

ÉVOLUTION DU PHYTOPLANCTON DU LÉMAN

Campagne 2000

PAR

Jean-Claude DRUART

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

Roger REVACLIÉ

SERVICE CANTONAL D'HYDROBIOLOGIE, CP 78, CH - 1211 GENÈVE 8

Nicolas CAUZZI

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

Sophie LAVIGNE

SERVICE CANTONAL D'HYDROBIOLOGIE, CP 78, CH - 1211 GENÈVE 8

RÉSUMÉ

En 2000, 107 taxons ont été identifiés dans le Léman, parmi lesquels quatre taxons ont été très abondants et ont produit 75 % de la biomasse totale.

*La biomasse moyenne annuelle est proche de la moyenne des cinq années précédentes. Mais sa valeur est due pour 44 % à la prolifération phénoménale de *Dinobryon sociale v. americanum* au cours de l'été, algue de la classe des chrysophycées. La fin de l'année a été marquée par la prolifération inattendue de la diatomée *Tabellaria flocculosa*.*

1. INTRODUCTION

L'étude du phytoplancton est réalisée aux stations SHL2 et GE 3, comme les années précédentes. Elle comporte l'analyse de l'évolution qualitative et quantitative des peuplements phytoplanctoniques.

Le zooplancton (BALVAY, 2001), la chlorophylle et la production primaire (LEBOULANGER, 2001), étudiés parallèlement à SHL 2, font l'objet de chapitres séparés.

2. MÉTHODES

En 2000, le phytoplancton est étudié à partir d'échantillons d'eau des couches 0-10 m et 0-20 m prélevés à la station SHL2 (Grand Lac) avec un appareil intégrateur et à GE3 (Petit Lac) avec des tuyaux lestés respectivement de 10 m et 20 m de longueur.

Ce double échantillonnage sera poursuivi en 2001 et fera l'objet d'une étude comparative en 2002.

La campagne 2000 a comporté 21 prélèvements répartis sur l'année à SHL2 et 12 prélèvements mensuels, à GE3.

L'examen qualitatif et quantitatif est effectué au microscope inversé, après fixation au lugol et concentration des organismes par sédimentation en chambre d'Utermöhl, selon le protocole suivi antérieurement. La biomasse est calculée par addition des biovolumes cellulaires, et exprimée en poids de matière fraîche par mètre cube d'eau.

3. RÉSULTATS

Afin de pouvoir comparer nos résultats avec ceux des années précédentes, nous analyserons donc les résultats des prélèvements 0-10 m.

3.1 Biomasse

3.1.1 Variations saisonnières de la biomasse

Comme chaque année, on peut distinguer plusieurs phases dans les variations saisonnières du phytoplancton (figure 1 et 2) :

- la phase hivernale à faible production phytoplanctonique avec une valeur observée de 27 mg/m³, beaucoup plus faible que l'année précédente (310 mg/m³). Cette valeur n'a jamais été aussi basse les années antérieures;
- la phase printanière prolonge la phase hivernale et culmine le 25 avril avec un pic de 2'656 mg/m³, composé surtout par la petite cryptophycée *Rhodomonas minuta*. Il faut remonter aux années 1990-1991 pour voir une telle prolifération de cette espèce nanoplanctonique;
- après les eaux claires (23 mai), la phase estivale débute le 28 juin et montre deux pics dont le premier est principalement attribuable à *Fragilaria crotonensis* et *Ceratium hirundinella*. Le second, de très forte valeur le 8 août (22'264 mg/m³), est dominé par la chrysophycée coloniale *Dinobryon sociale* var. *americanum*. Ce taxon n'avait jamais montré un tel développement dans le Léman. Puis nous observons une forte régression de la biomasse jusqu'à la fin de l'été.

Dans le Petit Lac, la phase des eaux claires a été observée le 19 juin. Le pic du 14 août est dû en bonne partie (environ 30 %) à *Dinobryon sociale* var. *americanum* comme dans le Grand Lac, mais avec une valeur de biomasse totale beaucoup plus modeste (3'285 mg/m³), qui correspond au maximum de l'année;

- la phase automnale, dominée principalement par *Diatoma tenuis* (= *D.elongatum*) se déroule très discrètement jusqu'à fin octobre.
- la phase hivernale qui suit voit une rapide augmentation de la biomasse au cours du mois de novembre (2'440 mg/m³ le 22/11), puis perdue jusqu'à la fin de l'année avec des biomasses également très fortes à chaque prélèvement. Cette biomasse est essentiellement représentée par une diatomée pennée, *Tabellaria flocculosa* qui a également été présente au cours de deux grandes périodes, février à avril et juillet à décembre.

A la fin du siècle dernier, *Tabellaria fenestrata* a été décrite à tort dans le Léman à la place de *Tabellaria flocculosa*.

