

## ZOOPLANCTON DU LÉMAN

## THE ZOOPLANKTON OF LAKE GENEVA

CAMPAGNE 2016

PAR

**Orlanne ANNEVILLE et Leslie LAINE**

STATION D'HYDROBIOLOGIE LACUSTRE (INRA), BP 511, F - 74203 THONON LES BAINS Cedex

### RÉSUMÉ

*La communauté microcrustacéenne voit ses effectifs dominés par les copépodes. L'abondance de ce taxon augmente dès le mois de mars, pour atteindre des abondances maximales au printemps puis relativement faibles en été. Les bosminidés présentent également un démarrage printanier relativement précoce qui précède celui des daphnies. A l'inverse des copépodes, les daphnies semblent présenter des maxima en été mais cette dynamique ne peut être confirmée en raison de l'absence d'échantillon à la date présumée de leur pic printanier. Les cladocères carnivores Bythotrephes sont très peu abondants en 2016, et pendant l'été leur effectif n'augmente pas, demeurant très faible par rapport à celui des Leptodora qui présente une dynamique annuelle classique. A l'échelle inter-annuelle, les effectifs de cette communauté microcrustacéenne sont à la baisse. Cette tendance s'observe chez plusieurs groupes, à savoir les branchiopodes, les cyclopoïdes et depuis quelques années, les Bythotrephes et Leptodora présentent également des effectifs de plus en plus faibles, restant toutefois dans des gammes de valeurs déjà observées. La communauté des rotifères est dominée par 6 taxons qui présentent une dynamique saisonnière relativement bien marquée. Les espèces moins abondantes sont également très sensibles à la variabilité saisonnière des conditions environnementales, ainsi comme pour le phytoplancton, la dynamique de cette communauté se caractérise par la succession de différents cortèges d'espèces au cours de l'année.*

### SUMMARY

*Copepods dominate the crustacean zooplankton in Lake Geneva. Copepods abundance starts to increase in March and reach maximum values in spring. Bosminids and later, Daphnia present spring growth. Because spring samples could not be processed due to large filamentous algae, it is not clear whether the maximum abundance of Daphnia occurred in summer or spring. Bythotrephes was not abundant in 2016, and no summer peak was observed. The abundance of that taxa remained very low compared to those of Leptodora who follows the classical model of seasonal dynamic. At the inter-annual scale, a decrease in the abundance of crustacean zooplankton can be observed. The decrease in abundance occurred for several groups: branchiopods, cyclops, and since few years, both Bythotrephes and Leptodora have been undergoing a light decrease in their abundance. The rotifera community is dominated by 6 taxa that has a strong seasonal dynamic. Some of the other taxa are also sensitive to seasonal changes in the environmental conditions. As for phytoplankton, a marked pattern of seasonal successions can be observed at the annual scale.*

## 1. INTRODUCTION

En agissant comme source de nourriture pour les consommateurs secondaires et facteur de contrôle des communautés phytoplanctoniques, le zooplancton fait le lien entre ces compartiments trophiques et joue un rôle clé dans le fonctionnement et la dynamique de l'écosystème. Le zooplancton comprend deux principales classes : les crustacés et les rotifères. Le suivi de la CIPEL porte sur les microcrustacés (i.e. les crustacés entomostracés dont la taille est supérieure à 200 µm) et rotifères récoltés dans le domaine pélagique.

En 2016, 17 campagnes de prélèvements ont pu faire l'objet de comptage puisque les prélèvements réalisés les 24 mai et 6 juin n'ont pu être dépouillés en raison de trop fortes abondances d'algues filamenteuses.

Ce document traite (i) des biovolumes sédimentés, (ii) de la dynamique saisonnière des principaux taxons ainsi que (iii) des tendances inter-annuelles observées sur les communautés de crustacés et rotifères du Léman.

## 2. MÉTHODOLOGIE

L'échantillonnage, d'abord mensuel puis bi-mensuel à partir du mois de mars, s'effectue à la station SHL2, située au milieu du lac. Les microcrustacés et rotifères sont recueillis à l'aide d'un filet jumelé à vide de maille de 200 µm et 64 µm, lors de traits verticaux réalisés depuis 50 mètres de profondeur jusqu'en surface.

