

# LE PHYTOPLANCTON DU LAC D'ÀIGUEBELETTE (SAVOIE) ANNEE 2013



Par

**Frédéric RIMET**

Etude réalisée pour la Communauté de Communes du Lac d'Àiguebelette  
Route du Lac  
73470 NOVALAISE

Thonon, le 25 février 2014

## 1 Résumé

La dynamique du phytoplancton du lac d'Aiguebelette pour l'année 2013 se caractérise par une succession de plusieurs espèces régulièrement observée dans le lac. En début d'année, c'est une petite diatomée centrique indicatrice de milieux brassés et oligotrophe qui se développe jusqu'en début d'été. Elle est ensuite remplacée par une Chrysophycée, élective elle aussi de milieux pauvres en nutriments. Celle-ci se développe pendant l'été et est remplacée par une Chlorophycée filamenteuse : cette espèce trouve sa niche écologique à l'interface entre les couches de surface bien illuminées et les couches profondes riches en nutriments. Cette espèce disparaît en octobre. A cette période, plusieurs blooms de surface de cyanobactéries toxiques sont détectés, mais les dosages de microcystines sont inférieurs aux seuils d'interdiction de baignade.

En fin d'année (novembre) une augmentation inhabituelle de la biomasse algale est à relier aux pluies importantes qui ont drainé dans le lac une quantité importante de matière en suspension et de nutriments, et qui ont favorisé le développement de certaines algues indicatrices de milieux eutrophes.

La dynamique interannuelle du lac d'Aiguebelette indique clairement que le lac présente une diminution de sa biomasse algale depuis plusieurs années. On observe également que les classes algales dominant le compartiment phytoplanctonique sont indicatrices de milieux oligotrophes. Ceci est confirmé par l'indice de Brettum, calculé sur la composition en espèce du phytoplancton, et qui évalue le niveau trophique du lac : le lac voit son niveau trophique diminuer, il est actuellement méso-oligotrophe, tout comme le lac d'Annecy.

## 2 Introduction

Le compartiment phytoplanctonique du lac d'Aiguebelette a fait l'objet d'un suivi durant l'année 2013 à la station « Point A ». Cette étude comporte l'analyse de l'évolution quantitative des populations phytoplanctoniques. Différentes métriques, telles que la diversité (indice de Shannon), ainsi que l'indice de trophie de Brettum (Brettum 1989), modifié par Wolfram (Wolfram *et al.* 2007; Wolfram & Dokulil 2007) sont présentés.

## 2 Matériel et méthodes d'étude du phytoplancton

En 2013, 22 campagnes de prélèvement ont été effectuées dans le Lac d'Aiguebelette. Le phytoplancton étudié a été récolté de janvier à décembre 2013 dans la couche 0-20 m à l'aide d'une cloche intégratrice d'eau brute développée par Pelletier et Orand (Brevet INRA, 1978).



Photo 1 : Appareil intégrateur (« cloche Pelletier »), préleveur de plancton

Après récolte, les échantillons d'eau ont été fixés avec du lugol, réactif iodo-ioduré qui assure la conservation du phytoplancton et alourdit les cellules, rendant ainsi leur sédimentation plus facile. Il colore également l'amidon des cellules ce qui rend leur identification plus aisée.

Les échantillons d'eau brute fixés ont été préparés selon la technique d'Utermöhl, méthode normalisée au niveau français et européen (Norme NF EN 15204, (Afnor 2006)). Un sous-échantillon de 25 ml ou 50 ml suivant l'abondance du phytoplancton est versé dans un cylindre surmontant une chambre de sédimentation et laissé à sédimenter pendant 12 à 24 heures à l'abri de la lumière (le lugol se dégrade à la lumière et perd son effet conservateur) et de la chaleur. Ce laps de temps permet aux algues, même les plus légères, de sédimenter au fond de la cuvette. Puis on glisse la partie cylindrique sur le côté de la chambre pour la remplacer par une lamelle de couverture en verre. Enfin, la lame est déposée sur un microscope inversé afin de procéder à l'examen qualitatif et quantitatif du phytoplancton.

Les protocoles d'analyses sont décrits avec plus de précision dans le document rassemblant les modes opératoires d'analyse du phytoplancton de l'INRA (Druart & Rimet 2008).



Photo 2 : Chambre de sédimentation

L'identification microscopique des organismes phytoplanctoniques se fait sur plusieurs critères morphologiques dont la taille, la présence ou l'absence de flagelles et leur nombre, l'organisation cellulaire (filaments, colonies, individus) et le type de membrane externe (cellulosique, siliceuse, peptidoglycanique).

Les abondances sont exprimées en nombre de cellules algales ou de colonies par millilitre d'eau brute puis transformées en biomasse ( $\mu\text{g/L}$ ).

22 campagnes ont été réalisées en 2013 dans le lac d'Aiguebelette aux dates suivantes : 14/01, 04/02, 04/03, 02/04, 10/04, 24/04, 07/05, 03/06, 17/06, 02/07, 09/07, 21/07, 30/07, 13/08, 04/09, 17/09, 30/09, 14/10, 28/10, 05/11, 18/11, 16/12.

Les prélèvements ont été réalisés par G. Paolini.

### 3 Résultats

#### a. Evolution saisonnière de l'année 2013

##### i. Evolution des classes d'algues

La figure 1 présente la dynamique saisonnière des principales classes d'algues sensu Bourrelly (Bourrelly 1972; Bourrelly 1981; Bourrelly 1985) pour l'année 2013.