Tabellaria fenestrata est un taxon qui ne se trouve pas dans des grands lacs, mais dans des milieux beaucoup plus petits. Par contre *Tabellaria flocculosa* se rencontre dans beaucoup de lacs périalpins (KRAMMER et LANGE-BERTALOT, 1991).

Pour le Petit Lac, les observations corroborent celles du Grand Lac concernant la dominance de cette diatomée, en cette période de l'année. Aussi, on dénote la présence d'un pic de croissance en décembre dans le Grand Lac et simultanément l'amorce de ce pic dans le Petit Lac.

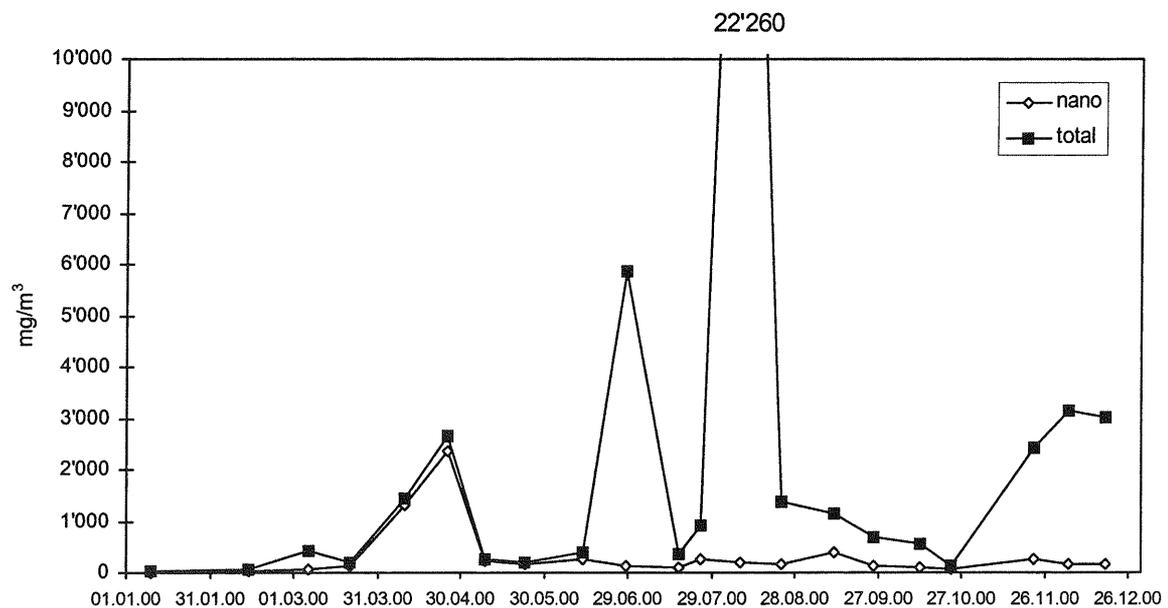


Figure 1 : Variations saisonnières de la biomasse totale du phytoplancton et de la biomasse de la fraction nanoplanctonique (matière fraîche) (Léman, SHL 2, 2000).

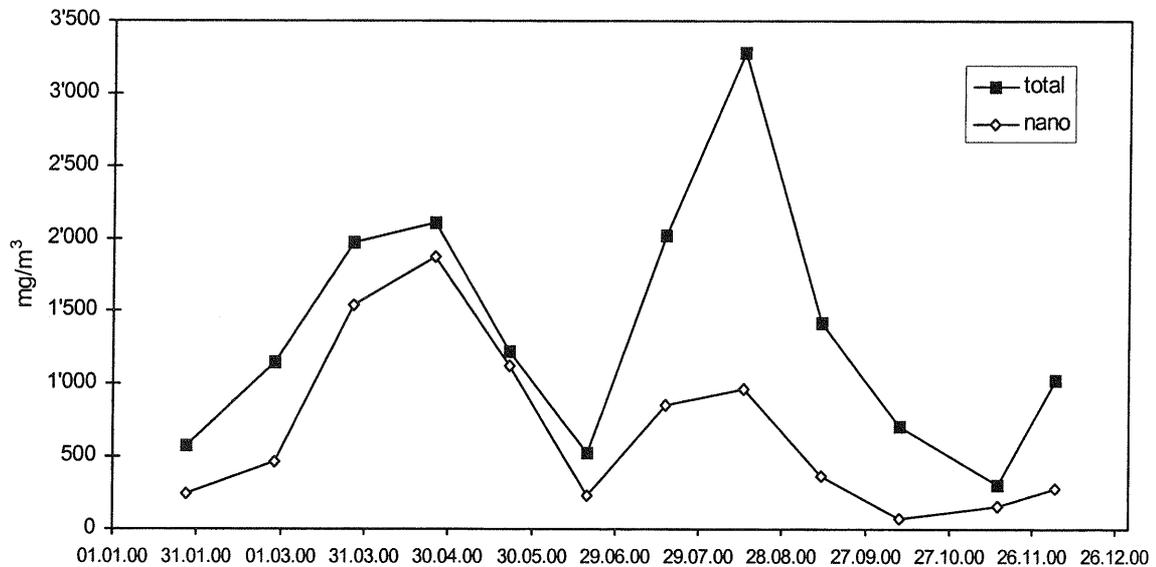


Figure 2 : Variations saisonnières de la biomasse totale du phytoplancton et de la biomasse du nanoplancton (matière fraîche) (Léman, GE 3, 2000).