Les échantillons sont fixés au formol à 5% puis ceux prélevés à l'aide du filet de vide de maille de 200 µm, sont mis à décanter durant 24 heures dans des entonnoirs cylindro-coniques gradués, à l'abri des vibrations, afin de mesurer le biovolume sédimenté. Le volume du phytoplancton déposé au-dessus du zooplancton n'est pas pris en compte.

Les rotifères sont dénombrés à partir du filet à vide de maille de 64 µm. Après homogénéisation du prélèvement, une fraction (1mL ou 0.5mL en fonction de l'abondance des algues dans le milieu) de l'échantillon est mise à sédimenter dans une chambre d'Utermöhl pendant la nuit, puis examinée au microscope inversé. Le dénombrement se fait à l'espèce ou au genre.

Les microcrustacés sont dénombrés par espèce et stade de développement dans les échantillons prélevés au filet à vide de maille de 200 µm. Le dénombrement est réalisé au microscope standard sur lame de comptage à partir d'un sous-échantillon.

Pour chaque catégorie taxonomique, le nombre d'individus a été ramené à l'unité de surface selon la formule suivante :

$$\text{Abondance} = N_{\text{ind.ss.ech}} \times \frac{V_{\text{ech.total}}}{V_{\text{ss.ech}}} \times \frac{H_{\text{filtrée}}}{V_{\text{filtré}}}$$

Où:  $N_{\text{ind.ss.ech}}$  est le nombre d'individus dénombrés dans le sous-échantillon,  $V_{\text{ech.total}}$  est le volume de l'échantillon total ajusté (en mL),  $V_{\text{ss.ech}}$  est le volume du sous-échantillon (en mL),  $H_{\text{filtrée}}$  est la hauteur de colonne d'eau filtrée, ou profondeur du prélèvement (50 m) et  $V_{\text{filtré}}$  le volume filtré par le filet (4.81 m<sup>3</sup>).

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1 BIOVOLUME SÉDIMENTÉ

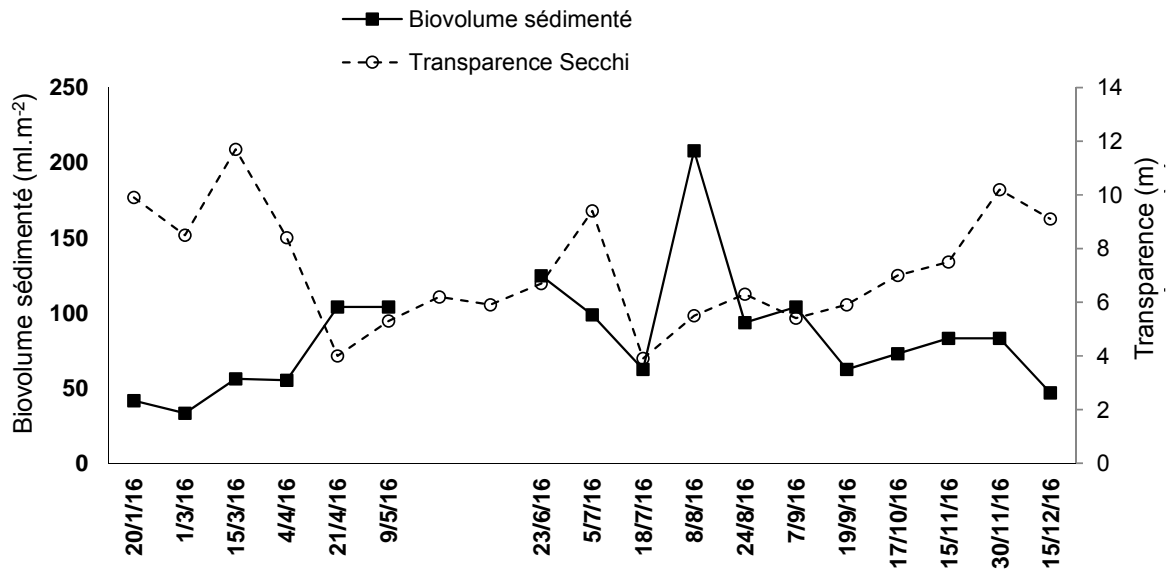


Figure 1 : Evolution saisonnière comparée des biovolumes de zooplancton sédimenté et de la transparence des eaux 2016 (Léman, SHL2)

