

ÉVOLUTION DU ZOOPLANCTON DU LÉMAN

Campagne 2000

PAR

Gérard BALVAY

avec la collaboration technique de Geneviève CHAPUIS

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

RÉSUMÉ

Comme en 1998, l'étude du zooplancton a été fortement perturbée par un développement exubérant du phytoplancton, plus spécialement en janvier, novembre et décembre 2000. Ce qui n'a pas permis une estimation correcte des valeurs moyennes annuelles pour les microcrustacés en particulier, ni de poursuivre l'étude de la relation phosphore total/ biovolume zooplanctonique sédimenté.

Le peuplement rotatorien, en accroissement numérique mais stable quant à sa composition taxinomique, est toujours caractérisé par la prépondérance des espèces oligo-mésotrophes qui dominent toujours largement dans le milieu, avec 75 % des individus dénombrés.

Le fonctionnement du réseau trophique est toujours altéré, les microcrustacés étant dans l'incapacité de contrôler efficacement l'abondance du phytoplancton à certaines périodes de l'année, lorsque ces algues sont peu consommables par les herbivores et dont le développement intense est favorisé par certaines conditions environnementales, physiques, chimiques ou climatologiques.

1. INTRODUCTION

Le zooplancton (microcrustacés et rotifères) joue un rôle fondamental dans le fonctionnement du réseau trophique lacustre, par la prédation exercée sur le phytoplancton, surtout lorsque celui-ci est facilement ingérable et comme source de nourriture pour les poissons.

L'étude du compartiment zooplanctonique du Léman à la station SHL 2 a été effectuée selon les mêmes procédures que les années précédentes.

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. En règle générale, le volume du phytoplancton déposé au dessus du zooplancton n'est pas pris en compte. Mais en 2000, l'abondance du phytoplancton recueilli dans le filet à vide de maille de 200 µm a été telle qu'il a été impossible de déterminer le volume du zooplancton, les animaux étant fortement englués au sein d'une masse énorme et compacte de *Tabellaria flocculosa*. C'est pourquoi plusieurs prélèvements de zooplancton n'ont pu être étudiés au printemps et en novembre-décembre.

L'important colmatage de la toile filtrante par les algues a modifié fortement les caractéristiques de filtration du filet; le zooplancton n'a pas été échantillonné correctement et son abondance était ainsi nettement sous-estimée par suite du contre-courant créé par le colmatage.

Les rotifères sont déterminés et dénombrés au microscope inversé après sédimentation d'un sous-échantillon en chambre d'Utermöhl. 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 du zooplancton.

3. BIOVOLUME SÉDIMENTÉ

3.1 Variations saisonnières

Le cycle d'abondance du zooplancton, exprimé à partir des biovolumes sédimentés, montre toujours des variations saisonnières importantes, de 38 ml/m² à 312 ml/m² (figure 1). Le pic printanier (343 ml/m² le 6 mai 1998, 489 ml/m² le 25 mai 1999, 312 ml/m² le 9 mai 2000) est lié à l'essor saisonnier et simultané des divers microcrustacés; à cette époque, les cladocères herbivores (Daphniidés et Bosminidés) représentent au moins 50 % des individus en 1998, 72 % en 1999 et 69 % en 2000.

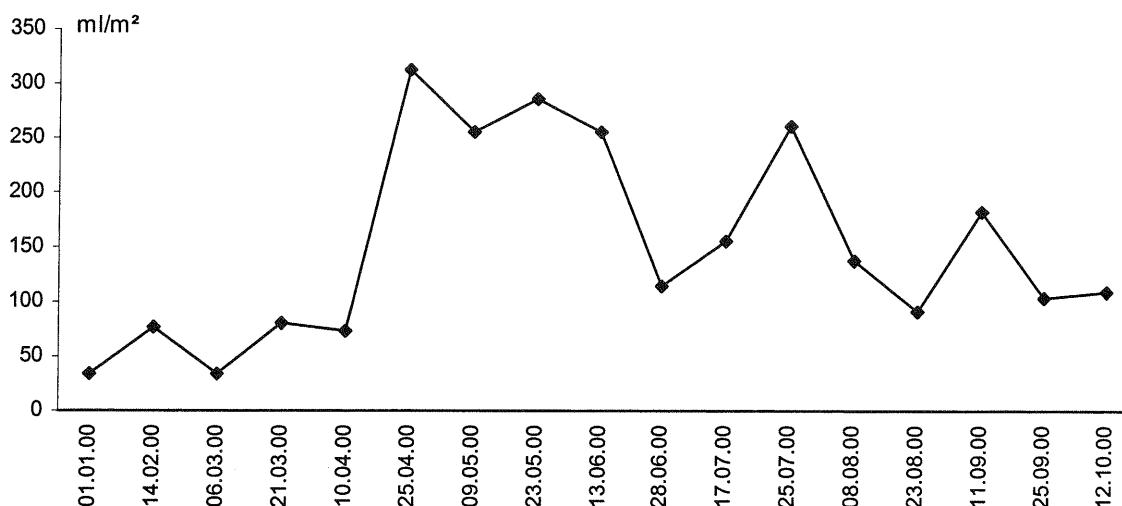


Figure 1 : Evolution du biovolume zooplanctonique sédimenté (Léman, SHL 2, année incomplète)

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. 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/m², en diminution par rapport à celui de 1996 (137 ml/m²); il passe à 132 ml/m² en 1998 et revient à 118 ml/m² en 1999. En 2000, le biovolume approché (calculé en l'absence des valeurs de novembre et décembre) est proche de 139 ml/m², surestimé en l'absence des faibles valeurs de fin de l'année.

