

ZOOPLANCTON DU LÉMAN

THE ZOOPLANKTON OF LAKE GENEVA

CAMPAGNE 2018

PAR

Orlane 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 calanides dont les abondances augmentent dès le mois de février. Les abondances des cyclopidés et cladocères herbivores augmentent en mars. Les densités observées en été sont relativement plus faibles que celles mesurées au printemps. Les daphnies, cyclopidés et calanides présentent un pic très marqué en octobre. Les Bythotrephes sont très peu abondants en 2018, leur maxima estival est légèrement inférieur au pic observé au printemps. Les Leptodora présentent une dynamique annuelle marquée par un pic estival (en août). A l'échelle inter-annuelle, les effectifs de cette communauté microcrustacéenne présentent une tendance à la baisse avec, pour les daphnies, la valeur la plus faible jamais observée depuis 1974. La communauté des rotifères est dominée par Keratella cochlearis qui présente un pic d'abondance en juin et se maintient pendant toute la période estivale.

SUMMARY

Calanids dominate the crustacean zooplankton in Lake Geneva. At the annual scale, the calanids abundances started to increase in February. The abundance of cyclopids and herbivorous cladoceran started to increase in March. In summer, zooplankton densities are lower than during spring and the abundance of Daphnia, cyclops and calanids reached high values in October. Bythotrephes densities were very low in 2018. In summer, its maximum abundance was lower than in spring. Leptodora had highest densities in summer (August). The annual mean crustacean densities is decreasing and Daphnia abundances showed the lowest values ever reached since 1974. The rotifera community is dominated by Keratella cochlearis whose maximum abundance occurred in June and presented high abundances during summer.

1. INTRODUCTION

Le zooplancton comprend deux principales classes : les crustacés et les rotifères. Il constitue un maillon majeur dans le fonctionnement de l'écosystème car est à la fois une source de nourriture pour les consommateurs secondaires et un facteur de contrôle de l'abondance et de la composition des communautés phytoplanctoniques. Le suivi de la CIPEL porte sur les rotifères et les microcrustacés (i.e. les crustacés entomostracés dont la taille est supérieure à 200 µm) récoltés dans le domaine pélagique. En 2018, la communauté microcrustacéenne pélagique du Léman est composée des copépodes (le calanides *Eudiatomus gracilis* et *Cyclops prealpinus*.) et des cladocères (*Daphnia sp.*, *Eubosmina sp.*, *Leptodora kindtii* et *Bythotrephes longimanus*).

En 2018, les 20 campagnes de prélèvements réalisées ont pu faire l'objet de comptage. 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, $Vol_{\text{ech.total}}$ est le volume de l'échantillon total ajusté (en ml), $Vol_{\text{ss.ech}}$ 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 m³).

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 DYNAMIQUE SAISONNIÈRE DE L'ABONDANCE TOTALE ET DES PRINCIPAUX ORDRES DES MICROCRUSTACÉS

Tout au long de l'année, la communauté de crustacés est largement dominée par les calanides (figure 1a). Les cyclopidés sont nettement plus abondants que les cladocères au printemps et en fin d'été.

Le biovolume sédimenté initie son augmentation progressivement dès le mois de février (figure 1b), en raison de l'augmentation des effectifs de calanides qui atteignent un premier pic d'abondance en mars (figure 1a). Le biovolume sédimenté augmente jusqu'au mois de mai en raison de l'augmentation de l'abondance des daphnies et copépodes. Dans un premier temps, jusqu'au mois de mars, cette augmentation des biovolumes sédimentés s'accompagne d'une augmentation de la transparence qui traduit une faible activité phytoplanctonique (ANNEVILLE et RIMET, 2019 ; RIMET, 2019). Les biovolumes sédimentés augmentent jusqu'au mois d'août puis diminuent progressivement jusqu'à la fin de l'année.