Figure 1: Compared seasonal changes in sedimented zooplankton biovolumes and water transparency in 2016 (Lake Geneva, SHL2)

L'augmentation des biovolumes sédimentés s'initie dès le mois de mars et se poursuit de façon relativement régulière jusqu'au début du mois de mai (figure 1). On serait tenté de penser que cette augmentation continue pour atteindre des valeurs similaires à celles observées les années précédentes, mais les échantillons de mai et début juin n'ont pu être dépouillés en raison de la présence d'algues filamenteuses. Dans un premier temps, cette augmentation des biovolumes sédimentés s'accompagne d'une baisse de la transparence qui traduit une augmentation de l'abondance du phytoplancton. Cette dynamique correspond donc à un schéma classique de début d'année. A partir du mois d'avril, la relation s'inverse et la transparence augmente légèrement pour atteindre un pic (le 5 juillet), peu de temps après le maximum printanier observable de zooplancton. Cet événement correspond à une transition dans la communauté phytoplanctonique, à savoir le remplacement d'une communauté printanière et estivale, par une communauté de fin d'été et automnale (RIMET, 2017). Cette dernière présente un pic de biomasse le 8 août qui coïncide avec le pic estival des biovolumes sédimentés. Par la suite, les abondances des biovolumes sédimentés diminuent jusqu'au mois de décembre.

#### 3.2 COMPOSITION SPÉCIFIQUE DE LA BIOCÉNOSE CRUSTACÉENNE

Comme lors des années précédentes, le zooplancton crustacéen est dominé par les copépodes, qui en 2016 représentent 88% de l'abondance totale des crustacés. La sous-classe des copépodes se compose des cyclopoïdes dont la contribution s'élève à 25% de l'abondance crustacéenne totale, et des calanoïdes représentés par une unique espèce *Eudiaptomus gracilis* et dont la contribution est égale à 63%. En 2016, *Cyclops prealpinus* est l'unique représentant des cyclopoïdes (figure 2). Les branchiopodes Cladocères sont composés du complexe *Daphnia longispina*, *Eubosmina longispina*, *Leptodora kindtii* et *Bythotrephes longimanus* qui représente respectivement 11%, 0.07% 0.5% et 0.2% de l'abondance crustacéenne totale observée en 2016.

### 3.3 DYNAMIQUE SAISONNIÈRE DU ZOOPLANCTON EN 2016

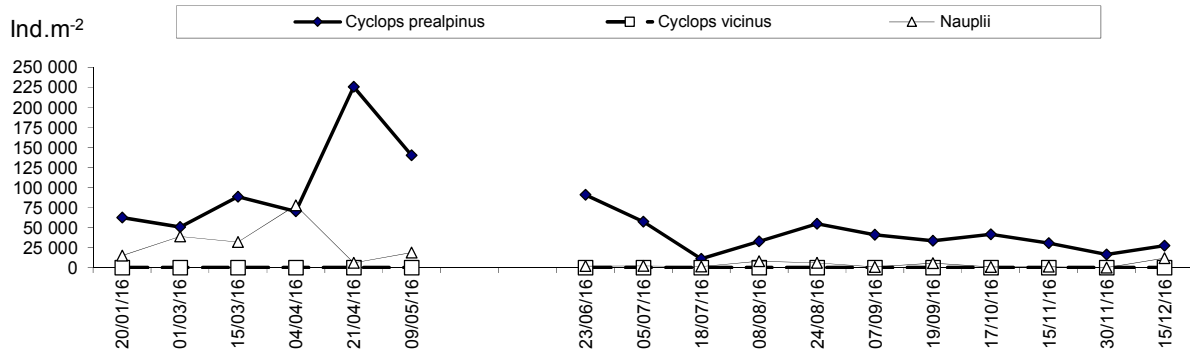


Figure 2 : Evolution saisonnière de l'abondance des cyclopoïdes en 2016 (Léman, SHL2)

Figure 2: Seasonal changes in the abundance of cyclopids in 2016 (Lake Geneva, SHL2)

L'abondance des cyclopoïdes (figure 2) augmente dès le mois de mars et atteint un maximum le 21 avril (225 840 ind.m<sup>-2</sup>). Les abondances observées en été sont nettement inférieures à celle observées au printemps mais similaires à celles observées en début d'année. Ces faibles abondances estivales s'expliquent par des nauplii très peu présents dès le mois de juin.