La forte abondance des algues filamenteuses (*Tribonema* et *Mougeotia*) recueillies par le filet à zooplancton a entraîné d'importantes difficultés dans la détermination du biovolume sédimenté. La diminution observée en 1999 est certainement en relation avec un éventuel colmatage par ces algues du filet à zooplancton (maille de 200 µm) durant certaines campagnes, créant un effet de refoulement des organismes hors du filet.

3.3 Relation phosphore total - zooplancton

Il n'est pas possible de comparer cette année l'abondance du biovolume sédimenté du zooplancton aux variations inter-annuelles de la teneur moyenne annuelle des eaux en phosphore total (mgP/m³). Rappelons toutefois que les variations simultanées de ces deux paramètres ont montré un parallélisme important jusqu'en 1999 ($r = 0.76$; $N = 39$) (BALVAY, 2000).

4. COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE ROTATORIENNE

La composition de la biocénose rotatorienne est restée globalement identique à celle des années antérieures, avec 35 taxons dont 34 planctoniques (tableau 1).

Tableau 1 - Liste des Rotifères rencontrés dans le Léman en 2000

<p>ROTIFÈRES</p> <p>Brachionidae <i>Brachionus angularis</i> [?] <i>Keratella cochlearis</i> [eury] <i>K. coch. var. hispida</i> [ME] <i>K. coch. var. irregularis</i> [eury] <i>Keratella hiemalis</i> [?] <i>Keratella quadrata</i> [ME] <i>Keratella tecta</i> [E] <i>Notholca caudata</i> [O] <i>Notholca labis</i> [OM] <i>Notholca foliacea</i> (hors comptage) <i>Kellicottia longispina</i> [OM]</p> <p>Euchlanidae <i>Euchlanis dilatata</i> *</p> <p>Notommatidae <i>Notommata</i> sp [OM]</p> <p>Trichocercidae <i>Trichocerca porcellus</i> [ME] <i>Trichocerca pusilla</i> [ME] <i>Trichocerca rousseleti</i> [ME]</p> <p>Gastropodidae <i>Gastropus stylifer</i> [OM] <i>Ascomorpha ovalis</i> [OM] <i>Ascomorpha saltans</i> [OM]</p>	<p>Synchaetidae <i>Synchaeta lakowitziana</i> [OM] <i>Synchaeta oblonga</i> [OM] <i>Synchaeta pectinata</i> [E] <i>Synchaeta stylata</i> [OM] <i>Synchaeta grandis</i> [O] <i>Polyarthra dolichoptera</i> [OM] <i>Polyarthra major</i> [OM] <i>Polyarthra vulgaris</i> [OM] <i>Ploesoma hudsoni</i> [?] <i>Ploesoma truncatum</i> [OM]</p> <p>Asplanchnidae <i>Asplanchna priodonta</i> [eury]</p> <p>Testudinellidae <i>Pompholyx sulcata</i> [E]</p> <p>Conochilidae <i>Conochilus unicornis</i> [OM]</p> <p>Filiniidae <i>Filinia terminalis</i> [OM]</p> <p>Collothecidae <i>Collothea pelagica</i> [OM] <i>Collothea</i> sp. [OM]</p>
<p>Abréviations : E : eutrophe Eury : eurytope ME : méso-eutrophe O : oligotrophe OM : oligo-mésotrophe ? : statut indéterminé</p>	<p>* = espèce vue uniquement en zone littorale</p>

L'abondance moyenne annuelle des rotifères est en progression en 2000 (tableau 2). Comme en 1999, le peuplement rotatorien présente une faible abondance printanière et surtout un très important pic en automne (5'567'000 ind/m² le 12/10/2000), le pic d'été étant du même ordre de grandeur (figure 2).

Tableau 2 - Evolution de l'abondance des rotifères (Léman, SHL 2)

ind/m ²	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Moyenne annuelle	1'224'600	1'137'000	1'528'500	1'094'100	893'100	1'251'200
Pic de printemps (date)	5'116'800 (29/05) (pic majeur)	7'664'800 (03/06) (pic majeur)	3'805'700 (09/04)	3'793'700 (02/06) (pic majeur)	1'073'800 (16/06)	3'119'200 (28/06)
Pic d'été (date)	2'748'500 (07/08)	1'497'600 (19/08)	3'872'600 (25/06) (pic majeur)	2'028'500 (06/07)	2'567'500 (02/08)	2'762'200 (11/09)
Pic d'automne (date)	1'634'500 (15/11)	2'257'400 (21/10)	2'550'700 (20/10)	2'545'100 (02/11)	4'413'900 (05/10) (pic majeur)	5'567'400 (12/10) (pic majeur)