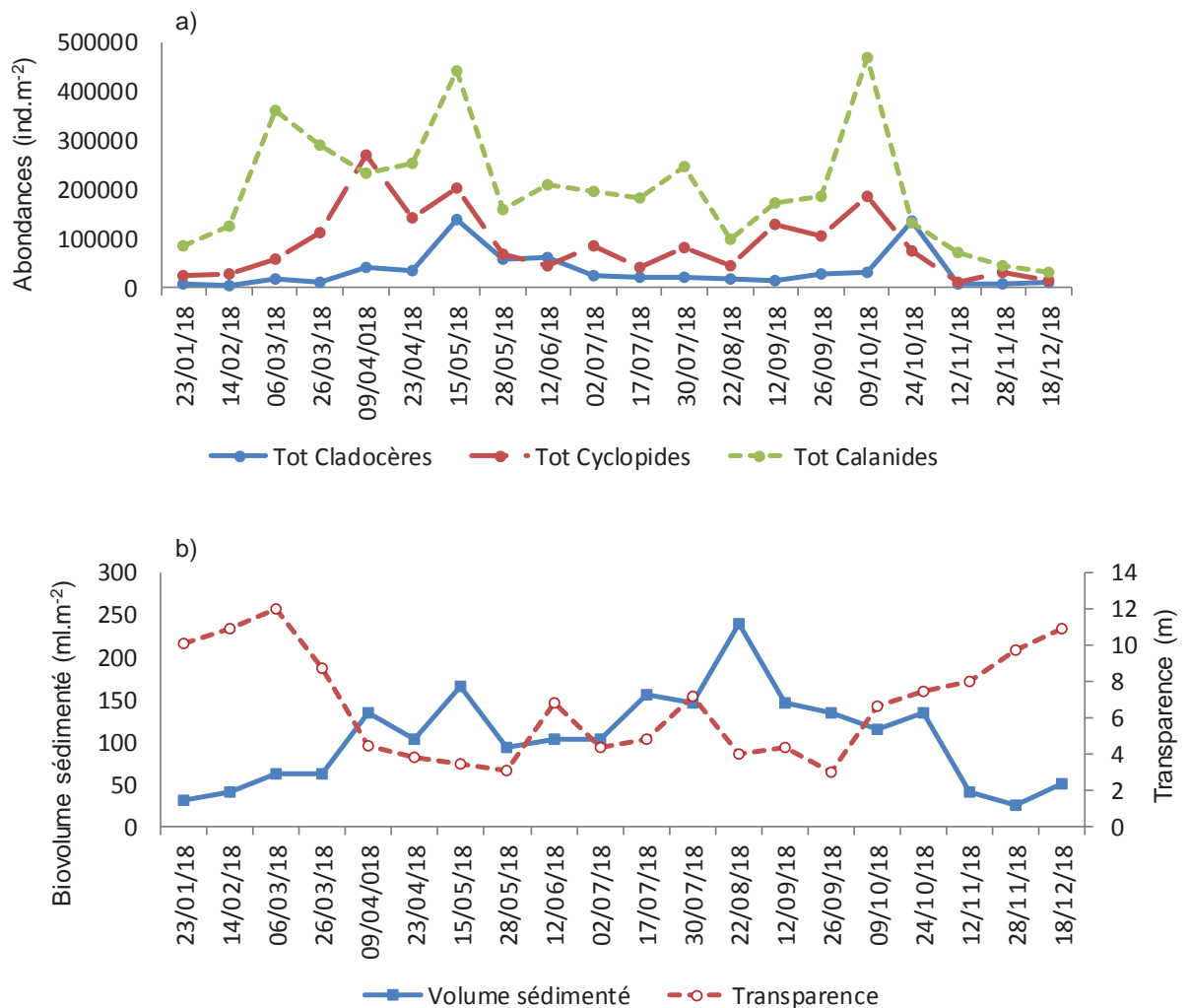


Figure 1 : a. Evolution saisonnière de l'abondance des grands groupes zooplanctoniques. b. Evolution saisonnière comparée des biovolumes de zooplancton sédimenté et de la transparence des eaux 2018 (Léman, SHL2).

Figure 1 : a. Seasonal changes in the abundance of zooplankton taxa. b. Compared seasonal changes in sedimented zooplankton biovolumes and water transparency in 2018 (Lake Geneva, SHL2).

