 1997. En 2002, les Calanoïdes restent toujours dominants, représentant plus de 50% des crustacés en moyenne annuelle (tableau 1).

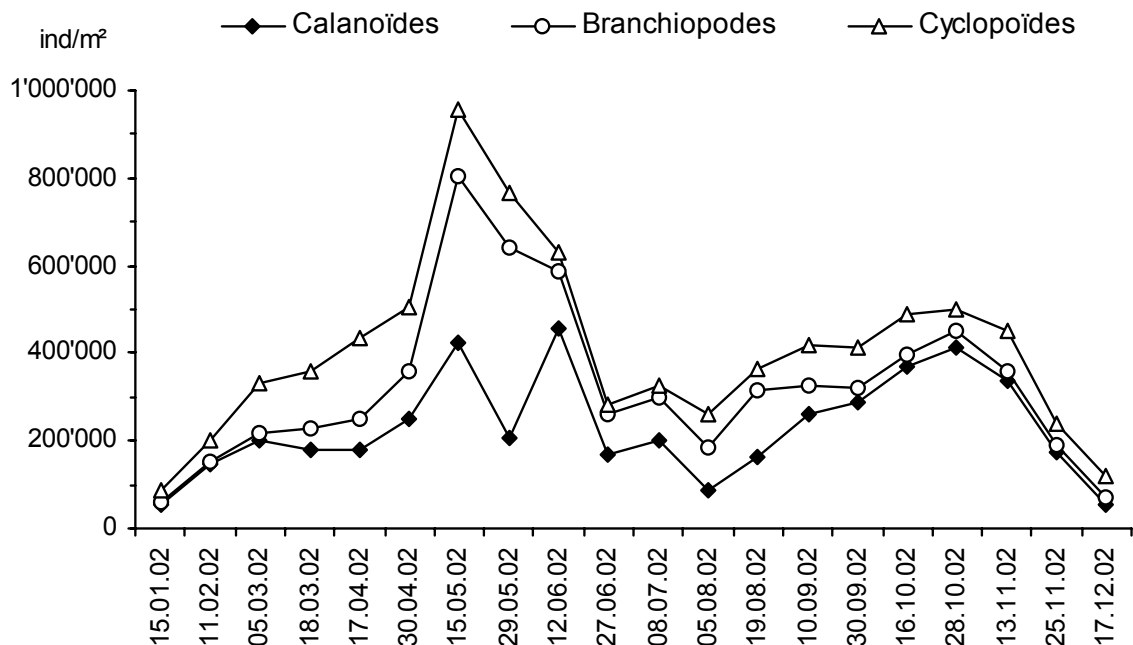


Figure 3 : Evolution du peuplement crustacéen (courbes cumulées) (Léman, SHL2)

Figure 3 : Changes in the abundance of Crustacea (cumulative curves) (lake Geneva, SHL2)

La population réduite de microcrustacés au printemps va de pair avec la diminution des teneurs en NH<sub>4</sub> dans les strates superficielles observée par LAZZAROTTO *et al.* (2003).

#### 4.1.1 Branchiopodes (Cladocères)

Ce groupe renferme des organismes herbivores, Daphniidés (*Daphnia hyalina*, *D. longispina* et *D. galeata*) et Bosminidés (*Bosmina longirostris*, *Eubosmina longispina* et *E. mixta*), ainsi que des prédateurs de grande taille (*Leptodora kindtii* et *Bythotrephes longimanus*).

Les cladocères herbivores (*Daphnia*, *Bosmina* et *Eubosmina*) constituent toujours la composante principale des Branchiopodes (76'500 ind/m<sup>2</sup>), les Bosminidés montrant une importante progression par rapport aux années antérieures (tableau 2).

Le broutage exercé par les Branchiopodes herbivores a nettement limité l'abondance printanière du phytoplancton mais s'est avéré inefficace en août lorsque les daphnies n'ont pu contrôler l'abondance du microphytoplancton et surtout de *Planktothrix rubescens* (DRUART et LAVIGNE, 2003).

Tableau 2 : Evolution de l'abondance des Branchiopodes herbivores (Léman, SHL2)

Table 2 : Long-term changes of the abundance of herbivorous Branchiopoda (lake Geneva, SHL2)

Herbivores [ind/m <sup>2</sup> ]	1996	1997	1998	1999	* 2000	** 2001	2002
Moyenne annuelle	99'800	77'000	80'800	142'900	* 62'000		76'500
Abondance max. (date)	1'541'500 (03/06)	797'900 (21/05)	507'300 (6/05)	656'400 (10/05)	307'600 (23/05)		426'000 (29/05)
<b>Daphnies [ind/m<sup>2</sup>]</b>							
Moyenne annuelle	95'100	50'700	75'200	81'000	61'800		34'600
Abondance max. (date)	1'475'900 (03/06)	474'600 (21/05)	483'500 (6/05)	304'400 (18/10)	307'100 (23/05)		142'400 (19/08)
<b>Bosmines [ind/m<sup>2</sup>]</b>							
Moyenne annuelle	4'700	26'300	5'600	64'600	235		41'900
Abondance max. (date)	65'600 (03/06)	323'300 (21/05)	23'800 (6/05)	538'000 (10/05)	1'900 (12/10)		330'500 (29/05)

\* année incomplète

\*\* année non représentative

La réduction progressive d'abondance des daphnies entre 1996 et 2002 conforte les observations de GERDEAUX (2003) sur la diminution de la participation de ces branchiopodes dans le régime alimentaire du corégone du Léman.