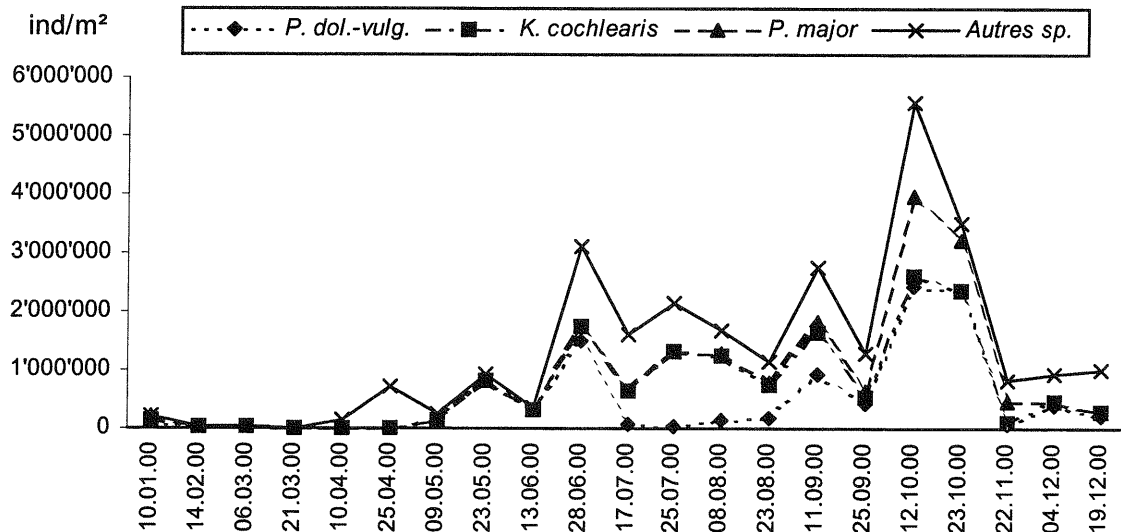


Figure 2 : Evolution du peuplement rotatorien (courbes cumulées) (Léman, SHL 2)

Tableau 3 - Abondance et importance relative des principales espèces de rotifères (Léman, SHL 2)

Espèces	1996		1997		1998		1999		2000	
	ind/m ²	%	ind/m ²	%	ind/m ²	%	ind/m ²	%	ind/m ²	%
<i>P.dolichoptera-vulgaris</i>	524'500	46.1	296'600	19.4	188'400	17.3	306'700	34.3	487'500	39.0
<i>Keratella cochlearis</i>	157'400	13.8	420'600	27.5	475'700	43.7	242'800	27.2	207'300	18.1
<i>Polyarthra cf major</i>	53'200	4.7	65'100	4.3	32'300	3.0	25'400	2.8	145'900	11.7
<i>Synchaeta stylata</i>	7'900	0.7	37'500	2.5	34'800	3.2	30'600	3.4	68'600	5.5
<i>Synchaeta oblonga</i>	102'500	9.0	211'100	13.8	87'200	8.0	80'500	9.0	58'200	4.7
<i>Kellicottia longispina</i>	53'200	4.7	64'300	4.2	49'900	4.6	52'000	5.8	36'500	2.9
<i>Pompholyx sulcata</i>	5'800	0.5	14'900	1.0	9'900	0.9	2'700	0.3	34'000	2.7
<i>Synchaeta lakowitziana</i>	35'900	3.2	116'100	7.6	35'600	3.3	18'600	2.1	30'500	2.4
<i>Ascomorpha ovalis</i>	3'700	< 0.1	11'000	0.7	16'100	1.5	13'800	1.5	30'200	2.4
<i>Conochilus spp</i>	100'800	8.9	128'500	8.4	10'400	1.0	200	< 0.1	28'000	2.2
<i>Gastropus stylifer</i>	2'500	0.2	300	< 0.1	2'900	0.3	200	< 0.1	26'000	2.1
<i>Keratella coch. hispida</i>	11'600	1.0	8'000	0.5	5'000	0.5	28'500	3.2	19'600	1.6
<i>Ascomorpha saltans</i>	100	< 0.1	29'200	1.9	3'100	0.4	1'800	0.2	16'300	1.3
<i>Keratella quadrata</i>	25'100	2.2	47'000	3.1	35'600	3.3	13'000	1.5	14'900	1.2
<i>Ploesoma truncatum</i>	5'700	0.5	Absent		2'800	0.3	5'200	0.6	11'600	0.9
<i>Synchaeta grandis</i>	6'400	0.6	6'400	0.4	3'600	0.3	1'900	0.2	11'100	0.9
<i>Asplanchna priodonta</i>	22'100	2.0	4'700	0.3	8'700	0.8	5'800	0.6	10'200	0.8
<i>Trichocerca rousseleti</i>	200	< 0.1	12'000	0.8	18'100	1.7	800	< 0.1	4'200	0.3
<i>Synchaeta pectinata</i>	7'000	0.6	12'600	0.8	4'700	0.4	2'200	0.2	2'700	0.2
<i>Notholca caudata</i>	1'500	0.1	20'400	1.3	6'000	0.6	700	< 0.1	1'100	< 0.1
<i>Keratella tecta</i>	2'000	0.2	2'100	0.1	15'000	1.4	26'200	2.9	800	< 0.1
<i>Trichocerca pusilla</i>	600	< 0.1	1'900	0.1	32'400	3.0	24'300	2.7	200	< 0.1