3.1.2 Evolution pluriannuelle de la biomasse (figure 3 et tableau 1)

TABLEAU 1 - Biomasses annuelles moyennes, biomasses saisonnières et biomasses maximales (mg/m³) à SHL 2 de 1995 à 2000

Année	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Biomasse annuelle moyenne	1'213	1'646	1'168	1'897	2'114	2'677	2'435	2'015	2'266
Biomasse printanière moyenne (BP)	848	1'489	799	1'722	676	750	769	952	659
Biomasse estivale moyenne (BE)	1'438	1'760	1'353	2'018	3'192	3'448	3'204	2'395	3'255
PB / BE	0.59	0.85	0.59	0.85	0.21	0.22	0.24	0.40	0.20
Biomasse printanière maximale (mois)	2'181 (5)	3'316 (4)	2'139 (4)	4'400 (4)	2'271 (4)	1'977 (4)	1'813 (4)	2'703 (4)	2'650 (4)
Biomasse estivale maximale (mois)	3'334 (8)	3'685 (7)	3'213 (8)	4'736 (9)	8'978 (9)	10'347 (9)	9'010 (8)	9'187 (8)	22'258 (8)

BP = biomasse moyenne de janvier à la phase des eaux claires

BE = biomasse moyenne de la phase des eaux claires à décembre

(..) = mois où le phénomène s'est produit

Avec 2'270 mg/m³, la biomasse moyenne annuelle de l'année 2000 est très proche de la moyenne des cinq années précédentes (2'230 mg/m³).

Pour l'année 2000, la biomasse moyenne printanière (BP) (660 mg/m³ le 23 mai), dominée par les algues nanoplanctoniques, est en diminution par rapport à la moyenne des cinq années précédentes (974 mg/m³).

La biomasse estivale (BE) moyenne (3'255 mg/m³), est principalement due aux espèces de moyenne (*Dinobryon sociale*) et grande taille (*Ceratium hirundinella* et *Tabellaria flocculosa*).

De 1996 à 2000, la biomasse printanière (BP) est systématiquement inférieure à la biomasse estivale, ce que dénote bien le rapport BP/BE compris entre 0.20 et 0.40.

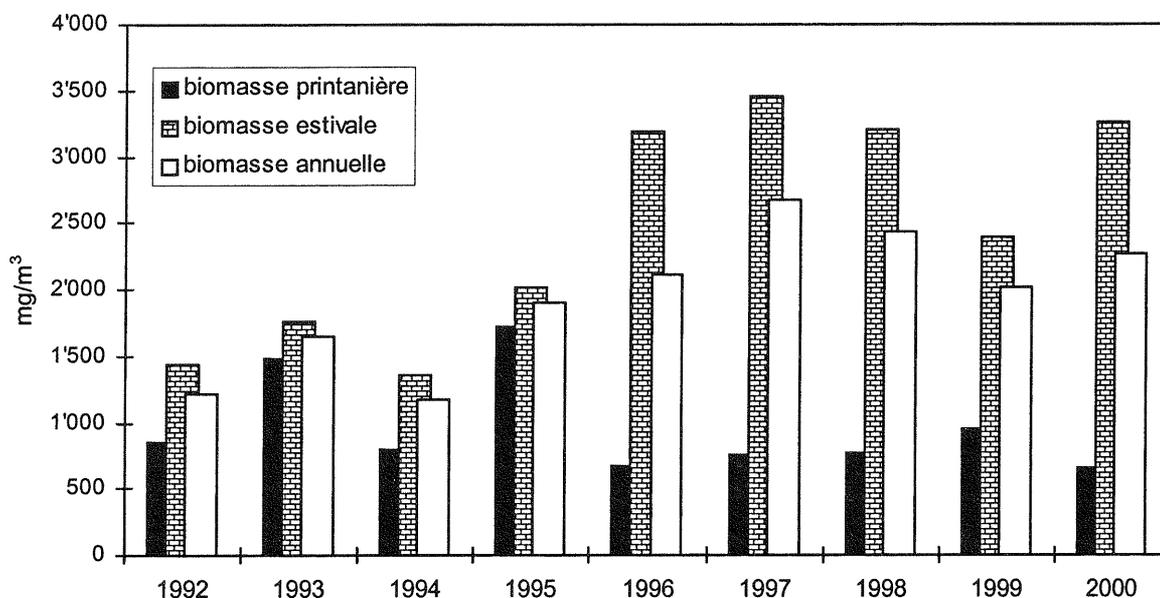


Figure 3 : Evolution des biomasses printanières, estivales et annuelles moyennes de 1992 à 2000 (Léman, SHL 2, 2000)