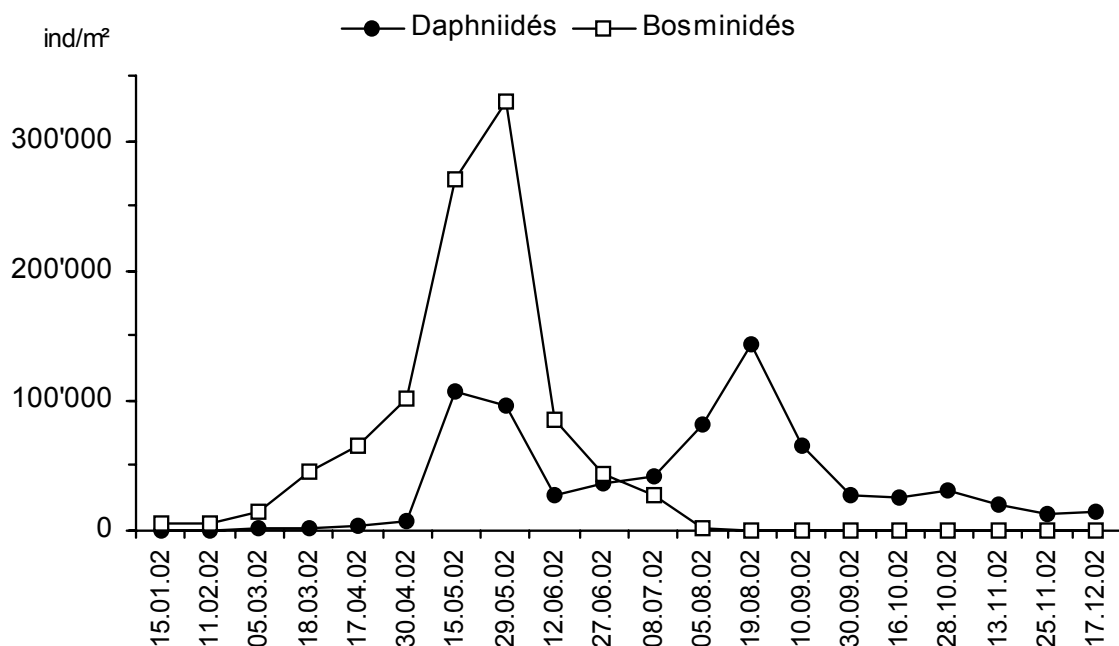


Figure 4 : Evolution des Branchiopodes herbivores (Léman, SHL2)

Figure 4 : Changes in the abundance of herbivorous Branchiopoda (lake Geneva, SHL2)

Toujours moins abondants que les cladocères herbivores, les cladocères prédateurs *Leptodora kindtii* et *Bythotrephes longimanus* présentent en moyenne annuelle des effectifs comparables à ceux des années antérieures (tableau 3).

Tableau 3 : Evolution de l'abondance des Branchiopodes carnivores (ind/m<sup>2</sup>) (Léman, SHL2)

Table 3 : Seasonal changes in carnivorous Branchiopoda (ind/m<sup>2</sup>) (lake Geneva, SHL2)

<b>Bythotrephes</b>	1996	1997	1998	1999	* 2000	** 2001	2002
Moyenne annuelle	1'100	1'000	1'100	800	* 900		970
Abondance max. (date)	6'200 (17/06)	5'100 (25/06)	5'600 (2/06)	6'100 (16/06)	4'100 (13/06)		7'000 (29/05)
<b>Leptodora</b>							
Moyenne annuelle	2'600	1'800	2'400	2'600	* 4'800		3'900
Abondance max. (date)	32'000 (5/08)	12'200 (19/08)	26'900 (20/07)	17'300 (23/08)	31'900 (8/08)		24'100 (8/07)

\* année incomplète

\*\* année non représentative

*L. kindtii* est une espèce saisonnière à preferendum estival, qui apparaît dès la mi-mars en 2002 ; elle développe une très importante population de juin à août (maximum : 24'100 ind/m<sup>2</sup> le 8 juillet) puis régresse progressivement jusqu'à disparaître à l'approche de l'hiver (figure 6).

La présence de *B. longimanus* est permanente tout au long de l'année. Son abondance maximale atteint 7'000 ind/m<sup>2</sup> le 29 mai. Cette espèce est moins abondante et présente des fluctuations saisonnières moins importantes que *L. kindtii* (figure 5). Le développement saisonnier important de ces deux prédateurs limite l'abondance des Branchiopodes durant la saison estivale.