3.2 DYNAMIQUE SAISONNIÈRE DES MICROCRUSTACÉS EN 2018

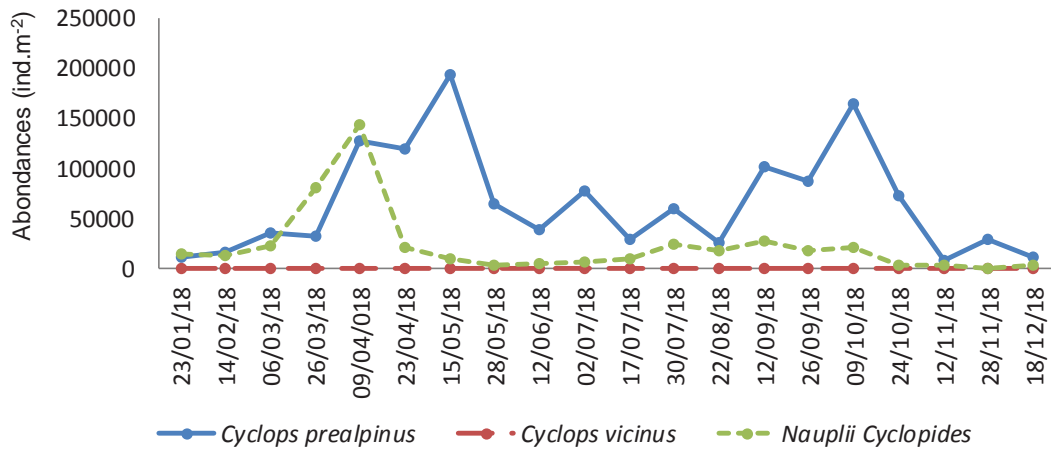


Figure 2 : Evolution saisonnière de l'abondance des cyclopidés en 2018 (Léman, SHL2)

Figure 2 : Seasonal changes in the abundance of cyclopids in 2018 (Lake Geneva, SHL2)

En 2018 la communauté des cyclopidés est uniquement composée de *Cyclops prealpinus*. L'abondance des cyclopidés augmente dès le mois de mars (figure 2). Cette augmentation de la population de *C. prealpinus* suit l'accroissement du nombre de nauplii. La population de *C. prealpinus* atteint un maximum le 15 mai (193 806 ind/m²). Les abondances baissent jusqu'au mois d'août. Un deuxième pic est observé en automne avec un maximum qui atteint les 164 240 ind/m² en octobre.

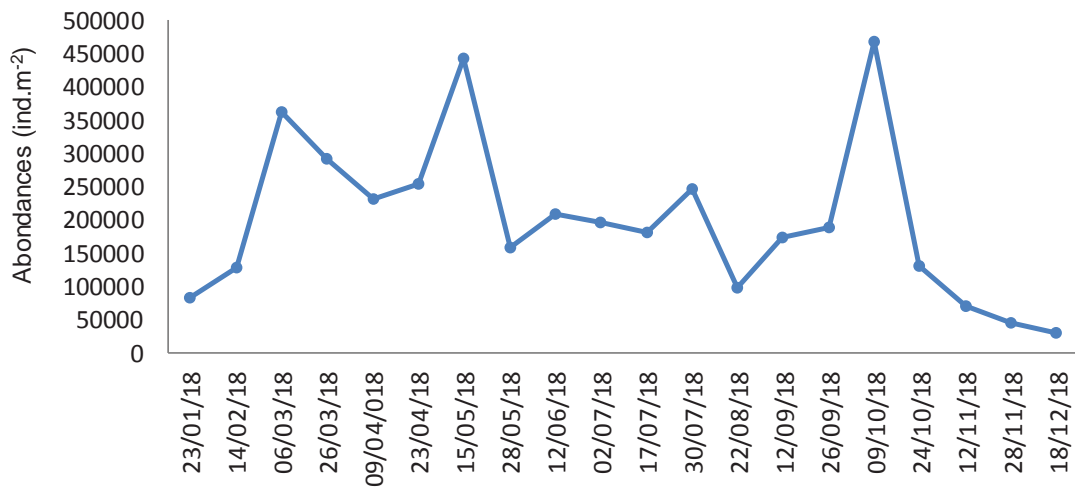


Figure 3 : Evolution saisonnière de l'abondance du calanide *Eudiaptomus gracilis* en 2018 (Léman, SHL2)

Figure 3 : Seasonal changes in the abundance of calanids *Eudiaptomus gracilis* in 2018 (Lake Geneva, SHL2)

L'abondance d' *E. gracilis* augmente à partir du mois de février (figure 3) et présente un premier pic au début du mois de mars puis un deuxième en mai. Comme pour les cyclopidés, les abondances diminuent pendant la période estivale puis augmentent en automne pour atteindre un maximum de 467 826 ind/m² le 9 octobre.