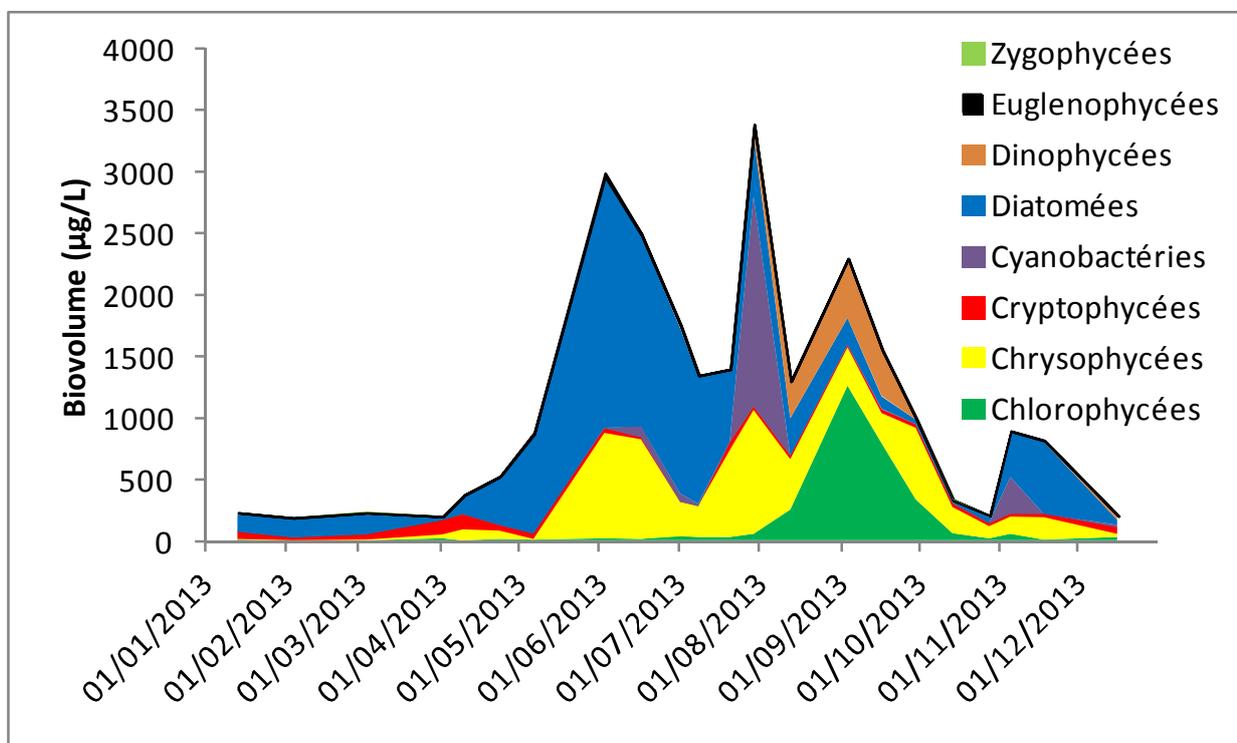


Figure 1 : Variations saisonnières de la biomasse du phytoplancton par classes algales en 2013.

5 phases peuvent-être décrites pour l'année 2013 :

- Une phase hivernale avec de faibles biomasses (du 14/1 au 10/4), les diatomées représentent l'essentiel de la biomasse pendant cette période. Elles sont accompagnées de Cryptophycées.
- Une phase printanière essentiellement représentée par les diatomées et les Chrysophycées (24/04 et 2/07). Pendant cette période, la biomasse augmente progressivement pour atteindre une valeur maximale le 3/06. Après cette date, la biomasse diminue fortement.
- Une phase estivale (du 9/07 au 13/08). En début de phase estivale, on note que la biomasse est plus faible qu'en fin de phase printanière (9 et 21/07) et est constituée essentiellement par les diatomées et les Chrysophycées. Ensuite, un pic de biomasse est observé le 30 juillet : ce sont les cyanobactéries qui dominent largement le compartiment

phytoplanctonique avec les Chrysophycées. Ensuite les cyanobactéries disparaissent en fin de période estivale (13/08).

- Une phase automnale (4/09 au 30/09). Pendant cette période, ce sont les Chlorophycées qui dominent le compartiment phytoplanctonique. La biomasse algale reste importante pour cette saison et sensiblement équivalente à celle de la période estivale et printanière.
- Une phase hivernale (14/10 au 16/12). La biomasse algale diminue fortement en octobre, puis elle va augmenter fortement en novembre (5 et 18/11), ce qui est assez inhabituel pour la saison. En fin d'année, la biomasse augmente à nouveau, et est dominée par des diatomées pennées.

## ii. Evolution des espèces dominantes

La figure 2 présente la dynamique des taxons dominant la biomasse du phytoplancton pour l'année 2013 (les 10 taxons présentant la biomasse annuelle la plus élevée ont été sélectionnés).

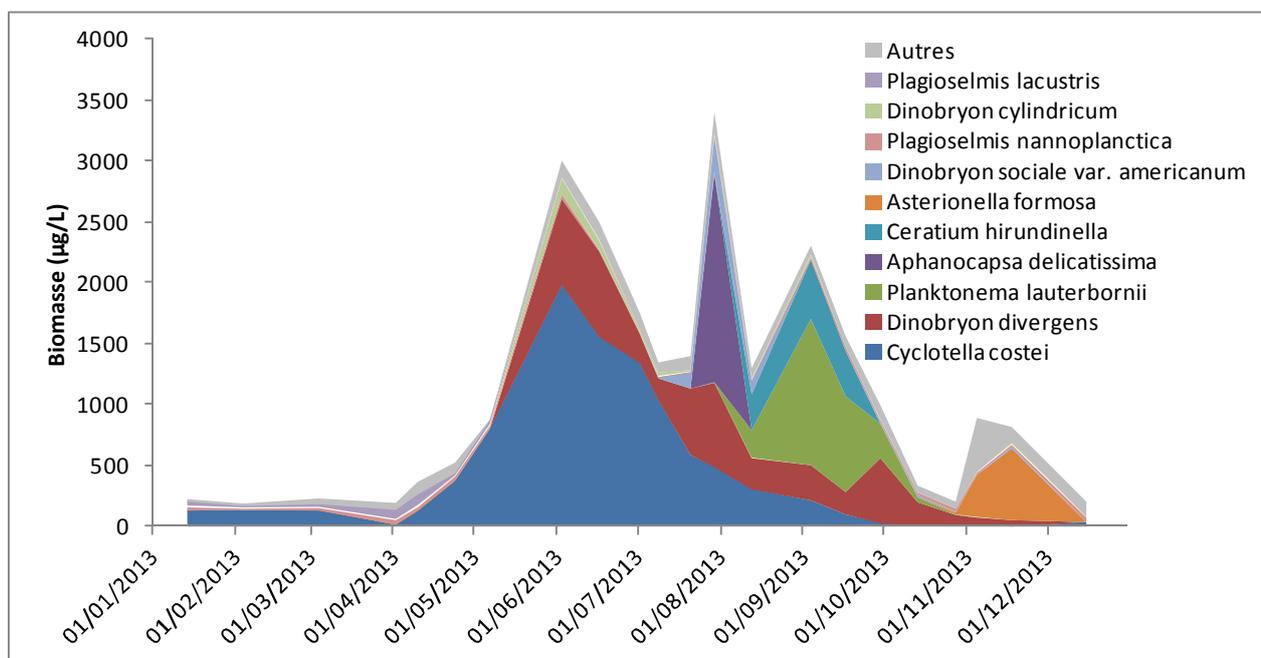


Figure 2 : Variations saisonnières de la biomasse des principaux taxons du phytoplancton en 2013.

Les 10 taxons présentés sur la figure 2 constituent plus de 90% de la biomasse annuelle totale. Les successions d'espèces sont décrites ci-dessous :

Pendant la phase hivernale de début d'année, c'est une petite diatomée centrique, *Cyclotella costei*, qui domine le compartiment phytoplanctonique. Il s'agit d'une espèce caractéristique des grands lacs en cours de ré-oligotrophisation (Rimet *et al.* 2009). Elle est adaptée aux eaux brassées et froides typiquement rencontrées en début d'année. Cette espèce domine également largement le compartiment pendant le printemps.