3.2 Richesse spécifique du phytoplancton

En 2000, 107 taxons ont été identifiés, soit 8 de moins que l'année précédente (115). La richesse spécifique du phytoplancton diminue régulièrement et est la plus faible enregistrée depuis 1992 (voir tableau 2).

Tableau 2 - Nombre de taxons de micro et de nanoplancton durant la période 1991-2000

Année	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Nano	79	70	68	64	67	61	63	59	53
Micro	72	72	74	80	59	52	63	59	54
Total	151	142	142	144	126	113	126	115	107

3.2.1 Contribution des classes d'algues et des classes de taille

La répartition du nombre de taxons entre les différentes classes d'algues et leur appartenance au nanoplancton (longueur de la cellule ou de la colonie < 50 µm et volume cellulaire < 10'000 µm³) ou au microplancton (dimensions supérieures) figurent dans le tableau 3.

Tableau 3 : Nombre de taxons de micro et nanoplancton en 2000

	MICRO	NANO	TOTAL
Cyanobactéries	12	1	13
Dinophycées	3	6	9
Cryptophycées	0	5	5
Chrysophycées	4	7	11
Diatomées	12	14	26
Chlorophycées	14	20	34
Conjuguées	9	0	9
Total 2000	54	53	107

En 2000, en terme de biomasse (figure 4), ce sont les chrysophycées qui représentent le plus fort pourcentage (47 %) devant les diatomées (28 %), les dinophycées (11 %), les cryptophycées (7 %), les chlorophycées (5 %), les conjuguées et les cyanobactéries (moins de 2 % chacune).

Cette année encore, les biomasses des différentes classes d'algues sont extrêmement variables comme on le rencontre souvent dans les grands lacs. Rien n'est établi définitivement et on le voit encore cette année où ce sont les chrysophycées qui dominent au détriment des diatomées suite à la prolifération exceptionnelle de *Dinobryon sociale* var. *americanum*. Les cyanobactéries ont fortement régressé tout comme les dinophycées.

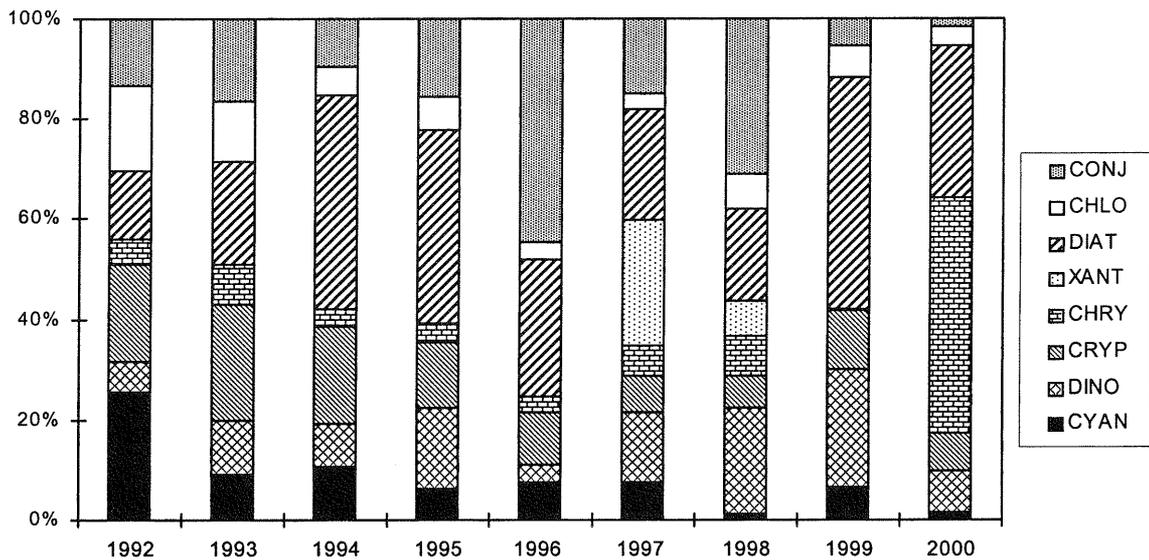


Figure 4 : Evolution des classes d'algues de 1992 à 2000 (Léman, SHL 2, 2000)

En moyenne annuelle, avec 14 %, la part du nanoplancton régresse nettement (27 % en 1999) et retrouve les valeurs de 1998 (13,4 %) (figure 5).