Le pic de printemps, en fort accroissement par rapport à l'année précédente, est encore dominé par *Polyarthra dolichoptera-vulgaris* (1'485'900 ind/m²), taxon accompagné en moindre abondance par *Synchaeta stylata* (589'700 ind/m²) et *Synchaeta oblonga* (308'900 ind/m²).

Le pic de fin d'été est très nettement dominé par *P. dolichoptera-vulgaris* (938'100 ind/m²) et *Keratella cochlearis* (+ var. *irregularis*) (719'700 ind/m²). Le pic d'automne, pic majeur en 2000 comme en 1999, est constitué par *P. dolichoptera-vulgaris* (2'415'700 ind/m²) et *P. major* (1'338'700 ind/m²), taxons associés à un très fort accroissement de *Gastropus stylifer* (429'800 ind/m²) et *Ascomorpha ovalis* (301'300 ind/m²).

En 2000, *Polyarthra dolichoptera-vulgaris*, taxon en forte augmentation numérique, occupe toujours le premier rang d'abondance devant *Keratella cochlearis* (+ var. *irregularis*) et *P. major* dont la population accuse un très fort développement par rapport aux années précédentes (tableau 3).

Les deux taxons dominants sont identiques de 1995 à 2000 malgré quelques inversions dans leur classement respectif, l'importance relative des autres espèces accompagnatrices variant selon les années, avec la progression en 2000 de *Polyarthra major* et *Synchaeta stylata* et le recul de *S. oblonga* (tableau 3).

5. ÉTAT DU LÉMAN DÉTERMINÉ PAR LES ROTIFÈRES

En ne considérant que les espèces à statut d'indicateur de niveau trophique relativement bien déterminé, la biocénose rotatorienne reste très largement dominée en 2000 par les espèces oligo-mésotrophes (tableau 4).

Tableau 4 - Répartition des différents taxons planctoniques de Rotifères en fonction de leur statut d'indicateur de niveau de trophie (Léman, SHL 2)

Statut	Oligotrophe	Oligo-mésotrophe	Méso-eutrophe	Eutrophe	Eurytrophe *	Indéterminé
Nombre de taxons	2	18	5	3	3	3
Abondance (ind/m ²)	12'200	943'600	39'000	37'500	217'400	1'400
%	1	75.4	3.1	3	17.4	0.1

* qui colonise tous les types de milieux

On note toujours la coexistence d'espèces très différentes du point de vue de leur statut d'indicateur de trophie dans un même milieu. Les calculs concernent les moyennes annuelles alors qu'au fil des saisons, les conditions environnementales changent progressivement. En hiver et au début du printemps, le milieu peut être considéré à tendance oligotrophe, mais la situation empire en automne lorsque l'intense développement des algues et la décomposition de celles-ci créent des conditions propices à un environnement à tendance méso-eutrophe ou eutrophe.

6. COMPOSITION DE LA BIOCÉNOSE CRUSTACÉENNE

6.1 Microcrustacés

6.1.1 Composition du peuplement

Le compartiment zooplanctonique ne représente qu'une fraction de la biodiversité des microcrustacés présents dans le Léman (BALVAY, 1999), la faune littorale étant nettement plus diversifiée en raison de l'importance de la famille des Chydoridés (tableau 6).

6.1.2 Abondance et cycle annuel des microcrustacés

L'abondance moyenne annuelle des microcrustacés paraît en légère augmentation en 2000, avec une augmentation du pic de printemps et une réduction de celui d'automne, phénomène déjà observé l'année précédente (tableau 5).

Tableau 5 - Evolution de l'abondance des microcrustacés (Léman, SHL 2)

ind/m ²	1996	1997	1998	1999	2000 *
Moyenne annuelle	461'300	387'200	408'100	446'300	593'500 *
Pic de printemps (date)	2'328'200 (03/06)	2'554'900 (21/05)	1'024'100 (06/05)	1'083'400 (10/05)	1'807'100 (23/05)
	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)
Pic d'automne (date)	328'300 (25/10)	380'600 (20/10)	861'800 (02/11)	703'600 (13/12)	491'900 (12/10)