L'abondance de *Cyclotella costei*, va progressivement diminuer à partir de début juin, et elle disparaît quasiment en début d'automne. Ceci est lié à la stratification progressive des eaux et à la diminution de la concentration en silice : *Cyclotella costei* est une diatomée, les espèces de cette

classe algale ont un squelette composé de silice, et lorsque les concentrations en silice deviennent faibles dans le lac en fin de printemps, leur développement est rendu difficile.

A partir de début juin, une autre espèce va présenter des biomasse importantes. Il s'agit de *Dinobryon divergens*, qui est une Chyrsophycée. Cette espèce mixotrophe (c'est à dire capable de photosynthétiser, mais également d'utiliser la matière organique comme source d'énergie), considérée comme élective des milieux oligotrophes (Padisak *et al.* 2009) va être présente pendant toute la période estivale jusqu'à la mi-octobre avec des biomasses importantes.

Une 3ème espèce va apparaître à partir de la fin juillet à la fin octobre, avec des biomasses importantes, il s'agit de *Planktonema lauterbornii*, une Chlorophycée filamenteuse qui apparait tous les ans à cette période dans le lac d'Aiguebelette. Elle va dominer le compartiment phytoplanctonique en début d'automne. Cette espèce appartient au même groupe fonctionnel que *Mougeotia gracillima*, indicateur d'eaux relativement riches en nutriments. *Mougeotia gracillima* est retrouvée dans le Léman à la même période (fin d'été, automne), dans la zone du métalimnion. Ces espèces sont adaptées aux eaux relativement bien stratifiées, et se développent dans des profondeurs de 10-15 mètres. A ces profondeurs, on se trouve à l'interface de couches riches en nutriments (en zone plus profonde) ; la luminosité y est faible mais suffisante pour ces espèces d'algues filamenteuses. Ces taxons vont donc pouvoir se développer lorsque les eaux du lac d'Aiguebelette présente cette conjugaison de facteurs : des eaux stratifiées et un métalimnion riche en nutriments. *Planktonema lauterbornii*, va voir sa biomasse diminuer lorsque la stratification des eaux va disparaître en fin d'année.

En octobre la biomasse est faible, on observe dans les échantillons une quantité importante de matière en suspension, puis à partir de novembre, la biomasse algale augmente à nouveau. C'est *Asterionella formosa* qui domine fortement le compartiment. Cette espèce est élective des habitats brassés et eutrophes (Reynolds *et al.* 2002). On peut émettre l'hypothèse que les fortes pluies de la fin d'année 2013 ont drainé dans le lac une quantité importante de matière en suspension et de nutriments et ces nutriments ont favorisé les biomasses importantes de cette diatomée pennée. Ce phénomène a été observé à la même période (fin 2013) avec d'autres taxons dans le Léman, le lac du Bourget et le lac d'Annecy.

### iii. Evolution du micro et du nanophytoplancton

Les taxons nanophytoplanctoniques ont une longueur inférieure à 20  $\mu\text{m}$  et un biovolume inférieur à 10 000  $\mu\text{m}^3$ . Ceux du microphytoplancton une longueur supérieure à 20  $\mu\text{m}$  et/ou un biovolume supérieur à 10 000  $\mu\text{m}^3$ . La figure 3 présente la dynamique de ces deux catégories pour l'année 2013.

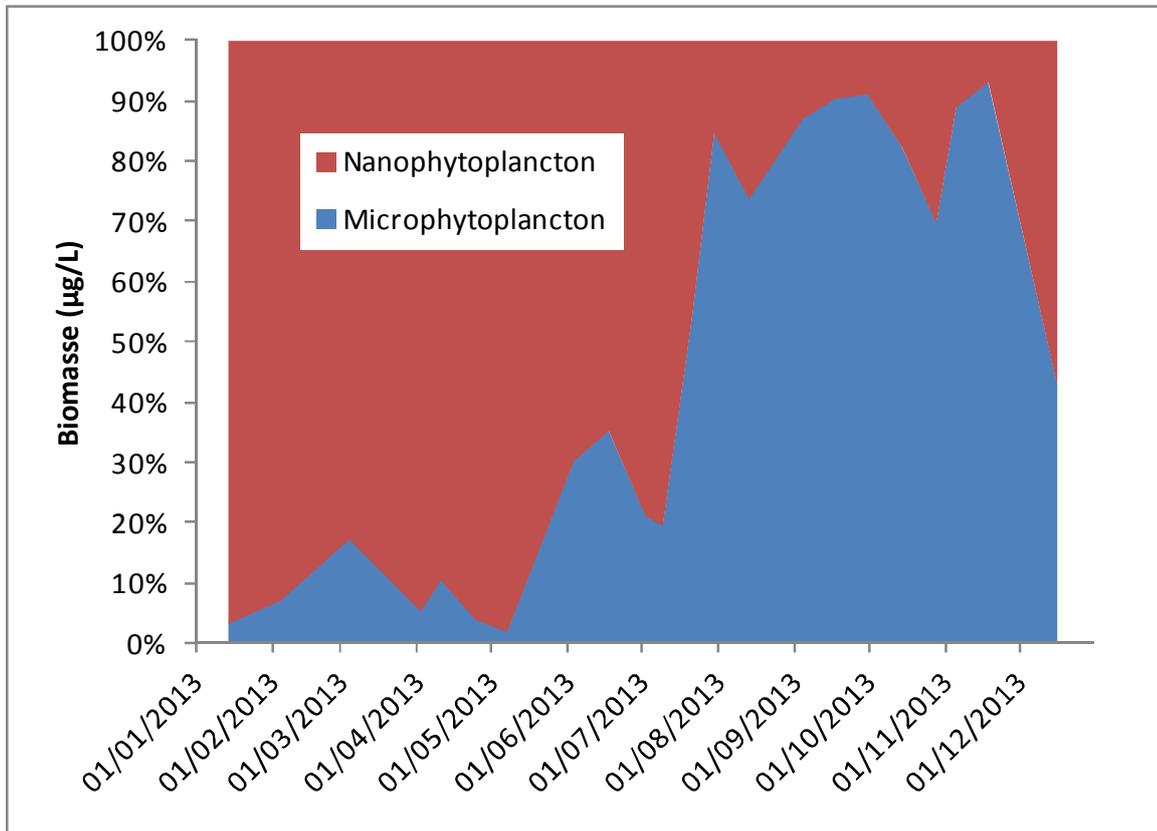


Figure 3 : Variations saisonnières de la biomasse par classes de taille en 2013.