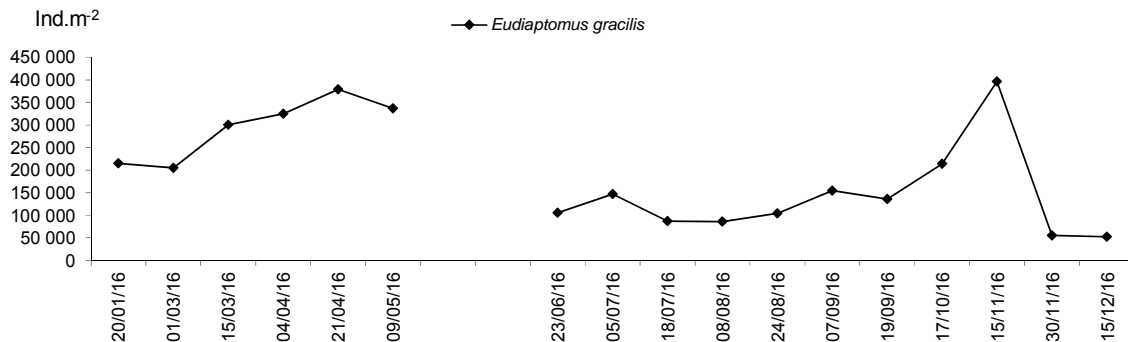


Figure 3 : Evolution saisonnière de l'abondance du calanoïde *Eudiaptomus gracilis* en 2016 (Léman, SHL2)

Figure 3: Seasonal changes in the abundance of calanids *Eudiaptomus gracilis* in 2016 (Lake Geneva, SHL2)

Comme pour les cyclopoïdes, l'abondance d'*E. gracilis* (figure 3) augmente à partir du mois de mars pour atteindre des valeurs maximales en avril (379 357 ind.m<sup>-2</sup>). Les abondances estivales sont également beaucoup plus faibles que celles observées au printemps ou même en fin d'hiver. En automne, l'abondance d'*E. gracilis* présente un deuxième pic avec des abondances qui atteignent 396 284 ind.m<sup>-2</sup> le 15 novembre.