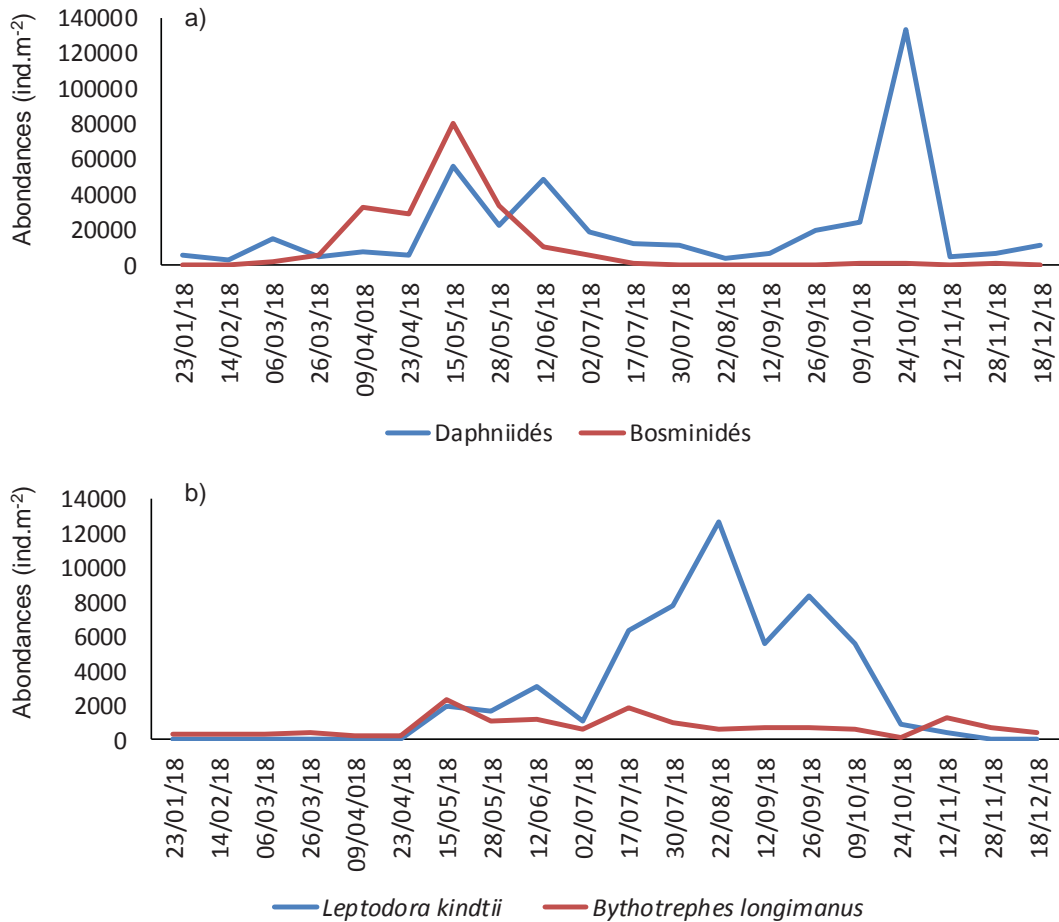


Figure 4 : Evolution saisonnière de l'abondance des Branchiopodes Cladocères a) herbivores b) carnivores

Figure 4 : Seasonal changes in the abundance of herbivorous (a) and carnivorous (b) Branchiopoda in 2017 (Lake Geneva, SHL2)

En 2018, l'abondance des bosminidés augmente à partir du mois de mars pour atteindre un pic d'abondance annuel le 15 mai (80 478 ind/m²). Cette date correspond également aux plus fortes abondances de daphnies observées au printemps (55 842 ind/m²). En été, l'abondance des cladocères herbivores demeure beaucoup plus faible que celle observée au printemps, puis la population de daphnies présente un pic, bien plus important que le pic printanier (133 317 ind/m²), le 24 octobre.