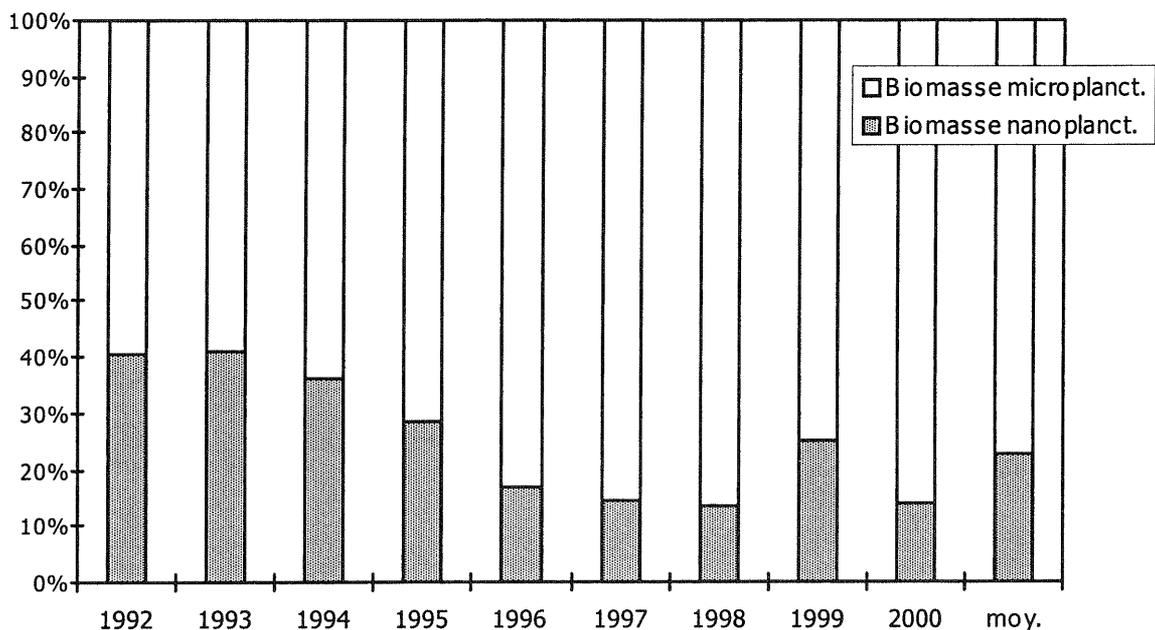


Figure 5 : Evolution de la biomasse relative du nanoplancton (nano) et du microplancton (micro) de 1992 à 2000 (Léman, SHL 2, 2000)

3.2.2 Contribution des principales espèces (tableau 4 et planche 1)

En terme de biomasse, sur les 107 taxons inventoriés en 2000, 12 sont abondants à très abondants et représentent globalement 90 % de la biomasse du phytoplancton (23 espèces en 1999 et 16 espèces en 1998) et les 2 espèces majeures représentent 57 % de cette biomasse (*Dinobryon sociale* avec 45 % et *Tabellaria flocculosa* 11.8 %). Les autres taxons sont nettement moins abondants (*Ceratium hirundinella*, 7%, *Fragilaria crotonensis* 6 %).

Pour les diatomées, c'est *Tabellaria flocculosa* qui montre un très fort développement en fin de saison (voir paragraphe 3.1).

3.2.3 Succession des espèces dominantes (figure 6)

Dans le tableau 4, il apparaît qu'en 2000, comme en 1999, seuls 4 taxons sont classés comme très abondants (plus de 6 % de la biomasse totale); sans entrer dans les détails on relèvera les éléments suivants :

- au début de l'année (généralement au mois d'avril), des espèces de petite taille occupent une place majeure dans la biomasse; il s'agit: des cryptophycées nanoplanctoniques *Rhodomonas* spp, des petites diatomées centriques *Stephanodiscus minutulus* et *Cyclotella cyclopuncta*, de la diatomée coloniale *Asterionella formosa*, de *Cryptomonas* sp en juin, de *Gymnodinium helveticum* et de *Staurastrum cingulum*.
- *Fragilaria crotonensis* et *Ceratium hirundinella* deviennent dominante en juillet comme l'année précédente.
- Le mois d'août voit un très fort développement de la chrysophycée coloniale *Dinobryon sociale* ainsi que de la petite chlorophycée *Nephrocytium agardhianum*.
- A partir de novembre, la diatomée coloniale *Tabellaria flocculosa* produit une très forte biomasse et ce jusqu'au printemps de l'année suivante (données non présentées).