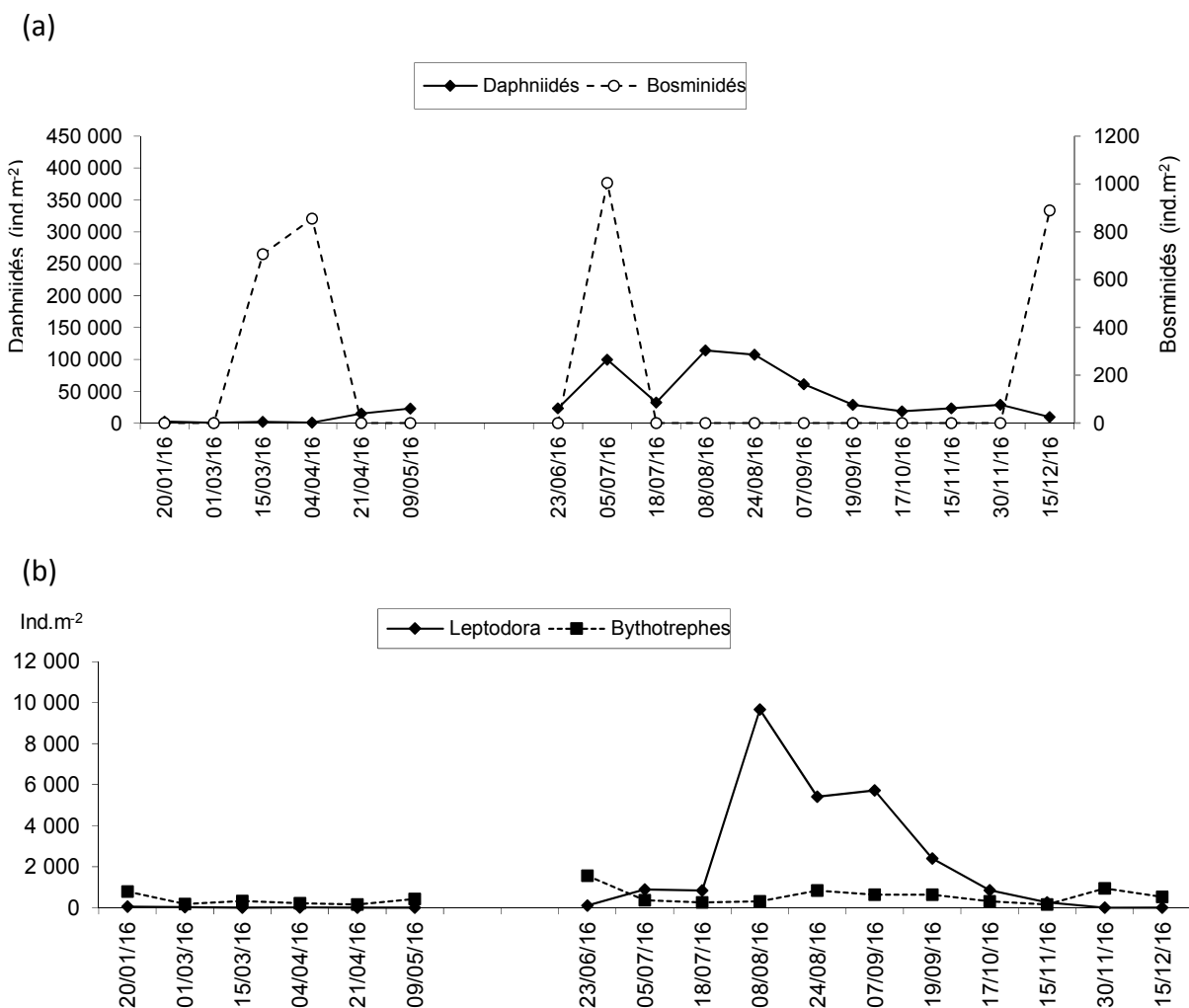


Figure 4 : Evolution saisonnière de l'abondance des Branchiopodes Cladocères a) herbivores b) carnivores en 2016 (Léman, SHL2)

Figure 4: Seasonal changes in the abundance of herbivorous (a) and carnivorous (b) Branchiopoda in 2016 (Lake Geneva, SHL2)

Les daphnies voient leur abondance augmenter à partir du mois d'avril (figure 4), leurs concentrations maximales printanières ne peuvent être observées en raison d'échantillons rendus inexploitable par la présence d'algues filamenteuses. En été, l'abondance des daphnies atteint leurs valeurs maximales en août (113 826 ind.m<sup>-2</sup>) puis diminue progressivement jusqu'en hiver. Les bosmines sont présentes dès le mois de mars, leur abondance, qui atteint un maximal printanier de 855 ind.m<sup>-2</sup>, s'effondre en avril puis présente un second pic en été (1005 ind.m<sup>-2</sup>), le 5 juillet, et un 3<sup>ème</sup> pic (890 ind.m<sup>-2</sup>) le 15 décembre.

La contribution des Bosminidés à la communauté totale des cladocères est extrêmement fluctuante d'une année sur l'autre, pouvant varier de 0,7 à 51% de la communauté totale des branchiopodes (PERGA et LAINE, 2016). En 2016, les Bosminidés ne sont représentés que par l'unique espèce *Eubosmina longispina*, dont la proportion au sein des cladocères (0.6 %) a été particulièrement faible. La dynamique saisonnière d'*E. longispina* est décalée de celles des daphnies. Une croissance rapide mais extrêmement limitée des effectifs se produit dès le mois de mars puis le nombre d'individus diminue avec l'augmentation des effectifs de daphnies. Un second pic, de seulement 1000 ind.m<sup>-2</sup>, est observé en été puis la population chute pour se maintenir à des concentrations négligeables jusqu'au mois de décembre (890 ind.m<sup>-2</sup>).