* année incomplète

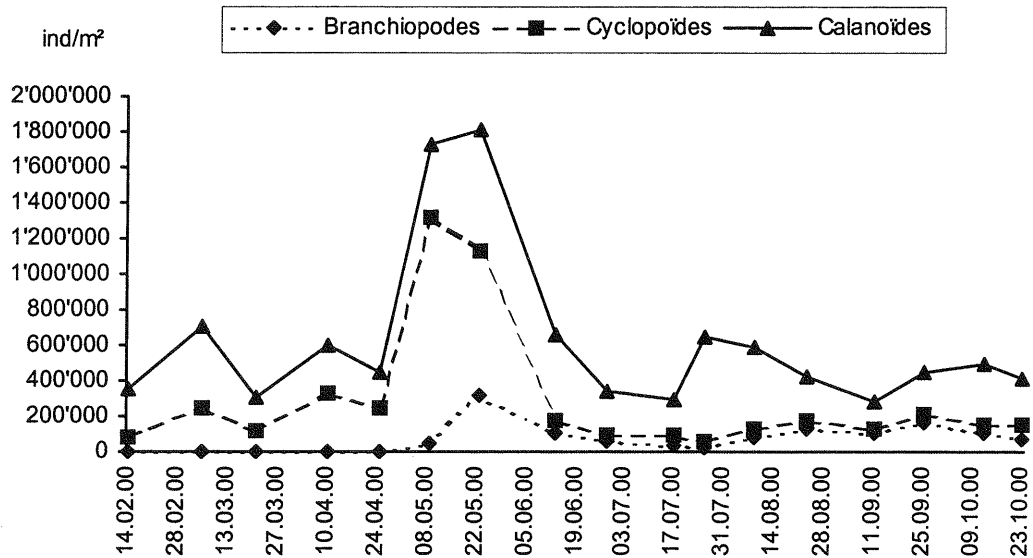


Figure 3 : Evolution du peuplement crustacéen (courbes cumulées) (Léman, SHL 2)

En moyenne annuelle, les calanoïdes sont le plus souvent dominants devant les cyclopoïdes et les cladocères sauf en 1997. En 2000, les calanoïdes restent toujours dominants devant les cyclopoïdes en augmentation et les branchiopodes en forte diminution par suite de la raréfaction des Bosminidés (tableau 7).

Tableau 6 - Liste des espèces rencontrées dans le Léman en 2000

<p>BRANCHIOPODES (ex CLADOCÈRES)</p> <p>Daphniidae <i>Ceriodaphnia pulchella</i> (hors comptage) <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> <i>Daphnia galeata</i> <i>Daphnia hyalina</i> <i>D. hyalina</i> var. <i>pellucida</i> <i>D. hybrides</i> <i>Daphnia longispina</i> <i>Simocephalus exspinosus</i>* <i>Simocephalus vetulus</i>* <i>Simocephalus serrulatus</i>*</p> <p>Bosminidae <i>Bosmina longirostris</i> <i>Eubosmina coregoni</i> (hors comptage) <i>Eubosmina longispina</i> <i>Eubosmina mixta</i></p> <p>Chydoridae <i>Acroperus harpae</i>* <i>Acroperus elongatus</i>* <i>Alona quadrangularis</i>* <i>Camptocercus rectirostris</i>* <i>Chydorus ovalis</i>* <i>Chydorus sphaericus</i>* <i>Eurycercus lamellatus</i>* <i>Pleuroxus aduncus</i>* <i>Pleuroxus denticulatus</i>* <i>Pleuroxus truncatus</i>* <i>Pleuroxus uncinatus</i></p>	<p>Macrothricidae <i>Macrothrix laticornis</i></p> <p>Ilyocryptidae <i>Ilyocryptus sordidus</i>*</p> <p>Polyphemidae <i>Bythotrephes longimanus</i> <i>Polyphemus pediculus</i>*</p> <p>Leptodoridae <i>Leptodora kindtii</i></p> <p>CYCLOPOÏDES <i>Acanthocyclops robustus</i> <i>Cyclops prealpinus</i> <i>Cyclops vicinus</i> <i>Mesocyclops leuckarti</i> <i>Eucyclops serrulatus</i>*</p> <p>CALANOÏDES <i>Eudiaptomus gracilis</i></p> <p>POECILOSTOMATIDES Argulidae <i>Argulus foliaceus</i>*</p> <p>MOLLUSQUES <i>Dreissena polymorpha</i></p>
	* = espèce vue uniquement en zone littorale

Tableau 7 - Evolution de l'abondance des groupes de microcrustacés (ind/m²) (Léman, SHL 2)

ind/m ²	1996	1997	1998	1999	2000 *
Moyenne annuelle	461'300	387'200	408'100	446'900	593'500 *
Branchiopodes	122'000	79'700	84'600	146'300	64'400
Cyclopoïdes	140'700	162'400	132'200	122'800	197'100
Calanoïdes	198'600	145'100	191'300	177'800	332'000

* année incomplète

6.2 Branchiopodes (ex. Cladocères)

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

Les cladocères "herbivores" apparaissent en nette régression (58'700 ind/m²) (tableau 8) par rapport à 1999 suite à la faible représentation des Bosminidés (< 200 ind/m²).

Bien que les Daphniidés constituent l'essentiel des branchiopodes herbivores et que les individus de grande taille (< 2 mm) aient été relativement abondants en 2000, leur broutage a été inefficace pour contrebalancer le développement du phytoplancton, surtout en présence d'algues difficilement ingérables.