4. CONCLUSIONS

En terme de composition spécifique, l'année 2000 se singularise par un très fort développement de la chrysophycée *Dinobryon sociale* v. *americanum*, algue dont les cellules flagellées sont groupées en colonies. Cette espèce est mixotrophe c'est-à-dire capable de subvenir aux besoins de son métabolisme à la fois par photosynthèse et par assimilation des composés organiques présents dans l'eau.

Ces caractères en font une espèce capable de proliférer dans des eaux relativement pauvre en phosphore minéral.

Le nombre énorme de cellules comptées le 8 août à SHL 2 peut s'expliquer par une accumulation locale de cette algue mobile.

Le second phénomène à relever est la prolifération hivernale de la diatomée *Tabellaria flocculosa*. Cette poussée planctonique, exceptionnelle en hiver, s'est prolongée jusqu'en mars 2001. Elle pourrait s'expliquer, en partie, par un hiver particulièrement doux. Cette espèce se rencontre dans des eaux de niveaux trophiques variés (KRAMMER et LANGE-BERTALOT, 1991).

En ce qui concerne les biomasses, l'année 2000 ne se singularise pas par rapport aux cinq années précédentes. Son déroulement confirme une situation qui s'est développée depuis 1996, à savoir de faibles biomasses printanières comparées à des biomasses estivales ou de fin d'année plus élevées.

Ces observations sont conformes au modèle explicatif de l'évolution du phytoplancton proposé par ANNEVILLE et al. (2001) : déclin précoce de la communauté phytoplanctonique printanière, précocité de la phase des eaux claires, prolifération d'espèces adaptées à de faibles concentrations en nutriments et d'espèces capables de se développer sous de faibles intensités lumineuses (*Dinobryon* et *Tabellaria* en 2000).

TABLEAU 4 : Biomasse relative des espèces les plus abondantes (Léman SHL 2, 1996 à 2000)

	1996	1997	1998	1999	2000
CYANOBACTÉRIES					
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	1.1*	0.3	0,1	0,01	0,8
<i>Lemmermaniella</i> sp				1.1*	
<i>Oscillatoria rubescens</i>	2.7*	6.6**	0.5	1.0*	0
<i>Oscillatoria limnetica</i>	1.2*	0.2	0.1	1.7*	0,2
<i>Pseudanabaena galeata</i>				2.9*	0,3
DINOPHYCÉES					
<i>Gymnodinium helveticum</i>	1.0*	1.0*	0.3	1.0*	9
<i>Peridinium willei</i>	0.5	2.2*	0,6	2.2*	
<i>Peridiniopsis elpatiewskii</i>				2.5*	
<i>Ceratium hirundinella</i>	2.0*	10.1**	19.5**	16.2**	6.9**
CRYPTOPHYCÉES					
<i>Cryptomonas</i> spp	5.4*	2.3*	3.0*	6.5**	2.1*
<i>Rhodomonas minuta</i>	2.9*	2.7*	1.9*	3.4*	4.4*
<i>Rhodomonas minuta</i> v. <i>nannoplanctica</i>	2.6*	2.2*	1.1*	1.4*	1.1*
CHRYSOPHYCÉES					
<i>Dinobryon sociale</i>	1.8*	5.4*	4.9*	1.2*	45.5**
<i>Dinobryon divergens</i>		3.1	3.1*	0.7	0.9
DIATOMÉES					
<i>Aulacoseira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>	0.7	0.3	0.1	0.5	0
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	0.6	0.2	0.3	1.7*	0.3
<i>Stephanodiscus minutulus</i>	1.0	1.7*	0.0	2.2*	1.5*
<i>Diatoma elongatum</i>	19.1**	13.8**	9.1**	26.2**	1.5*
<i>Fragilaria crotonensis</i>	3.9*	1.2*	1.9*	7.8**	7.3**
<i>Asterionella formosa</i>	1.1*	3.2*	3.4*	1.8*	1.2*
<i>Synedra acus</i> v. <i>angustissima</i>	1.2*	0.1	0.9	1.1*	0.3
<i>Cyclotella radiosa</i>	0.4	0.9	1.2*	0.0	
<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	0.2	0.0	0.4	2.0*	0.9
<i>Tabellaria flocculosa</i>		0.5	0.6	0.5	15.3**
CHLOROPHYCÉES					
<i>Pediastrum boryanum</i>	0.2	0.3	1.3*	0.3	0.2
<i>Chlamydomonas</i> sp	0.4	0.9	1.7*	1.4*	
<i>Tetraedron minimum</i>				1.3*	0,1
<i>Nephrocytium agardhianum</i>					2.1*
XANTHOPHYCÉES					
<i>Tribonema ambiguum</i>	1.0*	25.1**	6.9**	0.1	
CONJUGUÉES					
<i>Mougeotia gracillima</i>	37.9**	10.3**	24.4**	1.9*	0.2
<i>Closterium aciculare</i>	1.6*	1.4*	0.0	0.1	0
<i>Staurastrum cingulum</i>	1.3*	0.5	5.1*	1.4*	1.0*
<i>Staurastrum johnsonii</i>	0,3	0,3	1.2*	0,1	0,2