Les grands cladocères prédateurs, *B. longimanus* et *L. kindtii*, se caractérisent quant à eux habituellement par un développement en saison chaude. En 2016, la dynamique de *L. kindtii* correspond à ce schéma, et présente des abondances maximales (9667 ind.m<sup>-2</sup>) en août. En revanche, *B. longimanus* demeurent à des abondances très faibles sans présenter de maxima estivales (l'abondance maximale observée étant de 1560 ind.m<sup>-2</sup> le 23 juin). La forte contribution de *B. longimanus* au régime alimentaire du corégone atteste de la présence de ce taxon très tôt dans l'année, dès le printemps (figure 4b), cependant en raison de la présence d'algues qui rendent inexploitable les échantillonnages zooplanctoniques, cette dynamique ne peut être observée.

### 3.4 AUTRES GROUPES PLANCTONIQUES

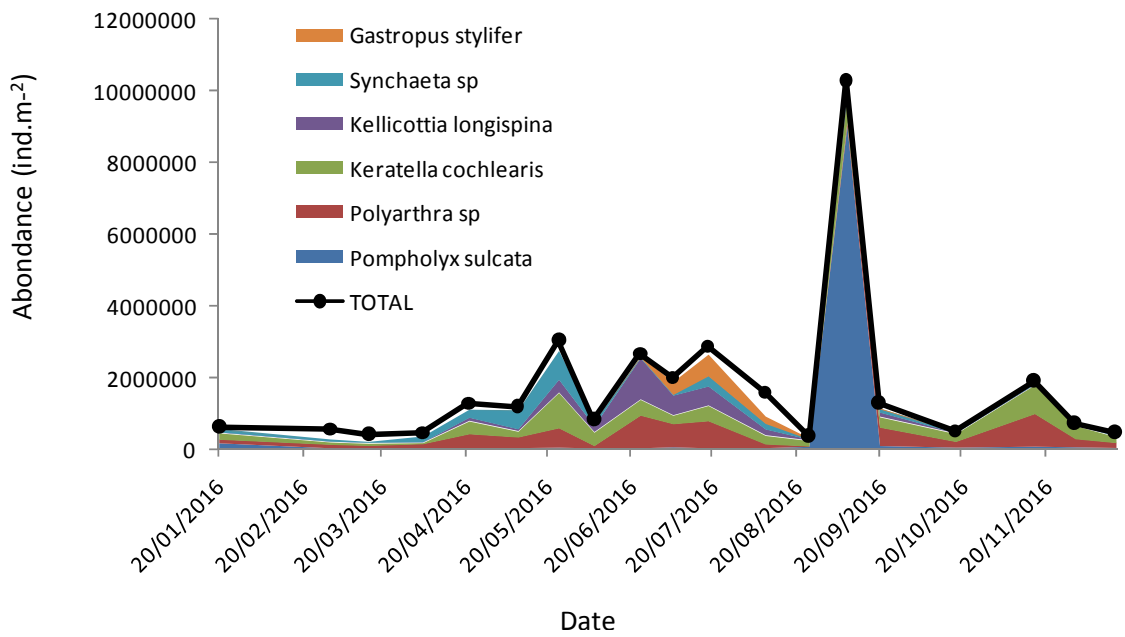


Figure 5: Evolution saisonnière de l'abondance des principaux taxons de la communauté de rotifères dans le Grand Lac (SHL2) en 2016.

Figure 5: Seasonal patterns in the abundance of the dominant taxa of Rotifera community in Upper Lake Geneva (SHL2) in 2016.

Les autres espèces sont relativement peu abondantes (9% de l'abondance totale). Leur dynamique annuelle se caractérise par des périodes de quasi-absence. L'analyse en composantes principales (ACP) permet ainsi de mettre en évidence une variabilité saisonnière pour certaines espèces (figure 6). *Notholca caudata* est caractéristique de la période hivernale et printanière, jusqu'à la fin du mois de mai. De la même façon, *Ascomorpha saltans* s'observe du début d'année jusqu'au mois de juin. *Asplanchna priodonta* s'observe de façon régulière mais à des abondances plus fortes entre avril et juin. Le cortège estival est composé d'espèces qui se maintiennent jusqu'en automne (*Conochilus unicornus*, *Ploesoma sp.*, et *Trichocera rousseleti*) et d'*Ascomorpha ovalis* qui s'observe jusqu'à la fin de l'année.