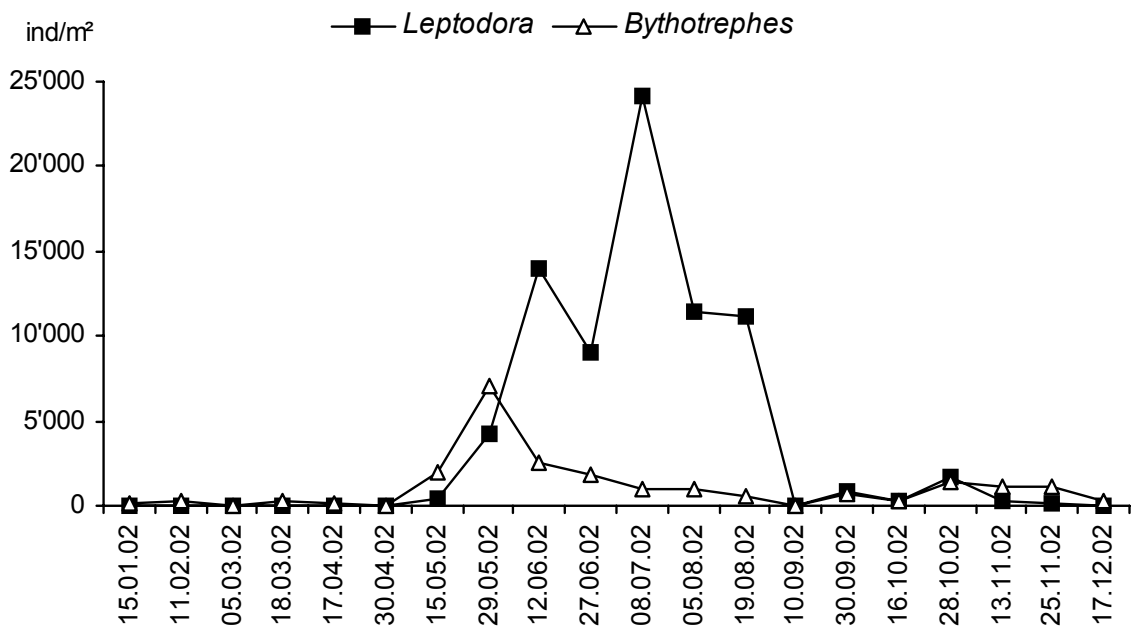


Figure 5 : Evolution saisonnière des branchiopodes prédateurs (Léman, SHL2)

Figure 5 : Seasonal changes in predatory Branchiopoda (lake Geneva, SHL2)

Ces crustacés prédateurs de grande taille constituent une part importante de l'alimentation des corégones mais leur importance relative dans les estomacs de ces poissons ne reflète pas toujours leur abondance dans les prélèvements effectués avec un filet à zooplancton. Plusieurs causes peuvent être invoquées : localisation de *Bythotrephes* au delà de 50 m de profondeur, zone non explorée par le filet, et évitement du filet par cet organisme excellent nageur. *Bythotrephes* constitue la fraction très nettement dominante du régime alimentaire des corégones d'août à octobre à une période où ce crustacé est peu fréquent dans les échantillons de zooplancton. La capture préférentielle de ces grands branchiopodes prédateurs par les poissons résulte d'un choix actif à certaines périodes comme on peut le voir par exemple en janvier et février 2002, ces individus étant relativement rares dans le zooplancton examiné à cette époque (GERDEAUX, 2003).

#### 4.1.2 Calanoïdes

*Eudiaptomus gracilis* est une composante dominante et permanente du zooplancton crustacéen à longueur d'année, avec deux périodes d'abondance accrue au printemps et en automne (figure 6). Cette population qui avait fortement progressé en 2000, décline en 2002 tout en retrouvant une abondance comparable à celles observées avant 2000 (tableau 4).

Tableau 4 : Evolution de l'abondance des calanoïdes (Léman, SHL2)

Table 4 : Seasonal changes in the abundance in *Eudiaptomus gracilis* (lake Geneva, SHL2)

Calanoïdes [ind/m <sup>2</sup> ]	1996	1997	1998	1999	* 2000	** 2001	2002
Moyenne annuelle	196'700	145'500	193'500	148'500	* 342'500		212'200
Abondance max. (date)	661'100 (04/11)	753'800 (21/05/	413'600 (2/11)	600'100 (13/12)	680'600 (23/05)		456'400 (12/06)