Les cladocères prédateurs, *Bythotrephes longimanus* et *Leptodora kindtii*, se caractérisent quant à eux habituellement par un développement en saison chaude. En 2018, la dynamique de *L. kindtii* correspond à ce schéma, et présente des abondances maximales (12 619 ind/m²) le 22 août. En revanche, *B. longimanus* demeure à des abondances très faibles. En été, cette population demeure en dessous des 1 900 ind/m² et son maximum de 2 287 ind/m² s'observe le 15 mai.

3.3 AUTRES GROUPES PLANCTONIQUES

En 2018, la communauté des rotifères est composée de 20 taxons et présente une dynamique saisonnière qui se caractérise par de faibles valeurs hivernales et automnales (figure 5a). La croissance de cette communauté débute dès le mois de février avec l'augmentation de la population de *Notholca caudata* qui atteint son maximum (792 723 ind/m²) à la fin du mois de mars (figure 5b). Les rotifères présentent leur maximum printanier le 23 avril en raison du développement de *Synchaeta sp* qui atteint son pic d'abondance de 1 956 112 ind/m².

Cette population diminue jusqu'en automne en étant remplacée par des espèces plus estivales telles que *Kellicottia longispina*, *Gastropus stylifer* et *Keratella cochlearis*. Cette dernière domine la communauté de la fin mai jusqu'au 12 septembre avec une abondance maximale de 1 246 561 ind/m² observée le 12 juin.

En fin d'été, *Conochilus unicornus* et *Pompholyx sulcata* se maintiennent à des abondances élevées pendant 1 à 2 mois pour ensuite s'effondrer brusquement avec l'ensemble des autres espèces dont *Polyarthra sp* qui le 9 octobre, dominait la communauté avec une abondance de 1 340 457 ind/m². En 2018, ces 8 taxons représentaient 92.7% des effectifs totaux et leur contribution moyenne annuelle à la communauté s'élevait à 90.5%.