Le début d'année est caractérisé par une dominance des taxons de petite taille (nanophytoplancton), essentiellement lié à des petites diatomées centriques (*Cyclotella costei*) et de petites Cryptophycées (*Plagioselmis nannoplantica*). Ces petites espèces sont ingérées préférentiellement par le zooplancton.

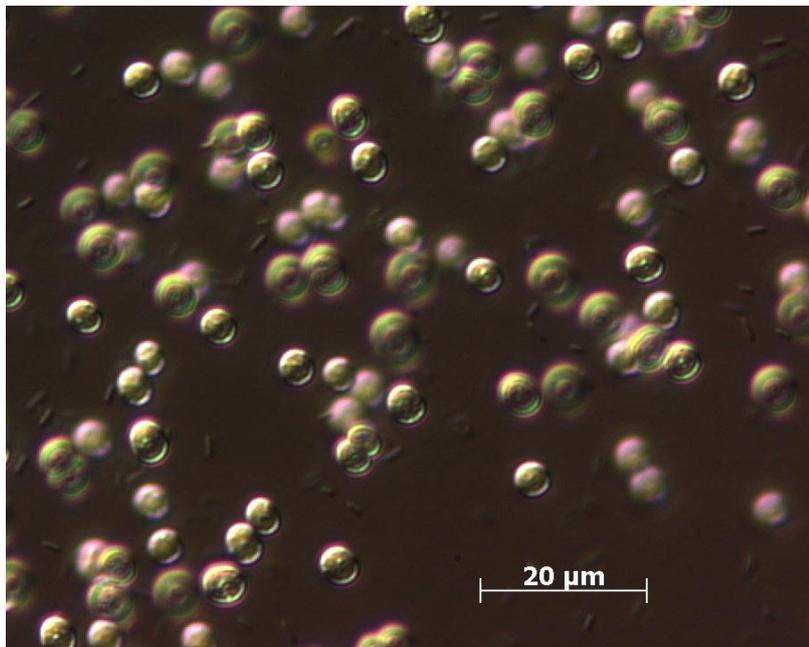
A partir du mois de juillet, la tendance s'inverse et les taxons de plus grande taille (microphytoplancton) vont dominer largement le compartiment phytoplanctonique. C'est essentiellement *Dinobryon* spp., *Planktonema lauterbornii*, *Asterionella formosa* ainsi que quelques Dinophycées (*Ceratium hirundinella*, *Gymnodinium* spp.) qui expliquent la dominance du microphytoplancton en fin d'année.

#### iv. Bloom de cyanobactéries toxiques

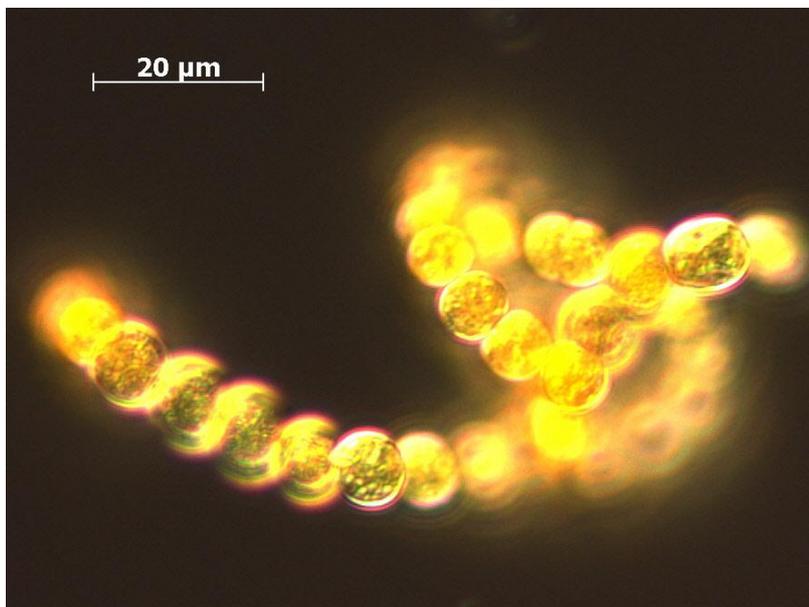
Des blooms de surface ont été observés au point A au cours de l'année 2013 : le 22/10, le 28/10 et le 3/12. Il s'agit de blooms de cyanobactéries (cf. photos ci dessous).

*Microcystis aeruginosa*, est une cyanobactérie toxique et a été observée dans le blooms de surface du 28/10 (pas d'échantillon prélevé pour la microscopie pour le 22/10).

*Anabaena flos-aquae* est également une cyanobactérie toxique et a été observée dans le blooms de surface du 3/12.



*Microcystis aeruginosa* (point A, prélèvement de surface, le 28/10/2013)



*Anabaena flos-aquae* (point A, prélèvement de surface, le 3/12/2013)

Des analyses de toxines ont été réalisées le 22 et 28 octobre est indiquent la présence de toxines :

22 octobre : microcystines RR+LR = 12.6 µg/L

28 octobre : microcystines RR+LR = 3.9 µg/L

Pour information, si la concentration dépassait 25 µg/L, la baignade doit être interdite.

## Evolution interannuelle

### v. Evolution des classes d'algues

La figure 4 présente l'évolution interannuelle des principales classes d'algues sensu Bourrelly (Bourrelly 1972; Bourrelly 1981; Bourrelly 1985). Pour chaque mois, une moyenne est calculée par classe algale, puis pour chaque année, une moyenne est calculée à partir de ces moyennes mensuelles.