\* année incomplète

\*\* année non représentative

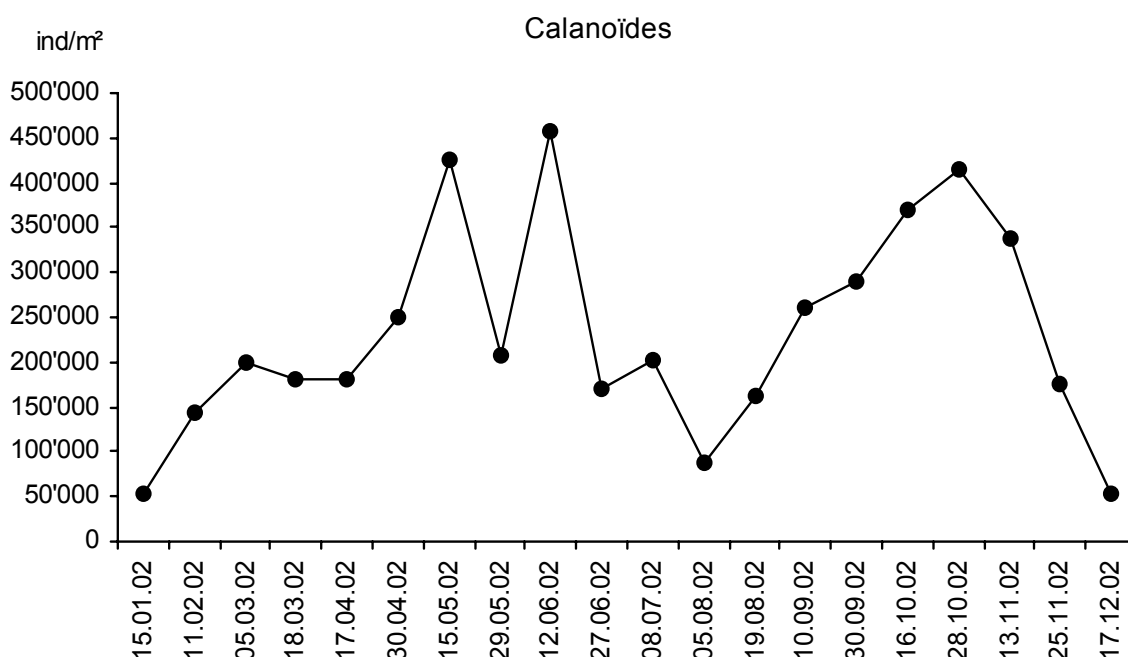


Figure 6 : Evolution saisonnière d'*Eudiaptomus gracilis* en 2002 (Léman, SHL2)

Figure 6 : Seasonal changes in the abundance of *Eudiaptomus gracilis* in 2002 (lake Geneva, SHL2)

#### 4.1.3 Cyclopoïdes

Les cyclopoïdes sont essentiellement représentés par le genre *Cyclops* (avec *C. abyssorum prealpinus* + *Cyclops* spp), genre dominant et essentiellement printanier (figure 7). *Acanthocyclops (Megacyclops) viridis* n'est apparu que de façon erratique et avec un nombre très limité d'individus dans les prélèvements.

En 2002, la population de nauplius représente 16'700 ind/m<sup>2</sup>. Ces individus n'ont pas été rattachés à une espèce particulière ; il semblerait logique de les rattacher préférentiellement à l'ensemble (*Cyclops prealpinus* + *Cyclops* spp) en raison de la rareté de *C. vicinus* dans les prélèvements. Cependant un tel rattachement n'a toutefois pas été effectué.

Les cyclopoïdes sont en très nette diminution par rapport aux années précédentes, tant en moyenne annuelle qu'en abondance maximale, en relation avec la très importante raréfaction de *C. vicinus* (tableau 5).

*C. vicinus* est très souvent considéré comme une espèce de milieu eutrophe (GEORGE, 1976 ; MAIER, 1989; KOBARI et BAN, 1998) et ses faibles effectifs observés en 2002 pourraient être mis en relation avec l'amélioration de la qualité des eaux.

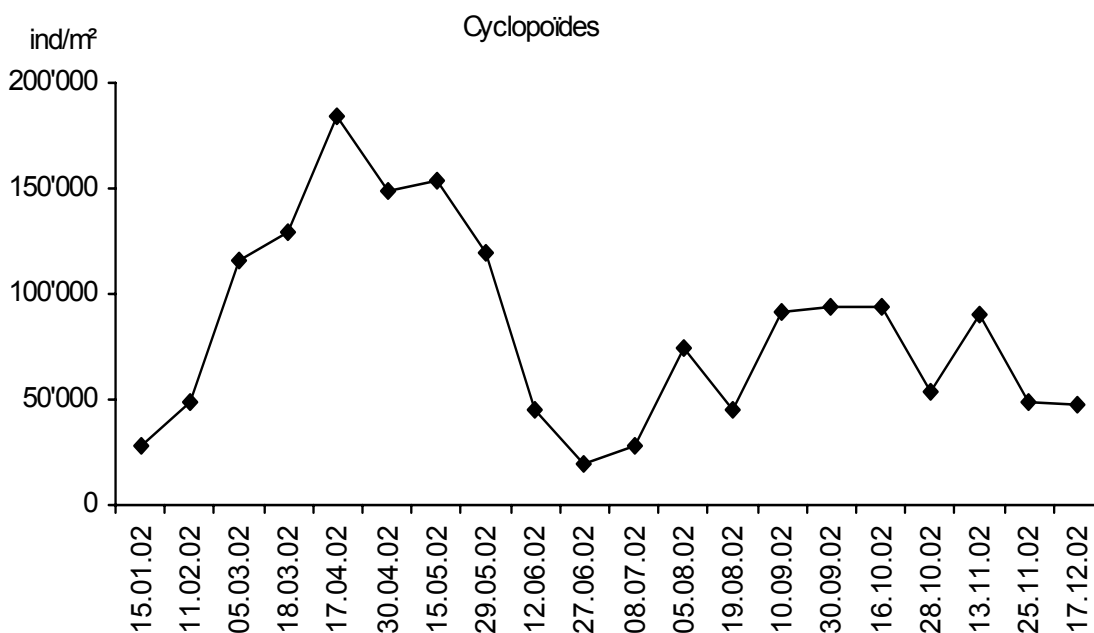


Figure 7: Evolution saisonnière de *Cyclops* spp. en 2002 (Léman, SHL2)