Tableau 8 - Evolution de l'abondance des cladocères herbivores (Léman, SHL 2)

ind/m ²	1996	1997	1998	1999	2000 *
Moyenne annuelle	98'400	76'900	81'200	142'900	64'400 *
Pic de printemps (date)	1'541'500 (03/06)	798'000 (21/05)	507'300 (06/05)	656'400 (10/05)	307'600 (09/05)
	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)
Pic d'automne (date)	185'200 (05/08)	190'100 (19/08)	145'200 (02/11)	304'400 (19/10)	144'300 (26/09)

* année incomplète

Toujours moins abondants que les cladocères herbivores (figure 4), les cladocères prédateurs *Leptodora kindtii* et *Bythotrephes longimanus* présentent en moyenne annuelle des effectifs comparables à ceux des années précédentes (tableau 9). *L. kindtii* est une espèce saisonnière à preferendum estival, qui apparaît dès la fin de l'hiver 2000; elle développe une très importante population à partir de juin qui culmine en août (15'500 ind/m²) puis régresse progressivement jusqu'à disparaître à l'approche de l'hiver.

La présence de *B. longimanus* est permanente tout au long de l'année. Son abondance maximale atteint seulement 2'000 ind/m² en juillet. Cette espèce présente des fluctuations numériques moins importantes que chez *L. kindtii*.

Tableau 9 - Evolution de l'abondance des cladocères carnivores (ind/m²) (Léman, SHL 2)

<i>Bythotrephes</i> + <i>Leptodora</i>	1996	1997	1998	1999	2000 *
Moyenne annuelle	2'800	2'800	3'500	3'400	5'700 *
Pic de printemps (date)	8'200 (03/06)	8'600 (25/06)	6'300 (02/06)	7'200 (16/06)	6'400 (23/05)
Pic d'été (date)	35'500 (05/08)	14'600 (19/08)	27'600 (20/07)	17'600 (06/09)	32'200 (08/08)
	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)
Pic d'automne (date)	3'800 (21/10)	3'300 (20/10)	3'400 (02/11)	Pas de pic	16'000 (25/09)

* année incomplète

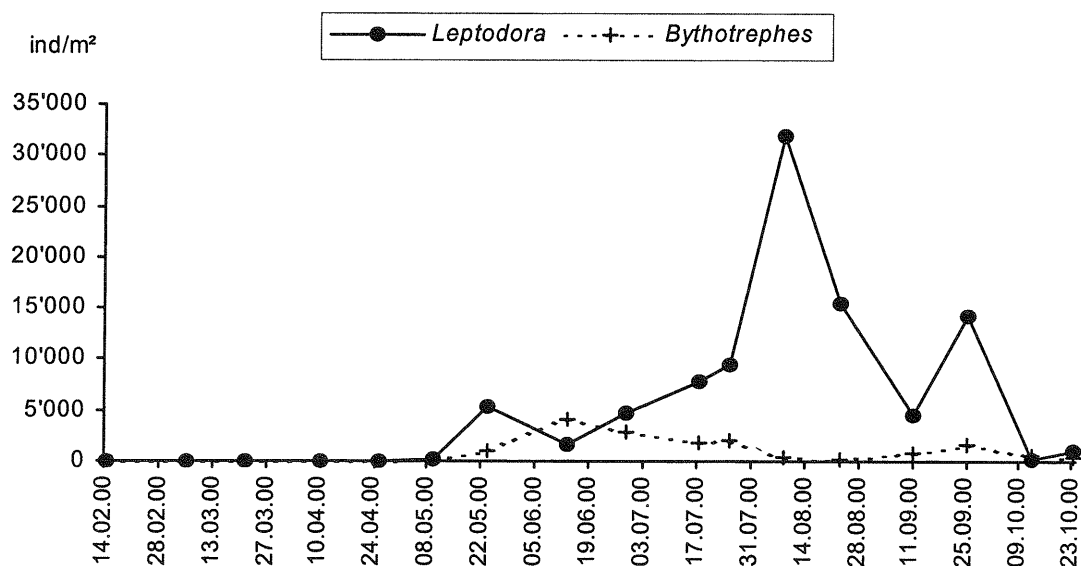


Figure 4 : Evolution saisonnière des branchiopes prédateurs (courbes non cumulées) (Léman, SHL 2)

6.3 Calanoïdes

La population d'*Eudiaptomus gracilis* progresse toujours depuis 1997, et surtout en 2000 en raison d'une intensification de tous les pics saisonniers (tableau 10). Cette espèce représente une composante permanente du zooplancton crustacéen tout au long de l'année.