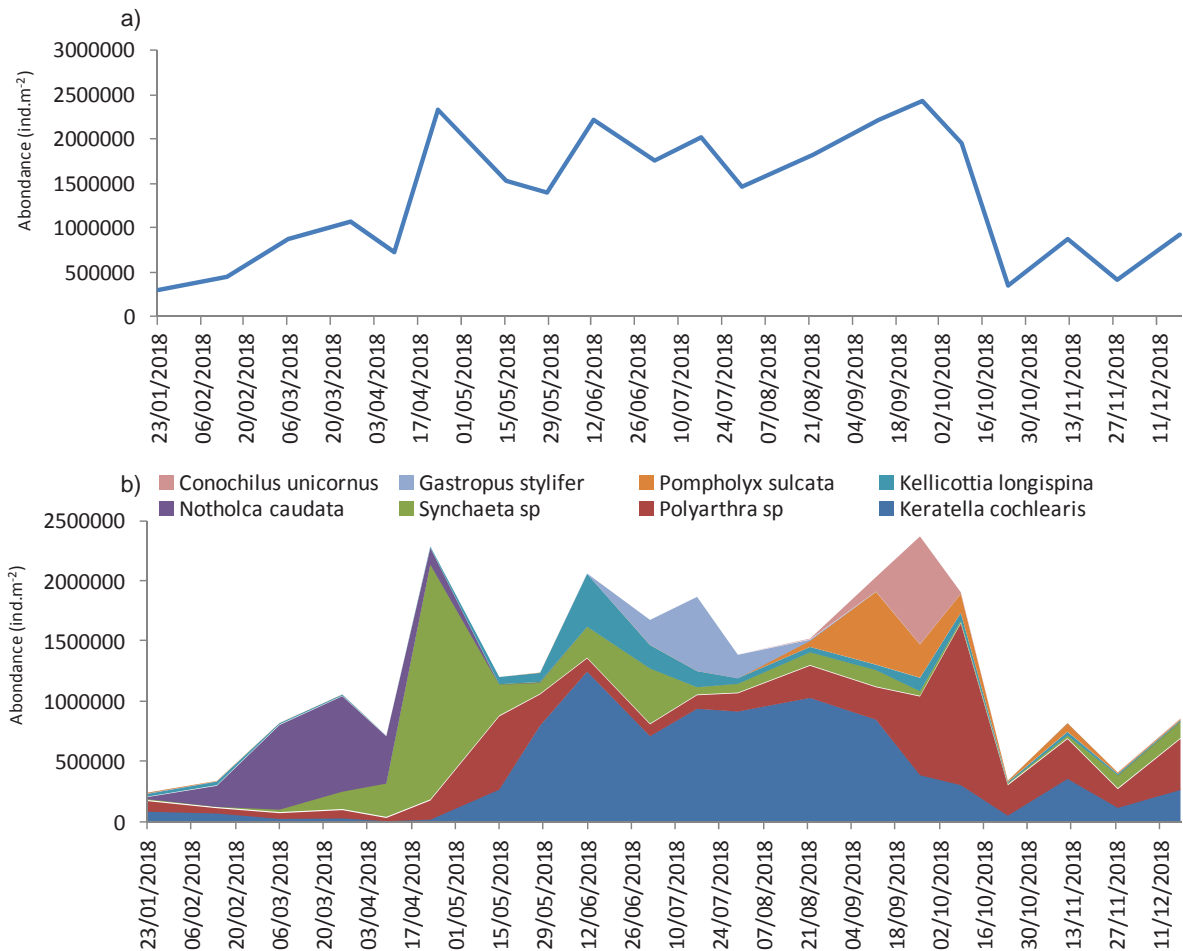


Figure 5: Evolution saisonnière de l'abondance a) de l'ensemble des rotifères, b) des principaux taxons de la communauté de rotifères dans le Grand Lac (SHL2) en 2018.

Figure 5: Seasonal patterns in the abundance of a) all the identified taxa, b) the dominant taxa of Rotifera community in Upper Lake Geneva in 2018.