Figure 7: Seasonal changes in the abundance of *Cyclops* spp. in 2002 (lake Geneva, SHL2)

Tableau 5 : Evolution de l'abondance des Cyclopoïdes (Léman, SHL2)

Table 5 : Seasonal changes in the abundance of Cyclopoida (lake Geneva, SHL2)

[ind/m²]	1996	1997	1998	1999	* 2000	** 2001	2002
<b>Cyclopoïdes</b>							
Moyenne annuelle	141'600	164'800	132'200	116'800	* 199'300		81'200
Abondance max. (date)	783'200 (6/05)	1'002'200 (21/05)	348'300 (20/04)	391'800 (26/04)	1'270'100 (9/05)		183'600 (17/04)
<b><i>Cyclops vicinus</i></b>							
Moyenne annuelle	65'000	96'400	14'600	10'500	120'600		8'800
Abondance max. (date)	554'200 (6/05)	952'500 (21/05)	103'000 (6/05)	102'900 (26/04)	1'088'000 (9/05)		71'500 (17/04)
<b><i>C. prealpinus</i> + ssp</b>							
Moyenne annuelle	47'200	19'300	79'300	72'900	36'500		55'700
Abondance max. (date)	152'100 (14/10)	76'700 (23/04)	290'700 (2/11)	219'400 (26/04)	64'400 (9/05)		117'400 (29/05)
<b>Autres Cyclopoïdes</b>							
Moyenne annuelle	2'300	9'800	300	80	600		40
Abondance max. (date)	14'800 (4/11)	171'400 (28/10)	1'600 (29/09)	430 (25/05)	7'400 (23/08)		500 (5/03)
<b>Nauplii Cyclopoïdes</b>							
Moyenne annuelle	27'100	39'200	38'000	33'300	41'700		16'700
Abondance max. (date)	145'700 (6/05)	294'700 (9/04)	154'000 (20/04)	132'300 (24/03)	178'200 (10/04)		74'800 (5/03)

\* année incomplète

\*\* année non représentative



## 4.2 Aperçu sur quelques rotifères

Quelques taxons de rotifères ont été dénombrés dans les prélèvements de zooplancton où ils sont en général plus abondants que dans le filet à phytoplancton (BALVAY *et al.*, 2001). Ce sont essentiellement des espèces, coloniales (*Conochilus unicornis*) ou de grande taille, permanentes (*Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*) ou hivernales (*Notholca caudata*).

L'abondance moyenne annuelle varie selon les espèces (*C. unicornis* = 89'900 ind/m<sup>2</sup>, *K. longispina* = 35'200 ind/m<sup>2</sup>, *A. priodonta* = 15'700 ind/m<sup>2</sup>, *N. caudata* = 4'500 ind/m<sup>2</sup>), avec une succession des pics saisonniers de *N. caudata* (50'000 ind/m<sup>2</sup> le 18 mars), *A. priodonta* (82'500 ind/m<sup>2</sup> le 30 avril), *K. longispina* (322'500 ind/m<sup>2</sup> le 12 juin) et *C. unicornis* (1'041'600 ind/m<sup>2</sup> le 10 septembre) (figure 8).