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

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

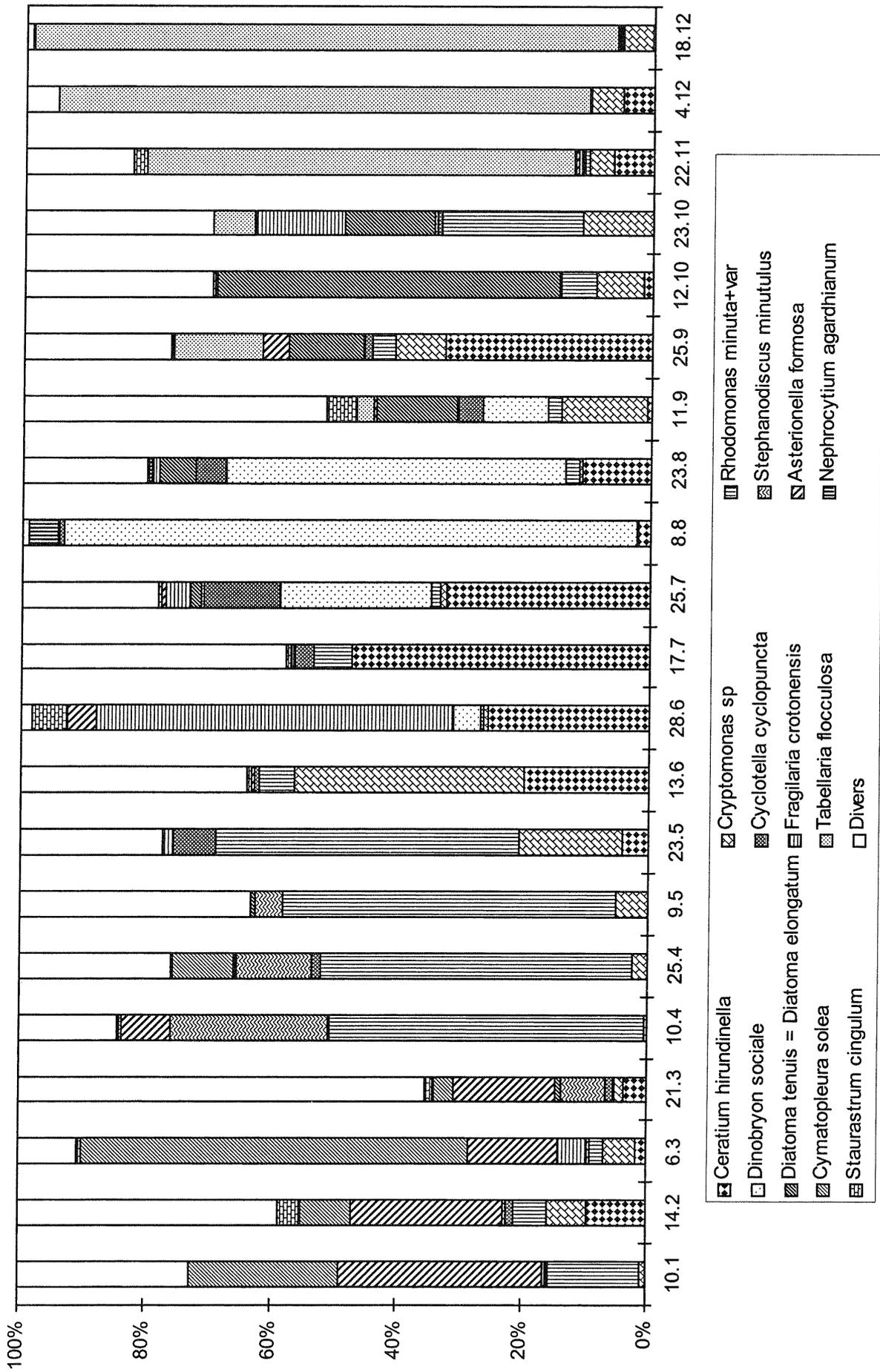


Figure 6 : Succession des taxons dominants de la biomasse du phytoplancton (Léman, SHL 2, 2000)