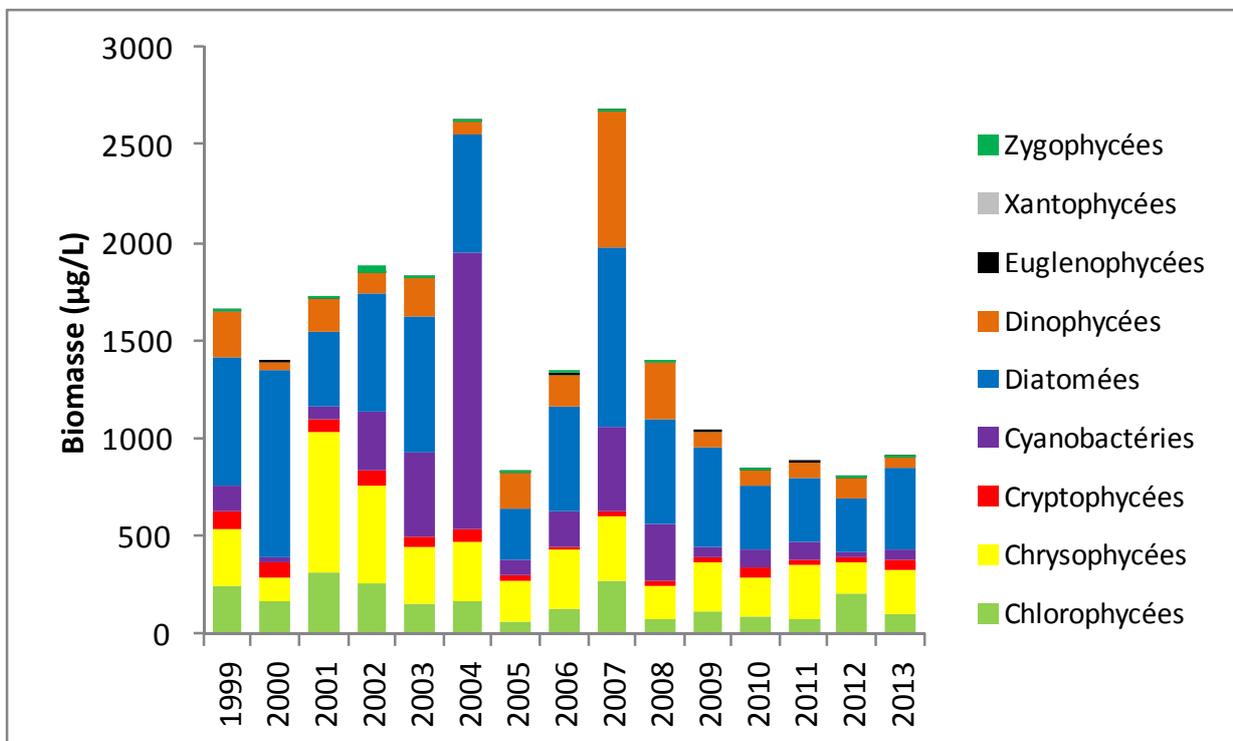


Figure 4 : Evolution interannuelle des principales classes algales (moyenne annuelle des moyennes mensuelles des biomasses).

L'année 2013 permet de confirmer les observations depuis 2008 : la biomasse algale est globalement plus faible que dans les années 1999-2004. Ces biomasses sont proches de celles observées sur le Grand Lac d'Annecy (biomasses comprises entre 500 et 1000  $\mu\text{g/L}$ ) qui est un lac oligotrophe, et sont inférieures à celle du Léman qui est encore un lac méso-faiblement eutrophe (cf. rapport CIPEL campagne 2013).

Les proportions des classes algales dominantes (Diatomées, Chrysophycées, Chlorophycées) sont homogènes depuis 2009. On remarque qu'entre 2003-2008, la proportion représentée par les Cyanobactéries était plus importante, cette classe algale est considérée comme indicatrice de milieux riches en nutriments. Globalement, on peut dire que les classes algales dominant actuellement le compartiment phytoplanctonique (Diatomées et Chrysophycées) sont indicatrices d'un milieu oligotrophe.

### vi. Evolution de la diversité

Un indice de diversité annuelle a été calculé sur la chronique 1999-2013. Pour chaque prélèvement, l'indice de Shannon (Weaver & Shannon 1949) est calculé, puis une moyenne mensuelle est calculée, enfin la moyenne annuelle de ces moyennes mensuelles est calculée pour les années 1999 à 2012. Cet indice moyen est reporté à la figure 5 pour chaque année.

Détail du calcul de l'indice de diversité de Shannon :

$$H = - \sum \frac{n_i}{n} \ln \left( \frac{n_i}{n} \right)$$

H : indice de Shannon

Ni : biomasse de l'espèce algale i

N : somme de la biomasse des espèces algales

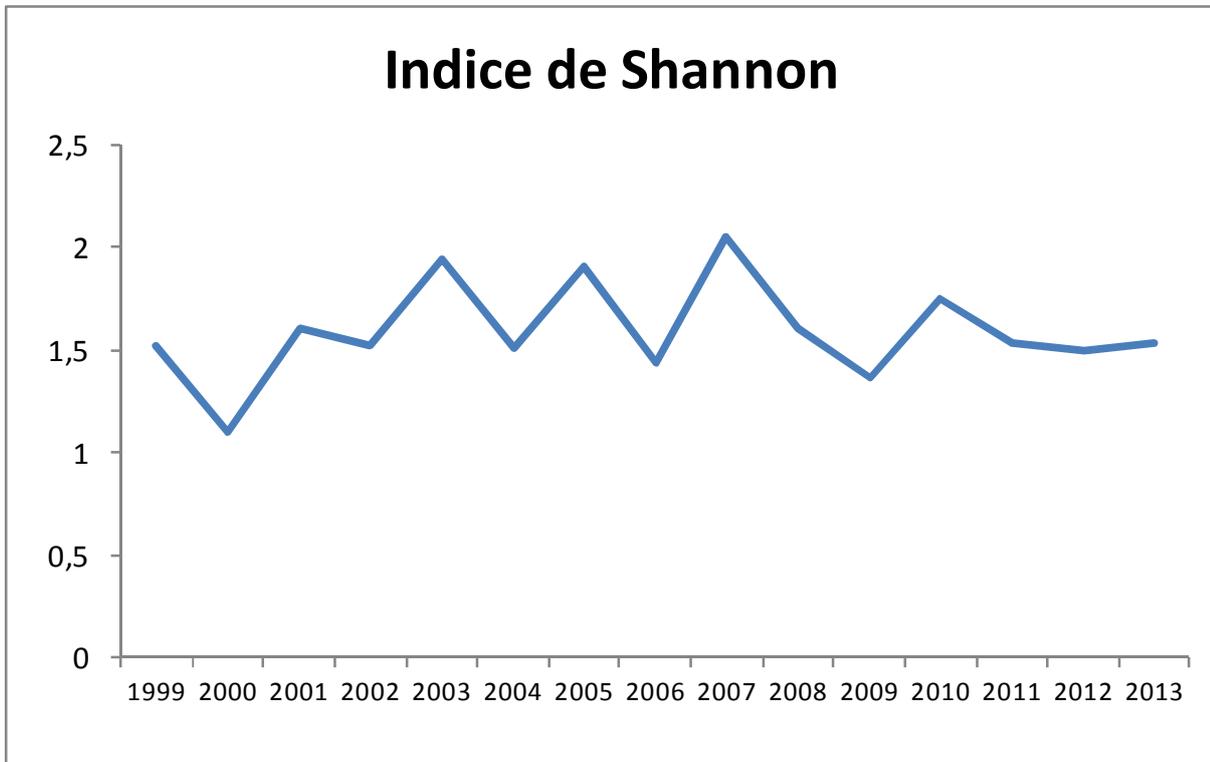


Figure 5 : Evolution interannuelle de l'indice de diversité de Shannon.