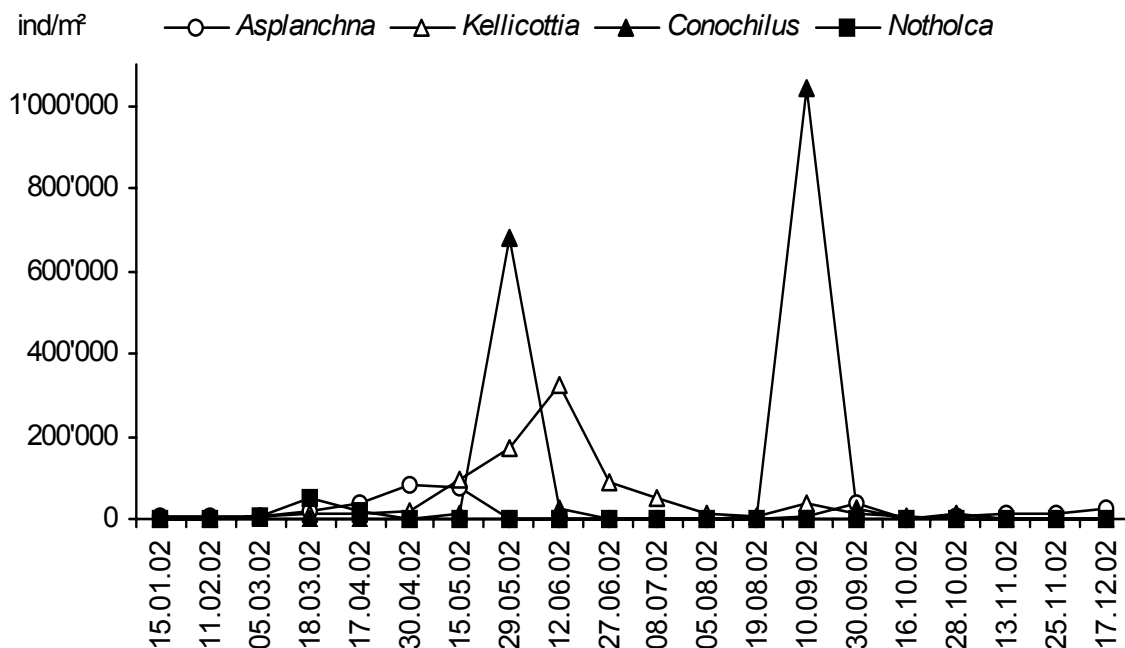


Figure 8 : Evolution saisonnière de quelques rotifères (Léman, SHL2)

Figure 8 : Seasonal changes in some Rotifera (lake Geneva, SHL2)

## 4.3 Autres groupes planctoniques

### 4.3.1 Mollusques : *Dreissena polymorpha*

Les larves véligères de la moule zébrée d'eau douce sont observées généralement de juin à octobre dans les prélèvements. A l'exception de l'année 2000, leur abondance est du même ordre de grandeur que les années précédentes (tableau 6) ; la colonisation estivale du domaine pélagique par cette espèce a été observée en août-septembre 2002 (figure 9).

Tableau 6 : Evolution de l'abondance des larves planctoniques de *Dreissena polymorpha* (Léman, SHL2)

Table 6 : Seasonal changes in the abundance of the planktonic larvae of the zebra mussel *Dreissena polymorpha* (lake Geneva, SHL2)

[ind/m <sup>2</sup> ]	1996	1997	1998	1999	* 2000	** 2001	2002
Moyenne annuelle	1'600	3'900	2'900	1'600	19'200		2'600
Abondance max. (date)	24'100 (19/08)	59'700 (4/08)	22'400 (4/08)	22'000 (2/08)	225'100 (17/07)		19'700 (19/08)

\* année incomplète

\*\* année non représentative

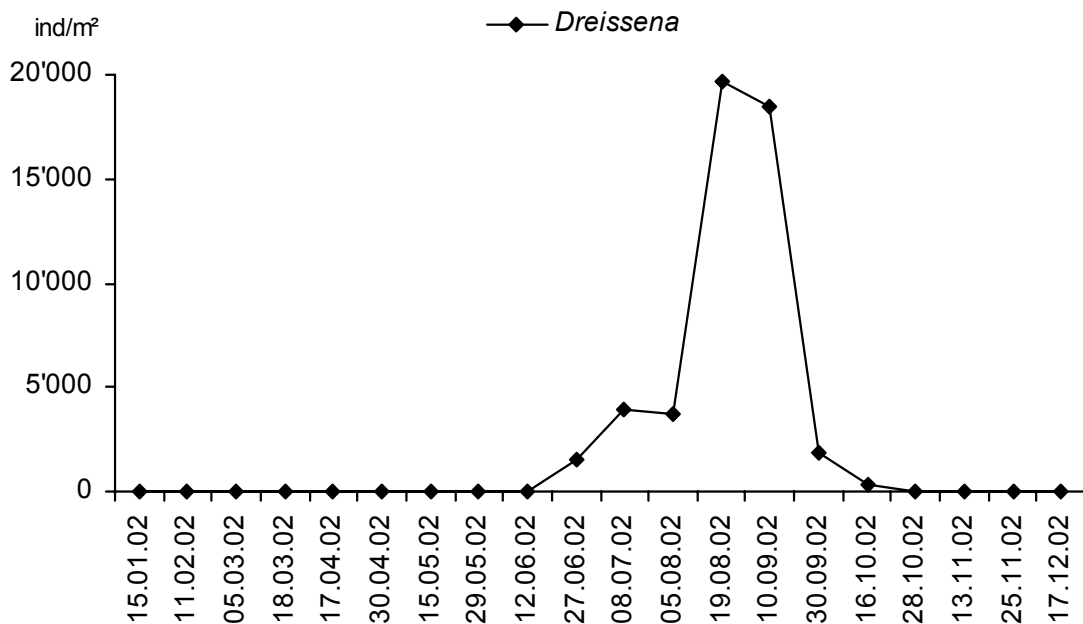


Figure 9 : Evolution saisonnière de *Dreissena polymorpha* en 2002 (Léman, SHL2)

Figure 9 : Seasonal changes in the abundance of the zebra mussel in 2002 (lake Geneva, SHL2)

#### 4.3.2 Protozoaires

Les valeurs indiquées pour la quantification des Epistylidés, Vorticellidés et Tintinnidés ne sont que des ordres de grandeur en raison du vide de maille du filet à zooplancton (0,2 mm) qui laisse échapper une grande partie de ces organismes. Mais les fluctuations observées reflètent vraisemblablement les variations réelles d'abondance de ces protozoaires (tableau 7).