Tableau 10 - Evolution de l'abondance des calanoïdes (Léman, SHL 2)

ind/m ²	1996	1997	1998	1999	2000 *
Moyenne annuelle	198'600	145'100	191'300	178'900	332'000 *
Pic d'hiver (date)	241'200 (06/05)	Pas de pic	399'900 (16/02)	204'300 (26/04)	459'100 (06/03)
Pic de printemps (date)	405'800 (03/06)	753'800 (21/05) (pic majeur)	116'500 (02/06)	165'200 (25/05)	680'600 (23/05) (pic majeur)
Pic d'été (date)	94'500 (02/08)	Pas de pic	67'400 (20/07)	133'300 (02/08)	585'400 (27/07)
Pic d'automne (date)	661'100 (04/11) (pic majeur)	138'000 (20/10)	413'600 (02/11) (pic majeur)	600'100 (13/12) (pic majeur)	334'000* (12/10)

* année incomplète

6.4 Cyclopoïdes

Les cyclopoïdes sont essentiellement représentés par *Cyclops vicinus*, espèce dominante et essentiellement printanière (120'000 ind/m²) et *C. prealpinus* (35'100 ind/m²) (figure 5). En 2000, la population de nauplius représente 41'800 ind/m², mais ces individus n'ont pas été rattachés à l'une ou l'autre de ces deux espèces en raison de leur difficile identification. A certaines périodes, il serait possible de les rattacher préférentiellement à *C. prealpinus* lorsque cette espèce est en phase de reproduction intense et lorsqu'il n'y a pas de femelles ovigères de *C. vicinus* dans les prélèvements, et inversement. Un tel rattachement n'a toutefois pas été effectué.

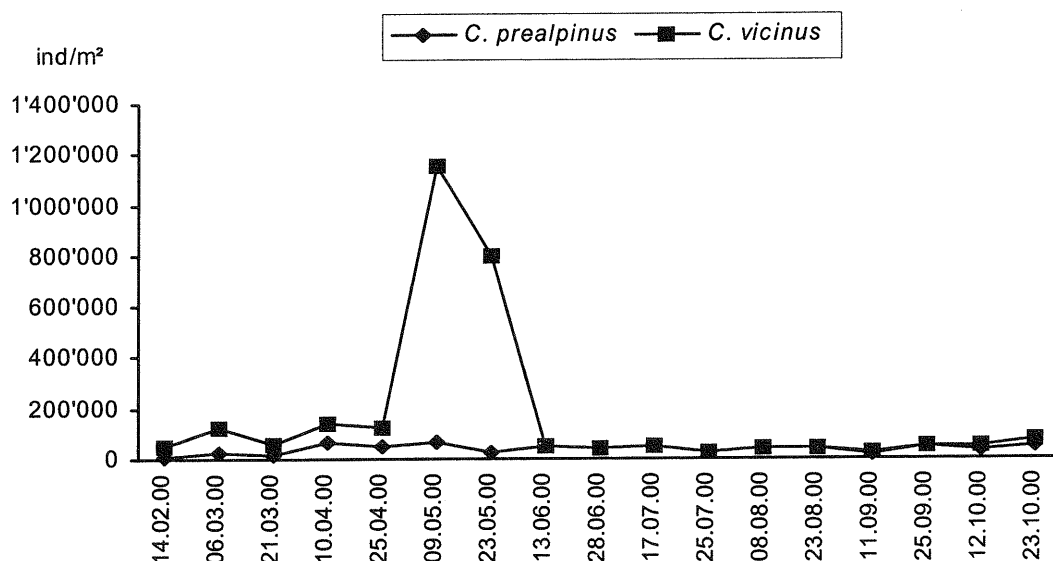


Figure 5 : Evolution saisonnière de *Cyclops* sp. (courbes non cumulées) (Léman, SHL 2)

Les autres espèces (*Acanthocyclops robustus*, *Mesocyclops leuckarti*) ne sont apparues que de façon erratique et avec un nombre très limité d'individus dans les prélèvements.

Les cyclopoïdes sont en augmentation par rapport aux années précédentes, avec des pics de printemps accrus, en rapport avec l'important développement saisonnier de *C. vicinus* et bien que cette espèce ait été très peu abondante de juin à septembre (tableau 11).

Tableau 11 - Evolution de l'abondance des cyclopoïdes (Léman, SHL 2)

ind/m ²	1996	1997	1998	1999	2000 *
Moyenne annuelle	140'700	162'400	132'200	121'100	197'100 *
Pic de printemps (date)	783'200 (06/05)	1'002'200 (21/05)	348'300 (20/04)	391'800 (26/04)	1'270'100 (09/05)
	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)	(pic majeur)
Pic d'automne (date)	187'900 (14/10)	235'200 (20/10)	299'600 (02/11)	122'900 (05/10)	81'600 (23/10)

* année incomplète

Mesocyclops leuckarti, espèce qui était réapparue en très faible abondance en 1996, est restée rare depuis cette date en zone pélagique. *Acanthocyclops robustus* présente des fluctuations inter-annuelles importantes; espèce rare en 1994, avec un développement marqué en 1995 (15'600 ind/m²), de nouveau rare en 1996 puis relativement abondante en 1997 (10'100 ind/m²), elle n'a pratiquement pas été observée ces trois dernières années.

6.5 Autres groupes planctoniques

6.5.1 Mollusques : *Dreissena polymorpha*

Les larves véligères de la moule zébrée d'eau douce sont observées généralement dans les prélèvements de juin à octobre. Leur abondance maximale est estivale et un très intense développement de cette espèce a été observé en juillet 2000 (tableau 12).