De la même façon que les années précédentes, l'indice de diversité de lac d'Aiguebelette est stable, oscillant autour de 1.5. La diversité du Lac d'Aiguebelette est plus faible que celles du Léman (environ 2) mais comparables à celles d'Annecy et du Bourget.

### vii. Evolution de l'indice de Brettum

Le niveau trophique des lacs peut-être évalué à partir d'indices basés sur la composition taxonomique et la biomasse phytoplanctonique. Une étude menée à l'INRA (Anneville & Kaiblinger 2009; Kaiblinger *et al.* 2009; Kaiblinger 2008) a montré que c'est l'indice de Brettum (modifié par Kaiblinger *et al.* 2009) qui était le plus adapté à évaluer le niveau trophique des grands lacs alpins. Cet indice donne pour 133 taxons leur préférence par rapport à une concentration en phosphore. Plus cet indice est élevé plus le niveau trophique sera faible. Les valeurs suivantes sont données par les auteurs :

Classe	Concentrations en TP	Niveau trophique
6	05 g.L <sup>-1</sup>	ultra-oligotrophe
5	568 g.L <sup>-1</sup>	oligotrophe
4	8615 g.L <sup>-1</sup>	oligo-mesotrophe
3	15630 g.L <sup>-1</sup>	méso/faiblement eutrophe
2	30660 g.L <sup>-1</sup>	eutrophe
1	>60 g.L <sup>-1</sup>	hypertrophe

Pour chaque prélèvement, un indice est calculé, puis une moyenne mensuelle est calculée. Enfin un indice annuel est calculé sur les moyennes mensuelles. La figure 6 présente l'évolution de ces indices annuels de Brettum.

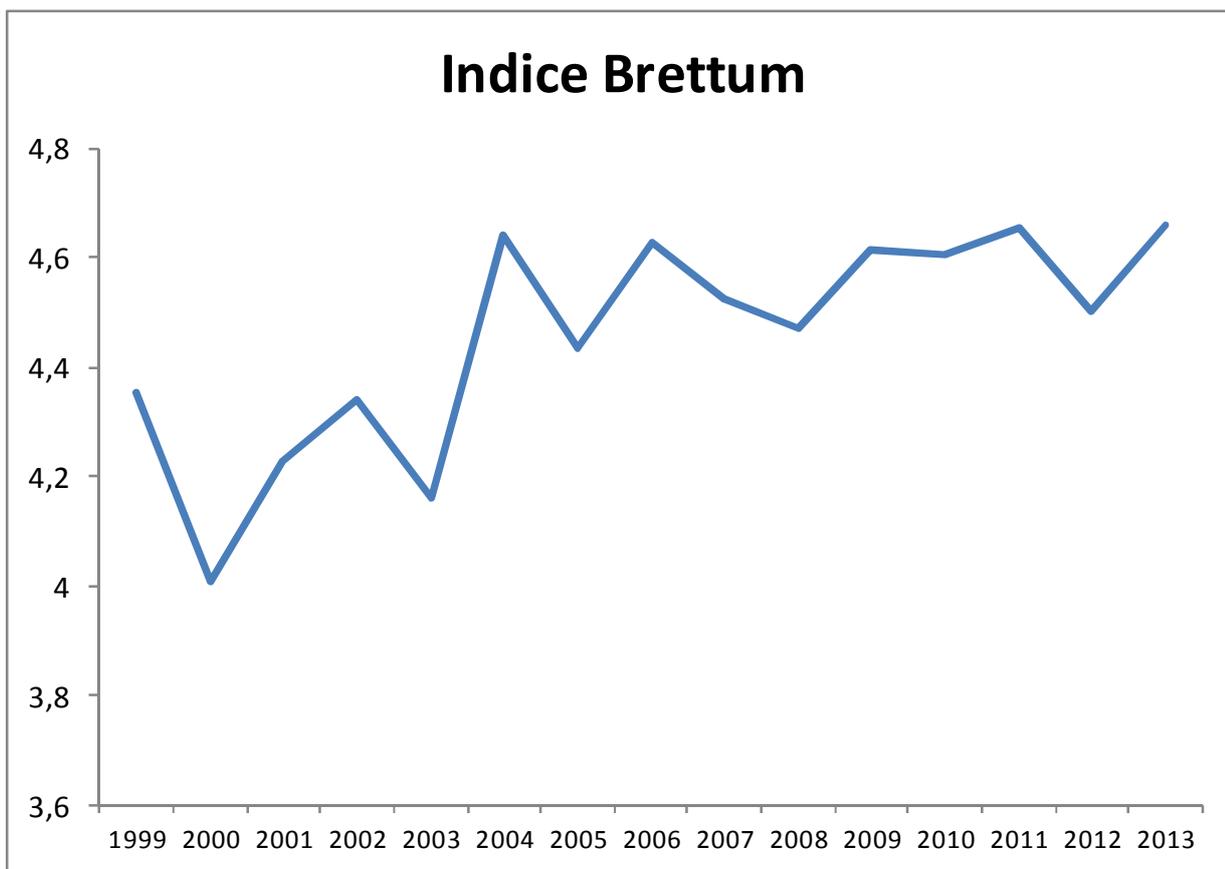


Figure 6 : Evolution de l'indice de Brettum

Lorsque l'on considère la chronique dans sa globalité, on observe une nette amélioration du niveau trophique du lac : le lac d'Aiguebelette s'oligotrophise.

L'indice de Brettum oscille autour de 4,5 et classe le lac d'Aiguebelette en méso-oligotrophe, ce qui est proche de ce qui est observé dans le lac d'Annecy.

Le Léman et le Bourget présentent actuellement des valeurs d'indices plus faibles (autour de 3-3,5) ce qui classe ces lacs en méso-faiblement eutrophe.

#### 4 Conclusions

La dynamique saisonnière de l'année 2013 est proche de celle des années précédentes : des petites diatomées centriques, indicatrices de milieux brassés et de faibles concentrations en nutriments vont se développer progressivement en début d'année et atteindre un pic en juin. Elles vont ensuite laisser la place à une Chrysophycée, elle aussi indicatrice de milieux pauvres en nutriments. En fin d'été - début d'automne, c'est une Chlorophycée filamenteuse qui se développe : cette espèce se retrouve tous les ans à cette période dans le lac. Elle est adaptée à l'interface entre les eaux de surface recevant une bonne luminosité, et les couches profondes riches en nutriments. Cette espèce va ensuite disparaître.

En octobre, des blooms de surface de Cyanobactéries toxiques sont observés. Des dosages de toxines indiquent des concentrations supérieures à 10 µg/L de microcystines. Ces valeurs ne dépassent cependant pas les seuils d'interdiction pour la baignade.