Ces protozoaires sont très abondants lors des importantes poussées de phytoplancton et sont le plus souvent fixés sur les chaînes de diatomées ou dans des amas de matière organique détritique (protozoaires épiphytiques : Vorticellidés), ou sur les carapaces des microcrustacés, en particulier chez les Calanoïdes (protozoaires épizoïques : Epistylidés). Les Epistylidés sont très nombreux en mai, en relation avec le développement saisonnier des Calanoïdes sur la carapace desquels ils se fixent (figure 10).

Ces protozoaires utilisent les bactéries et la matière organique détritique issue de la décomposition des organismes. Ils jouent un double rôle dans le fonctionnement du réseau trophique, en tant que prédateurs des bactéries, consommateurs de la matière organique détritique et comme ressource nutritive complémentaire pour le zooplancton dit " herbivore ".

Tableau 7 : Evolution de l'abondance de certains protozoaires (Léman, SHL2)

Table 7 : Seasonal changes in the abundance of some Protozoans (lake Geneva, SHL2)

[ind/m²]		* 1996	* 1997	1998	1999	* 2000	** 2001	2002
Epistylidés	Moyenne		* 3'800	22'400	19'000	*85'300		402'100
	Maximum		* 66'500	195'700	101'600	745'700		2'345'200
	(date)		(25/06)	(2/11)	(19/07)	(28/06)		(29/05)
Vorticellidés	Moyenne	25'500	* 800	151'000	24'600	*253'900		110'200
	Maximum	316'600	* 14'500	1'420'100	184'100	1'925'800		532'600
	(date)	(22/04)	(3/03)	(20/04)	(26/04)	(25/04)		(8/07)
Tintinnidés ( <i>Codonella</i> )	Moyenne	* 5'400	* 40	6'700	700	* 1'600		350
	Maximum	* 60'100	* 500	93'500	13' 000	11'500		1'700
	(date)	(18/03)	(28/10)	(20/04)	(19/07)	(10/04)		(17/04)

\* année incomplète

\*\* année non représentative

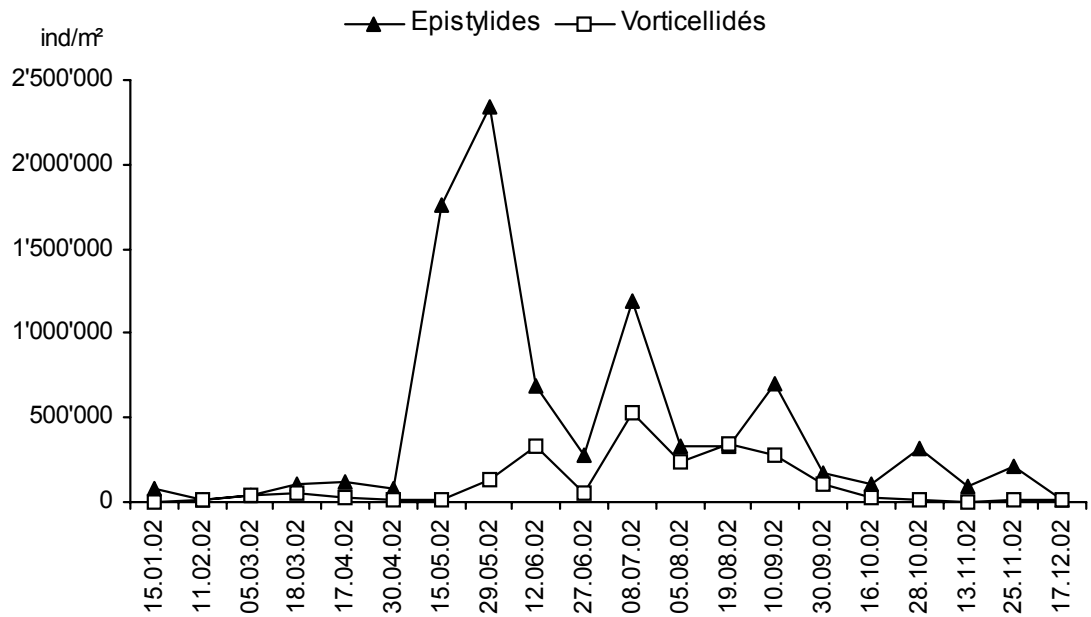


Figure 10 : Evolution de l'abondance de quelques protozoaires en 2002 (Léman, SHL2)

Figure 10 : Seasonal changes in the abundance of some protozoans in 2002 (lake Geneva, SHL2)

## 5. CONCLUSIONS

Le fonctionnement du réseau trophique durant ces dernières années a été souvent perturbé par les importants développements d'algues filamenteuses et de diatomées coloniales, difficilement ingérables par le zooplancton herbivore.

Les observations effectuées en 2002 mettent en évidence :

- la diminution du zooplancton sédimenté,
- l'abondance réduite des Cyclopoïdes et des Branchiopodes par rapport aux années précédentes,
- la chute drastique d'abondance de *Cyclops vicinus*,
- l'essor des Bosminidés après leur déclin observé en 2000, globalement plus nombreux que les Daphniidés durant le premier semestre,
- la dominance des Calanoïdes dont les effectifs, en diminution toutefois par rapport à 2000, retrouvent des abondances comparables à celles d'avant l'année 2000.