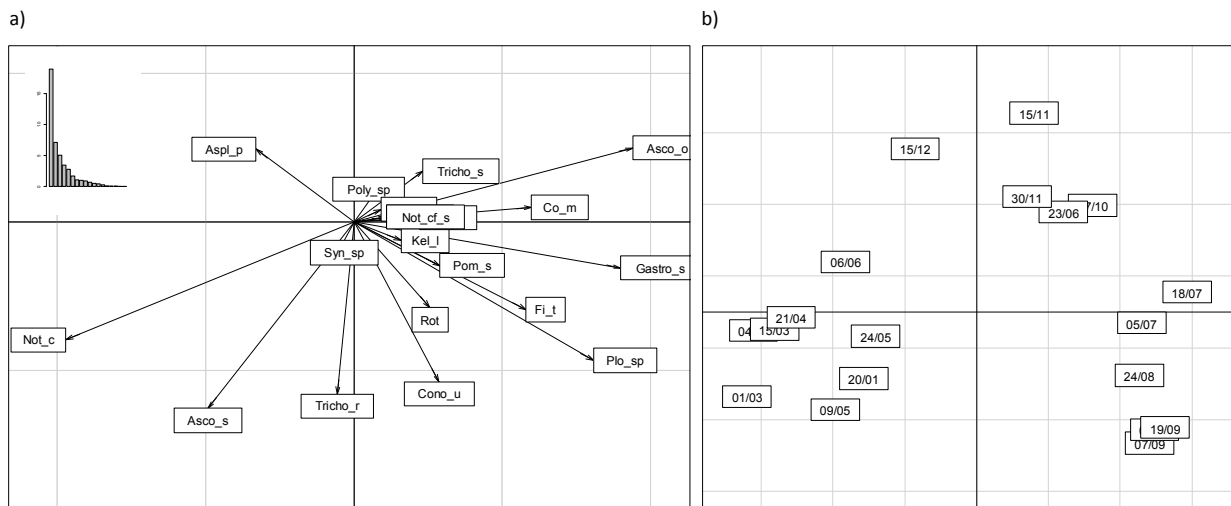


Figure 6: Résultat de l'ACP réalisée sur le logarithme des abondances des taxa observés en 2016. A) Histogramme des valeurs propres et distributions des taxa dans le plan (axes 1 et 2) qui explique 59% de la variabilité de la communauté des rotifères. B) Projection des dates d'échantillonnage dans le même plan.

Figure 6: Results of the PCA run on the log-transformed abundances of rotifers. A) Histogram of the eigenvalues and distribution of the taxa within the first plan made of axis 1 and 2, that explains 59% of the variability. B) Plot of sample dates ordination for axis 1 and 2.