En novembre, on observe une augmentation de la biomasse algale assez inhabituelle : une diatomée pennée indicatrice de milieux eutrophes se développe. Sa présence est probablement liée aux fortes pluies de fin d'année qui ont amené dans le lac des quantités importantes de matières en suspension et de nutriments. Ce même phénomène -biomasse élevée en fin d'année- a été observé sur les autres grands lacs de la région.

L'évolution interannuelle montre que depuis 2009, les biomasses du lac d'Aiguebelette sont faibles et proches du Grand Lac d'Annecy qui est oligotrophe. Les classes algales dominantes du lac d'Aiguebelette sont indicatrices d'un milieu pauvre en nutriments. Ceci est confirmé par les valeurs de l'indice de Brettum (calculé sur la composition en espèce du phytoplancton) qui évalue le niveau trophique du lac : le lac d'Aiguebelette présente une cinétique inter-annuelle d'oligotrophisation. Le lac d'Aiguebelette est classé en méso-oligotrophe selon l'indice de Brettum.

## References

- Afnor (2006) NF EN 15204. Qualité de l'eau - Norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscopie inversée (méthode Utermöhl). *Afnor* 1-41.
- Anneville O. & Kaiblinger K. Proposal for a phytoplankton lake index applicable to lakes of the Rhône-Alpes basin for the implementation of the European Water Framework Directive. Final report. Agence de l'Eau Rhone Méditerranée et Corse, 1-54. 2009. INRA Thonon, France.  
Ref Type: Report
- Bourrelly P. (1972) Les Algues d'eau douce, Tome I: Les Algues vertes, N. Boubée & Cie edn.
- Bourrelly P. (1981) Les Algues d'eau douce, Tome II: Les Algues jaunes et brunes, N. Boubée & Cie edn.
- Bourrelly P. (1985) Les Algues d'eau douce, Tome III: Les Algues bleues et rouges, N. Boubée & Cie edn.
- Brettum P. Algen als Indikatoren für die Gewässerqualität in norwegischen Binnenseen. 1-102. 1989. Norsk Institutt for vannforskning NIVA.  
Ref Type: Report
- Druart J. C. & Rimet F. Protocoles d'analyse du phytoplancton de l'INRA : prélèvement, dénombrement et biovolumes. INRA. 1-200. 2008. Thonon les Bains.  
Ref Type: Report
- Kaiblinger C., Anneville O., Tadonleke R., Rimet F., Druart J. C., Guillard J., & Dokulil M. T. (2009) Central European water quality indices applied to long-term data from peri-alpine lakes: test and possible improvements. *Hydrobiologia* 633: 67-74.
- Kaiblinger K. Water quality assessment in lakes with special focus on Phytoplankton indices used within the EU Water Framework Directive (WFD). Rapport I.L. 277/08;DEC0470, 1-45. 2008. INRA Thonon.  
Ref Type: Report
- Padisak J., Crossetti L. O., & Naselli-Flores L. (2009) Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1-19.
- Reynolds C. S., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L., & Melo S. (2002) Toward a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 24: 417-428.
- Rimet F., Druart J. C., & Anneville O. (2009) Exploring the dynamics of plankton diatom communities in Lake Geneva using emergent self-organizing maps (1974-2007). *Ecological Informatics* 4: 99-110.
- Weaver W. & Shannon C. E. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, Illinois University of Illinois Press. 1949.  
Ref Type: Report
- Wolfram G. & Dokulil M. Leitfaden zur erhebung der biologischen qualitatselemente. Teil B2 - Phytoplankton. 1-50. 2007. Lebensministerium, Austria.  
Ref Type: Report

Wolfram G., Dokulil M., Pall K., Reichmann M., Schulz L., Argillier C., de Bortoli J., Martinez J. P., Rioury C., Hoehn E., Riedmuller U., Schaumburg J., Stelzer D., Buzzi F., Dalmiglio A., Morabito G., Marchetto A., Remec-Rekar S., & Urbanic G. Intercalibration Exercise, Technical Report + Annexes, Alpine GIG (Lakes). 2007. Vienna - Ispra.  
Ref Type: Report

# Annexe

## listes floristiques

Biovolume µm<sup>3</sup> / ml

genre espece	14/01/2013	04/02/2013	04/03/2013	02/04/2013	10/04/2013	24/04/2013	07/05/2013	03/06/2013	17/06/2013
Achnanidium minutissimum						587,587778			
Amphora copulata			6938,23649						
Amphora pediculus		581,05194							
Anabaena flos-aquae									89427,7673
Ankyra judayi	178,192381	126,755405							
Ankyra lanceolata									
Aphanizomenon flos-aquae									
Aphanocapsa delicatissima									
Aphanocapsa delicatissima colonie 10 µm								4855,33059	
Aphanocapsa holsatica colonie 10 µm									
Aphanocapsa parasitica f. dinobryonis									
Aphanocapsa parasitica f. dinobryonis cellule isolée									
Aphanothece clathrata var. rosea colonie 10 µm									198,62716
Asterionella formosa	2359,76327	1119,063	2170,98221	2544,11978	7981,55225	6030,50615	7079,28982		
Aulacoseira sp.									
Bicoeca ovata									
Bitrichia chodatii									
Botryococcus braunii									
Cellule de Dinobryon								24431,2813	
Ceratium hirundinella									
Chlamydomonas sp.				9959,90277					
Chlorella vulgaris	127,064176	36,154343	70,1394253	164,389278	206,292427	32,4719562	38,1192529		
Choricystis minor		60,6876471	104,652476						178,384902
Chroococcus minutus									
Chrysolikos planctonicus			1092,44938	5120,85648	31327,5926	15172,9081			
Closterium acutum var. variabile			2611,02361						
Cryptomonas marsonii									
Cryptomonas sp.		2945,07252	7617,92092	4463,62554	8402,11866				
Cyclotella costei	134656,261	137385,083	134502,368	17421,1538	128047,92	373617,689	796395,6	1976240,93	1554178,08
Desmarella brachycalyx	192,411467								
Didymocystis bicellularis									
Dinobryon cylindricum plein					4947,33447		7313,45095	56069,7906	30583,5222
Dinobryon cylindricum vide								74759,7208	45875,2832
Dinobryon divergens plein								242969,093	91750,5665
Dinobryon divergens vide								467248,255	611670,443
Dinobryon elegantissimum plein									
Dinobryon elegantissimum vide									
Dinobryon sociale var. americanum plein									
Dinobryon sociale var. americanum vide									
Dinobryon sociale var. stipitatum vide									
Diploneis sp.		9296,83105							
Elakathrix gelatinosa				3278,65282		7771,62151			
Erkenia subaequiciliata	3176,60441	527,250835	2630,22845	3310,61741	5372,19863	2976,59598	1905,96265		
Fragilaria capucina			480,956059						
Fragilaria crotonensis						6679,94527		10019,9179	
Fragilaria cyclopus					4328,45718				
Gymnodinium helveticum									
Gymnodinium lantzschii							1925,02227		
Gymnodinium sp.									
Kephyrion moniliferum			553,871837	3245,3428	9774,20889	1538,53288			
Kephyrion sp.	1267,01136	1351,91418	1457,06306	21514,4468	23141,5898	25903,3433	2850,77556		
Kephyrion spirale	177,325117			3441,21556	3598,65679	3172,14932			
kyste Chrysohycee N°1	4752,20019	2253,62071							
Lagerheimia genevensis									
Mallomonas acrokomos			2623,5485						
Mallomonas elongata									
Mallomonas sp.	4752,20019	1690,21553		2561,73292	4822,08549	24289,0232			
Monoraphidium komarkovae							1454,88482		9126,09568
Nitzschia sp.	4743,72925								
Ochromonas sp.	395,714149		182,028509			505,634746		6067,61695	38474,2075
Oocystis lacustris									
Oocystis rhomboidea									
Peridinium inconspicuum									
Phacotus lendneri	1247,34666								
Phormidium amoenum									
Plagioselmis lacustris	43112,875	19309,432	29380,6259	84354,5315	93974,7962	24483,855	33532,2361		10016,1225
Plagioselmis nannoplanctica	26168,5646	11443,4952	19733,6717	34225,5868	27423,9996	32341,2952	24452,5931	39467,3433	13454,7761
Planktonema lauterbornii									
Pseudopedinella sp.				53,342255	50,2044753				
Puncticulata radiosa			4372,02418						
Pyramimonas micron									
Salpingoeca frequentissima									
Scenedesmus ecornis									
Snowella arachnoidea					299,860778				
Sphaerocystis schroeteri									
Sphaerocystis schroeteri cellule isolée								11875,4583	
Stephanodiscus alpinus		1901,54628							
Stichococcus bacillaris	142,190864	404,584314							
Stichogloea olivacea var. sphaerica					12893,2767				
Synechococcus sp.			8,73959506	6,82780864	70,6879012		9,49955985		
Synechocystis aquatilis									
Synechocystis sp. 2 µm	202,657277	225,247295	349,583802	600,84716	2544,76444	2557,14078	75,9964788		
tetrachlorella alternans									
Tetraselmis cordiformis									
Trachelomonas volvocina			3201,6421					26680,3508	
Ulnaria delicatissima var. angustissima			13359,8905					55666,2106	