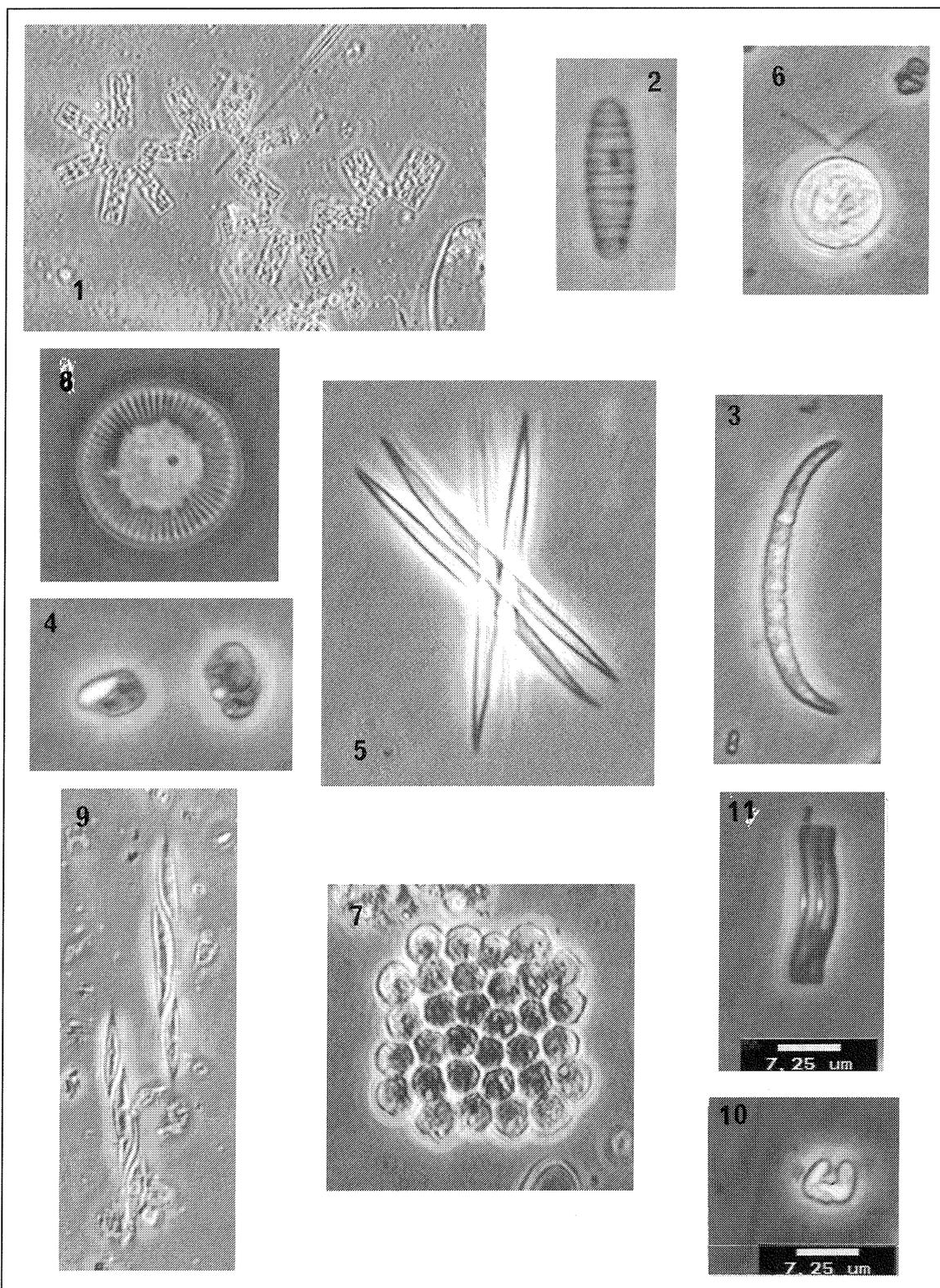


Planche 1 : Quelques taxons phytoplanctoniques rencontrés dans le Léman en 2000

1 : *Tabellaria fenestrata*

2 : *Diatoma monoliferum*

3 : *Korshikoviella* cf. *limnetica*

4 : *Rhodomonas minuta* var. *nannoplantica*

5 : *Ankistrodesmus fusiformis*

6 : *Chrysastrella* sp

7 : *Chlamydomonas intermedia*

8 : *Cyclotella cyclopuncta*

9 : *Elakatothrix gelatinosa*

10 : *Erkenia subaequiciliata*

11 : *Achnanthes minutissima*

BIBLIOGRAPHIE

- ANNEVILLE, O., GINOT, V. et ANGELI, N. (2001) : Evolution de l'état de santé du Léman évaluée par l'analyse des séries chronologiques du phytoplancton. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2000.
- BALVAY, G. (2001) : Evolution du zooplancton du Léman. Rapp. Comm.int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2000.
- KRAMMER, K. et LANGE-BERTALOT, H. (1991) : Bacillariophyceae. 3. Teil Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag Heidelberg-Berlin, 576p.
- LEBOULANGER, C. (2001) : Dynamique de la production phytoplanctonique et de la biomasse chlorophyllienne dans le Léman. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2000.