### 3.5. EVOLUTION À LONG-TERME DU ZOOPLANCTON CRUSTACÉEN

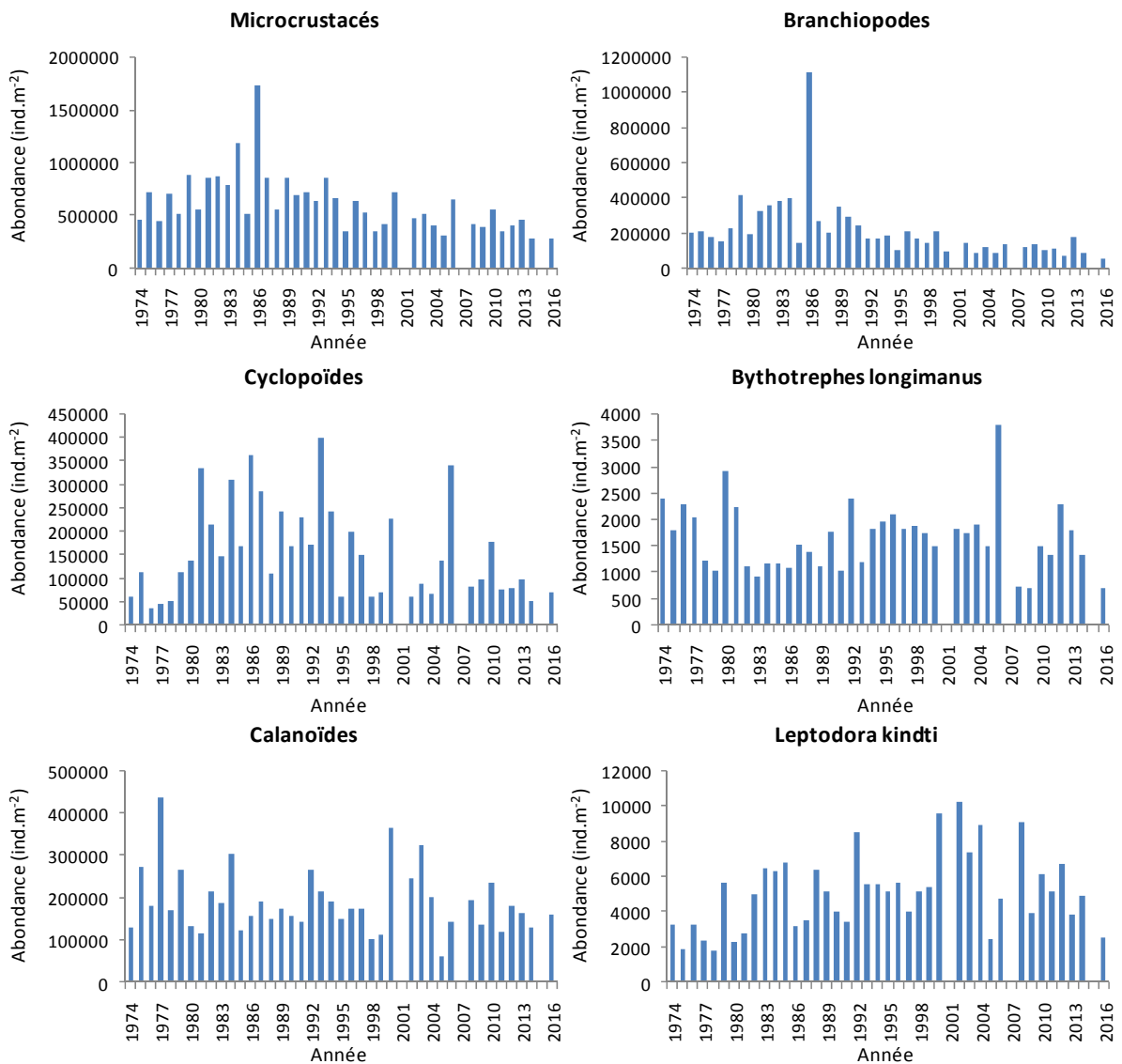


Figure 7 : Evolution interannuelle de l'abondance absolue des différentes catégories de zooplancton crustacéen (Léman, SHL2 ; moyenne entre mai et septembre). En raison du manque d'échantillons comptables, les années 2001, 2007 et 2015 n'ont pas été incluses.

Figure 7: Inter-annual changes in absolute abundances of the crustacean zooplankton (Lake Geneva, SHL2, averaged over May-September). Years 2001, 2007 and 2015 were not included.

Les effectifs de l'ensemble des microcrustacés observés dans le Léman présentent une tendance à la baisse qui se confirme encore en 2016 (figure 7). Cette tendance est fortement guidée par l'évolution des effectifs des branchiopodes herbivores. Ces derniers, et notamment les daphnies, présentaient des abondances maximales dans les années 80, mais sont aujourd'hui présents à des effectifs relativement faibles. Les modifications dans la composition de la communauté phytoplanctonique avec une abondance relative moindre des cryptophycées, espèces d'excellente qualité nutritionnelle (LAINE et PERGA, 2015) et l'augmentation d'une pression de prédation par les corégones (VOGEL, 2014) seraient à l'origine de cette baisse d'abondance. Les effectifs observés pour les cladocères carnivores sont également faibles en 2016 et tendent à marquer une tendance à la baisse qui se serait initiée au début des années 2010. Les cyclopoïdes sont également dans une dynamique décroissante mais qui tendrait à se stabiliser. Les calanoïdes présentent des fluctuations inter-annuelles sans tendance avérée.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- LAINE L., PERGA, ME (2015). Zooplancton du Léman, Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2014, 127-136.
- LAINE L., PERGA, ME (2016). Zooplancton du Léman, Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2015, 95-100.
- RIMET F. (2017). Phytoplancton du Léman. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2016.
- VOGEL, C. (2014): Influence du changement global sur les peuplements piscicoles des lacs perialpins Léman, Bourget et d'Annecy. Rapport de stage. Master 2 recherche, Université Claude Bernard Lyon 1. 27p.