Biovolume µm<sup>3</sup> / ml

genre espece	28/10/2013	05/11/2013	18/11/2013	16/12/2013
Achnanthydium minutissimum				
Amphora copulata				
Amphora pediculus				
Anabaena flos-aquae				
Ankyra judayi	161,779925		1117,75221	512,303094
Ankyra lanceolata	858,614676		988,707808	4531,57746
Aphanizomenon flos-aquae				22765,1607
Aphanocapsa delicatissima				
Aphanocapsa delicatissima colonie 10 µm				
Aphanocapsa holsatica colonie 10 µm	287,48668	264,836214	695,195062	242,766529
Aphanocapsa parasitica f. dinobryonis				
Aphanocapsa parasitica f. dinobryonis cellule isolée				
Aphanothece clathrata var. rosea colonie 10 µm				
Asterionella formosa	19281,7499	347028,217	584684,982	3015,25307
Aulacoseira sp.	19871,0793			
Bicoeca ovata			15257,6023	
Bitrichia chodatii	808,899623			
Botryococcus braunii		11069,9851		
Cellule de Dinobryon				
Ceratium hirundinella				
Chlamydomonas sp.		38632,3501		17706,4938
Chlorella vulgaris	11,5360897	26,5679641	637,631139	121,769836
Choricystis minor	25,8188674		178,384902	
Chroococcus minutus	2425,66886	13965,9722		
Chrysolikos planctonicus				
Closterium acutum var. variabile				
Cryptomonas marsonii				
Cryptomonas sp.	3758,84256	17313,4566	12985,0925	19838,3357
Cyclotella costei	9780,29684	16088,8	2413,32	36870,1667
Desmarella brachycalyx	174,689358		3017,36164	
Didymocystis bicellularis				
Dinobryon cylindricum plein			22937,6416	
Dinobryon cylindricum vide				
Dinobryon divergens plein	22132,8121	45875,2832	30583,5222	
Dinobryon divergens vide	61971,8738	15291,7611	22937,6416	
Dinobryon elegantissimum plein				
Dinobryon elegantissimum vide				
Dinobryon sociale var. americanum plein	2213,28121	5097,25369	7645,88054	
Dinobryon sociale var. americanum vide	2213,28121		7645,88054	
Dinobryon sociale var. stipitatum vide				
Diploneis sp.				
Elakatothrix gelatinosa				
Erkenia subaequiciliata	2018,8157	1106,99851	5977,79193	4972,26829
Fragilaria capucina				1001,99179
Fragilaria crotonensis				
Fragilaria cyclopus				
Gymnodinium helveticum				18064,845
Gymnodinium lantzeschii				
Gymnodinium sp.				2869,12927
Kephyrion moniliferum				
Kephyrion sp.				607,109609
Kephyrion spirale				
kyste Chrysophyceae N°1	1438,16585			
Lagerheimia genevensis				
Mallomonas acrokomos				
Mallomonas elongata				15393,1569
Mallomonas sp.	2157,24877			13662,5756
Monoraphidium komarkovae				
Nitzschia sp.				
Ochromonas sp.	12574,3378	23167,2647	24822,0694	568,839089
Oocystis lacustris	781,707411			
Oocystis rhomboidea	1009,40785	1549,79791		
Peridinium inconspicuum				
Phacotus lendneri	3397,37841			
Phormidium amoenum		286023,111		
Plagioselmis lacustris	1449,70194			1530,24093
Plagioselmis nannoplanctica	27458,3655	17042,7164	19509,4254	39467,3433
Planktonema lauterbornii	4416,67434			
Pseudopedinella sp.			77,5887346	23,7076689
Puncticulata radiosa				
Pyramimonas micron			1117,27778	
Salpingoeca frequentissima	323,559849	745,168137		
Scenedesmus ecornis				
Snowella arachnoidea				
Sphaerocystis schroeteri				
Sphaerocystis schroeteri cellule isolée				1484,43228
Stephanodiscus alpinus				
Stichococcus bacillaris				
Stichogloea olivacea var. sphaerica		53135,9283	49814,9328	
Synechococcus sp.				
Synechocystis aquatilis				
Synechocystis sp. 2 µm	551,974425	211,868971	834,234074	485,533059
tetrachlorella alternans	2485,20332			
Tetraselmis cordiformis				
Trachelomonas volvocina				
Ulnaria delicatissima var. angustissima				