On observe, cette année encore, une excellente simultanéité entre :

- l'apparition de la phase des eaux claires, le développement printanier des branchiopodes herbivores et l'abondance réduite du nanophytoplancton,
- la population réduite des Branchiopodes au printemps excrète moins d'azote ammoniacal, d'où la moindre concentration en  $\text{NH}_4$  observée par LAZZAROTTO *et al.* (2003) dans les strates superficielles à cette période.

## BIBLIOGRAPHIE

- BALVAY, G. (1999) : Que sont devenus les rotifères et les entomostracés du Léman depuis l'époque de F.-A. Forel ? In : BERTOLA, C., GOUMAND, C. et RUBIN, J.F., Découvrir le Léman 100 ans après François-Alphonse Forel, Slatkine (éd.), Genève, 253-263.
- BALVAY, G. (2000) : Evolution du zooplancton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1999, 79-90.
- BALVAY, G. (2002) : Bref aperçu sur le zooplancton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2001, 85-88.
- BALVAY, G., GAWLER, M. et PELLETIER, J.P. (1990) : Lake trophic status and the development of the Clear Water Phase in Lake Geneva. In : M.M. Tilzer & C. Serruya (Eds), Large Lakes : Ecological Structure and Function. Brock/Springer Series in Contemporary Bioscience, Univ. Wisconsin, 580-591.
- BALVAY, G., DRUART, J.C., LAZZAROTTO, J. et GUICHARD, V. (2001) : Suivi de la qualité des eaux du lac d'Annecy 2000. Rapport SILA (éd.) et INRA-Thonon n° 201-2001, Fascicule 1, 89 p + annexes, fascicule 2, 130 p.
- DRUART, J.C., LAVIGNE, S. et PERFETTA, J. (2003) : Evolution du phytoplancton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2002, 69-83.
- FOREL, F.-A. (1895) : Le Léman. Monographie limnologique. F. Rouge (éd.) Lausanne. Réédition Slatkine, Genève. Tome 2, 651 p.
- GEORGE, D.G. (1976) : Life cycle and production of *Cyclops vicinus* in a shallow eutrophic reservoir. *Oikos*, 27, 101-110.
- GERDEAUX, D. (2003) : Régime alimentaire des corégones du Léman en milieu pélagique. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2002, 99-105.
- KOBARI, T. et BAN, S. (1998) : Life cycles of two limnetic cyclopoid copepods, *Cyclops vicinus* and *Thermocyclops crassus*, in two different habitats. *J. Plankton Res.*, 20 (6), 1073-1086.
- LAZZAROTTO, J., RAPIN, F. et CORVI, C. (2003) : Evolution physico-chimique et recherche de métaux et de quelques micropolluants dans les eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2002, 31-58.
- MAIER, G. (1989) : Variable life cycles in the freshwater copepod *Cyclops vicinus* (Uljanin 1987) : support for the predator avoidance hypothesis ? *Arch. Hydrobiol.*, 115 (2), 203-219.

**LISTE DES ORGANISMES RENCONTRÉS DANS LE LÉMAN (SHL2) EN 2002**  
**ZOOPLANKTON OBSERVED IN LAKE GENEVA (SHL2) IN 2002**

<p><b>ROTIFÈRES</b></p> <p>Brachionidae <i>Keratella cochlearis</i> <i>K. cochlearis</i> var. <i>hispida</i> <i>Keratella quadrata</i> <i>Keratella tecta</i> <i>Notholca caudata</i> <i>Kellicottia longispina</i></p> <p>Trichocercidae <i>Trichocerca rousseleti</i></p> <p>Gastropodidae <i>Ascomorpha ovalis</i></p> <p>Synchaetidae <i>Synchaeta lakowitziana</i> <i>Synchaeta oblonga</i> <i>Polyarthra dolichoptera</i> <i>Polyarthra vulgaris</i> <i>Ploesoma truncatum</i></p> <p>Asplanchnidae <i>Asplanchna priodonta</i></p> <p>Testudinellidae <i>Pompholyx sulcata</i></p> <p>Conochilidae <i>Conochilus unicornis</i></p> <p>Filiniidae <i>Filinia terminalis</i></p> <p>Collotheceidae <i>Collotheca pelagica</i> <i>Collotheca</i> sp</p>	<p><b>BRANCHIOPODES (ex CLADOCÈRES)</b></p> <p>Daphniidae <i>Daphnia galeata</i> <i>Daphnia hyalina</i> <i>D. hyalina</i> var. <i>pellucida</i> <i>D. hybrides</i> <i>Daphnia longispina</i></p> <p>Bosminidae <i>Bosmina longirostris</i> <i>Eubosmina longispina</i> <i>Eubosmina mixta</i></p> <p>Polyphemidae <i>Bythotrephes longimanus</i></p> <p>Leptodoridae <i>Leptodora kindtii</i></p> <p><b>CYCLOPOÏDES</b></p> <p><i>Acanthocyclops viridis</i> <i>Cyclops abyssorum prealpinus</i> <i>Cyclops vicinus</i></p> <p><b>CALANOÏDES</b></p> <p><i>Eudiaptomus gracilis</i></p> <p><b>MOLLUSQUES</b></p> <p><i>Dreissena polymorpha</i></p>
---	---