3.5. EVOLUTION À LONG-TERME DU ZOOPLANCTON CRUSTACÉEN

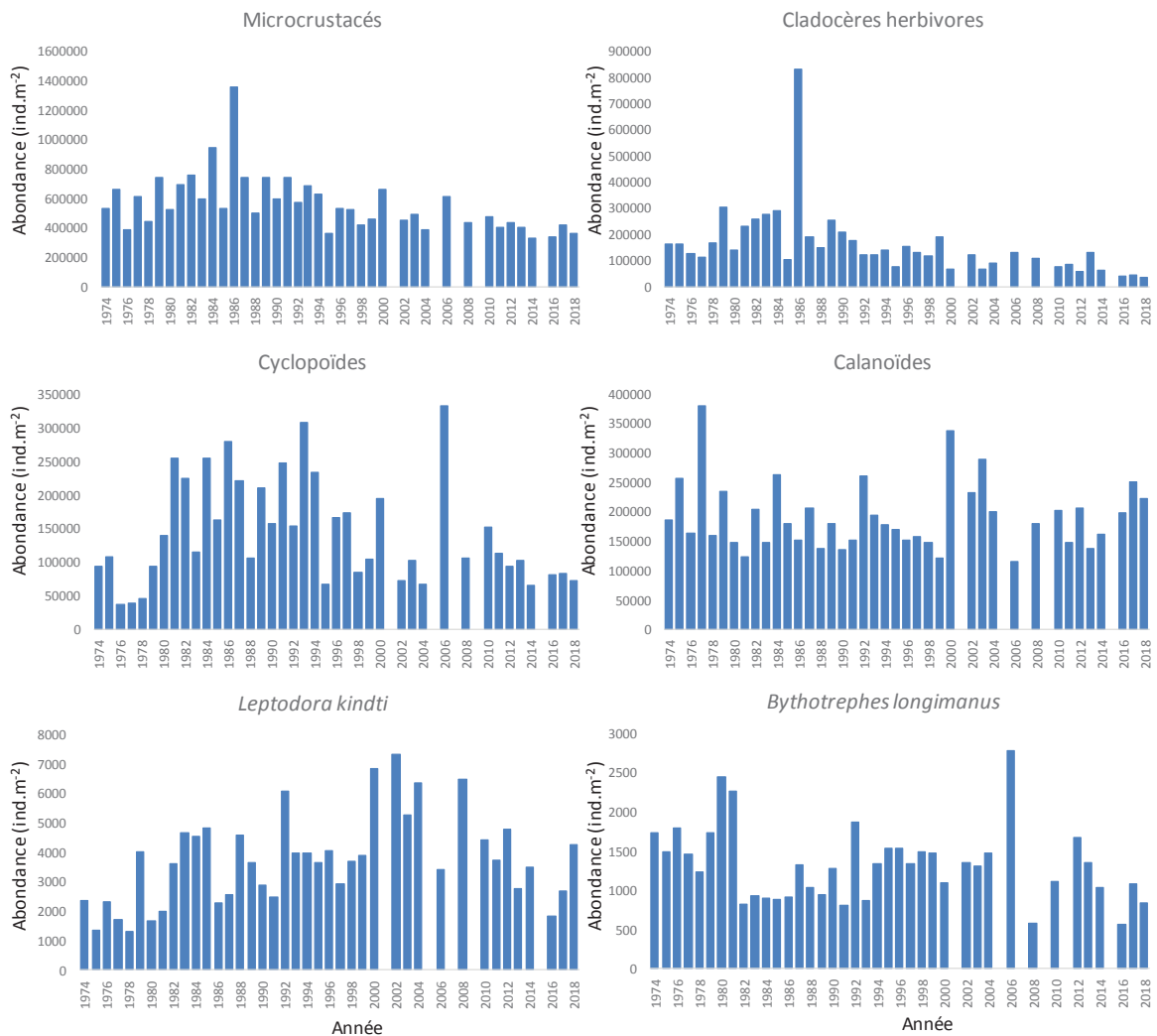


Figure 7 : Evolution interannuelle de l'abondance absolue des différentes catégories de zooplancton crustacéen (Léman, SHL2 ; moyenne de mars à septembre). En raison du manque d'échantillons comptables, les années 2001, 2005, 2007, 2009 et 2015 n'ont pas été incluses.

Figure 7 : Inter-annual changes in absolute abundances of the crustacean zooplankton (Lake Geneva, SHL2, averaged over March-September). Years 2001, 2005, 2007, 2009 and 2015 were not included.

La majorité des taxons microcrustacéens présentent des tendances inter-annuelles fortement marquées. Les cladocères herbivores (Daphniidés et Bosminidés), cyclopoïdes et *B. longimanus* s'inscrivent dans une tendance à la baisse. *L. kindti* présente des abondances plus élevées qu'en 2016 et 2017 mais se maintient à des valeurs faibles par rapport à celles atteintes dans les années 2000. Ainsi, seuls les calanides présentent une évolution interannuelle sans tendance. Cette baisse générale des principaux taxons du zooplancton contribue donc à la diminution de l'abondance des microcrustacés qui s'était initiée à la fin des années 80 avec la diminution des effectifs de daphnies.

L'évolution inter-annuelle de l'abondance des microcrustacés reste néanmoins fortement guidée par la baisse des cyclopoïdes et des daphnies. La diminution de l'abondance des cyclopoïdes serait principalement causée par une modification dans la composition de la communauté phytoplanctonique en faveur d'espèces dont la qualité nutritionnelle serait moins intéressante pour les naupliis de copépodes et donc impacterait négativement leur survie (ANNEVILLE et al., 2007). La baisse de l'abondance des daphnies serait également liée à l'évolution de la composition taxonomique du phytoplancton avec une abondance relative moindre des cryptophycées, espèces d'excellente qualité nutritionnelle (LAINE et PERGA, 2015). La baisse de l'abondance des daphnies serait également induite par l'augmentation d'une pression de prédation par les corégones (VOGEL, 2014) en lien avec la réoligotrophisation et le réchauffement du Léman (ANNEVILLE et al. 2017).

BIBLIOGRAPHIE

- ANNEVILLE O., MOLINERO J.C., SOUISSI S., BALVAY G., GERDEAUX D. (2007). Long-term changes in the copepod community of Lake Geneva. *Journal of Plankton Research*, 29 : i49-i59.
<https://doi.org/10.1093/plankt/fbl066>
- ANNEVILLE O. et RIMET F. (2019). Biomasse chlorophyllienne et production primaire dans le Léman. *Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2018*.
- ANNEVILLE O., VOGEL C., Lobry J. et GUILLARD J. 2017. Fish communities in the ANthropocene : detecting drivers of changes in the deep peri-alpine Lake Geneva. *Inland Waters*, 7: 65-76.
- LAINE L., PERGA, ME (2015). Zooplancton du Léman. *Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2014*, 127-136.
- RIMET F. (2019). Phytoplancton du Léman. *Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2018*.
- 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.