6.5.2 Protozoaires ciliés

Un essai de quantification des Epistylidés, Vorticellidés et *Codonella* sp. a été tenté. Les données obtenues ne sont que très approximatives en raison du vide de maille du filet à zooplancton (200 µm) qui laisse échapper une grande partie de ces organismes, mais les variations observées reflètent certainement les variations réelles d'abondance de ces protozoaires souvent associés au développement intense du phytoplancton et à l'abondance de la matière organique détritique (tableau 13).

Tableau 12 - Evolution de l'abondance des larves planctoniques de *Dreissena* (Léman, SHL 2)

ind/m ²	1997	1998	1999	2000 *
Moyenne annuelle	3'900	2'900	1'600	18'800
Maximum (date)	59'700 (04/08)	22'400 (04/08)	22'000 0(2/08)	225'100 17/07)

* année incomplète

Tableau 13 - Evolution de l'abondance de certains protozoaires (ind/m²) (Léman, SHL 2)

ind/m ²		1998	1999	2000 *
Epistylidés	Moyenne	21'000	19'000	82'000
	Maximum (date)	112'000 (22/06)	102'000 (19/07)	745'700 (28/06)
Vorticellidés	Moyenne	151'000	24'000	252'000
	Maximum (date)	1'430'000 (20/04)	184'000 (26/04)	1'925'800 (25/04)
<i>Codonella</i> sp	Moyenne	non dénombré	700	1'600 *
	Maximum (date)		13'700 (19/07)	11'500 (10/04)

* année incomplète

Le fonctionnement du réseau trophique ces dernières années a été soumis à d'importants développements d'algues filamenteuses et de diatomées coloniales. Ces protozoaires sont très abondants lors des poussées importantes de phytoplancton et sont le plus souvent fixés sur les chaînes de diatomées ou sur les carapaces des microcrustacés.

Ces protozoaires utilisent également les bactéries et la matière organique détritique issue de la décomposition du phytoplancton excédentaire non consommé par le zooplancton herbivore.

Ces protozoaires jouent un double rôle dans le fonctionnement du réseau trophique, en tant que prédateurs des bactéries apparaissant lors de la décomposition des poussées phytoplanctoniques, et comme ressource nutritive complémentaire pour le zooplancton " herbivore ".

7. CONCLUSIONS

Malgré l'absence de prélèvements représentatifs en janvier, novembre et décembre 2000, la biocénose zooplanctonique est qualitativement comparable à l'année précédente, mais il n'en est pas de même sur le plan quantitatif, les échantillons étudiés montrant un accroissement des calanoïdes et une réduction des branchiopodes herbivores (Daphniidés).

Comme durant les années précédentes, on observe une excellente simultanéité entre :

- le pic de printemps des microcrustacés,
- l'abondance maximale des calanoïdes et des branchiopodes herbivores (représentés essentiellement par *Daphnia hyalina* à cette date, avec 300'600 ind/m²),
- les fortes teneurs en azote ammoniacal liées à l'excrétion azotée du zooplancton (RAPIN et al., 2001) et la phase des eaux claires (transparence maximale de 7,2 m le 23 mai), en relation avec l'effondrement :
 - de la biomasse phytoplanctonique (DRUART et al., 2001),
 - de la production primaire,
 - des teneurs en chlorophylle *a* dans la zone trophogène (LEBOULANGER, 2001).

Ces interrelations entre facteurs physico-chimiques et biologiques n'apparaissent malheureusement plus au cours du dernier semestre, les branchiopodes et calanoïdes herbivores s'avérant incapables de contrôler efficacement le phytoplancton représenté à cette époque, et surtout en novembre et décembre, par la diatomée microplanctonique *Tabellaria flocculosa*.

Le fonctionnement du réseau trophique ces trois dernières années a été soumis à d'importants développements d'algues filamenteuses et de diatomées coloniales. Sur les colonies de diatomées s'est développée une importante population de protozoaires utilisant les bactéries et la matière organique détritique issue de la décomposition du phytoplancton excédentaire non consommé par le zooplancton herbivore.

En ne considérant que les espèces à statut d'indicateur de niveau trophique relativement bien déterminé, la biocénose rotatorienne reste cependant dominée par les espèces oligo-mésotrophes.

BIBLIOGRAPHIE

- BALVAY G. (1999) : Que sont devenus les rotifères et les entomostracés du Léman depuis l'époque de F.-A. Forel ? pp 253-263. In : BERTOLA, C., GOUMAND, C. et RUBIN, J.-F., Découvrir le Léman 100 ans après François-Alphonse Forel, Slatkine (éd.), Genève, 922 p.
- BALVAY G. (2000) : Evolution du zooplancton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1999, 79-90.
- DRUART, J.C., REVACLIER, R., CAUZZI, N. et LAVIGNE, S. (2001) : Evolution du phytoplancton du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2000.
- LEBOULANGER C. (2001) : La dynamique de la production phytoplanctonique et de la biomasse chlorophyllienne dans le Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., campagne 2000.
- RAPIN, F., NIREL, P., REVACLIER, R., LAZZAROTTO, J. et CORVI, C. (2001) : Evolution physico-chimique des eaux du Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2000.