

BIOMASSE CHLOROPHYLLIENNE ET PRODUCTION PRIMAIRE DANS LE LÉMAN

CHLOROPHYLL A BIOMASS AND PRIMARY PRODUCTION IN LAKE GENEVA

CAMPAGNE 2018

PAR

Orlane ANNEVILLE, Frédéric RIMET et Pascal PERNEY

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

RÉSUMÉ

La dynamique saisonnière de la biomasse chlorophyllienne en 2018 montre un redémarrage en avril dès la mise en place d'une stratification des eaux de surface qui permet le développement d'un pic de production dans la couche supérieure de la colonne d'eau. Les biomasses chlorophylliennes mesurées au printemps sont légèrement plus élevées que celles mesurées en été. A l'échelle inter-annuelle, la concentration moyenne annuelle de chlorophylle a est plus élevée que celle observée en 2017 mais reste dans le même ordre de grandeur que celles mesurées en période d'eutrophisation. Au printemps, les productions primaires présentent une tendance à la baisse depuis 2015.

ABSTRACT

Increase in chlorophyll a concentrations started in April with the thermal stratification of the water column. Spring maximum chlorophyll a concentrations were slightly higher than in summer. In 2018, the annual mean chlorophyll a concentration was higher than the one measured in 2017 and similar to concentrations measured when the lake was eutrophic. In spring, primary production has been decreasing since 2015.

1. INTRODUCTION

Ce rapport présente les données de production primaire et de biomasse phytoplanctonique (estimée par la concentration en chlorophylle *a*) mesurées à la station SHL2 du Léman au long de l'année 2018. L'évolution inter-annuelle des mêmes caractéristiques phytoplanctoniques est également présentée pour comparaison avec l'année 2018.

2. MÉTHODES

L'échantillonnage a été réalisé au cours de 20 campagnes aux profondeurs habituelles de 0, 1, 2.5, 3.5, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30 m pour la chlorophylle et 0, 2.5, 5, 10, 20 et 30m pour la production primaire. La transparence de l'eau a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi noir et blanc standard.

La production primaire (PP) a été mesurée selon le protocole établi en 2014 (PERGA, TADONLEKE & PERNEY, 2015), par méthode d'incubation et d'incorporation du $\text{NaH}^{13}\text{CO}_3$. La production primaire est exprimée, par unité de surface ou de volume, en quantité de C fixée par incubation et par heure.

La concentration en chlorophylle *a*, utilisée ici comme estimateur de la biomasse phytoplanctonique, a été analysée au spectrophotomètre. Historiquement, la concentration brute en chlorophylle *a* (ici notée ChIA) a été calculée suivant l'équation de (STRICKLAND & PARSONS 1968) à partir des absorbances mesurées aux longueurs d'ondes suivantes (750, 665 ; 645 et 630 nm ; Norme NF T90-117 AFNOR 1999). L'adoption de la méthode de SCOR-UNESCO depuis 2013 nécessite de mesurer en plus l'absorbance à 410 nm, correspondant aux phéopigments, dans l'objectif de corriger la concentration brute pour la dégradation de la chlorophylle (notée ChIa, NF T90-117 AFNOR 1999). Le taux de dégradation étant en moyenne <3%, les deux mesures de la concentration en chlorophylle *a* (ChIA et ChIa) sont intimement corrélées ($R^2 > 97\%$, PERGA, LEBERRE & PERNEY, 2017). Les mesures de ChIa seront donc présentées pour le suivi de l'année 2018. Enfin, l'évolution inter-annuelle des biomasses chlorophylliennes sera quantifiée à partir des valeurs moyennes de ChIA sur les eaux de surface (0-30m).

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 DYNAMIQUE SAISONNIERE

Les concentrations moyennes et maximales en chlorophylle *a* mesurées sur les 30 premiers mètres présentent une évolution synchrone et caractérisée par de faibles valeurs en début d'année (figure 1A), lorsque le lac n'est pas encore stratifié.

On observe une augmentation rapide dès le mois d'avril, lorsque la stratification se met en place (TRAN KHAC et al, ce rapport). Cette augmentation de biomasse chlorophyllienne s'explique par la reprise de l'activité photosynthétique (Figure 1B) et un premier pic de production primaire ($20\mu\text{gC}/\text{litre}/\text{h}$) localisé dans les 3 premiers mètres (figure 2).

L'augmentation des concentrations en chlorophylle *a* se poursuit de façon irrégulière jusqu'au 12 juin, date à laquelle la concentration moyenne sur la tranche d'eau de 0-30m atteint son maximum de $9.3\mu\text{g}/\text{L}$ (figure 1A). La communauté phytoplanctonique est alors dominée par des espèces dont la longueur est supérieure à $20\mu\text{m}$ et/ou le biovolume est supérieur à $10\,000\mu\text{m}^3$, il s'agit d'espèces microphytoplanctoniques dont l'activité photosynthétique est généralement plus faible que celle du nanophytoplancton. Ce changement dans la composition de la communauté phytoplanctonique pourrait expliquer une production primaire moins élevée que celle mesurée le 9 avril (figure 1B). Enfin, contre toute attente, cette forte abondance phytoplanctonique printanière ne se traduit pas en termes de transparence qui est beaucoup plus élevée que celle relevée le 28 mai (figure 1). Cette incohérence est probablement dû au fait que la transparence est influencée par le type de structure cellulaire et que le microphytoplancton laisse davantage passer la lumière que le nanophytoplancton.

En juin, l'augmentation de la transparence résulte du broutage par une population de daphnies relativement abondante (ANNEVILLE et LAINE, ce rapport), qui conduit à une baisse de la biomasse phytoplanctonique (RIMET, ce rapport). Néanmoins, en raison de la présence d'une communauté abondante de picocyanobactéries (JACQUET, ce rapport), de fortes valeurs en chlorophylle *a* sont observées en profondeur avec un pic de $16.2\mu\text{g}/\text{L}$ situé à 15m (figure 2).

En juillet, les concentrations en chlorophylle *a* sont nettement plus faibles que celles observées au printemps.

En août, une croissance phytoplanctonique observée à 10m explique l'augmentation de la concentration moyenne sur les 0-30m (figure 2). Les concentrations élevées se maintiennent jusqu'au 26 septembre puis diminuent en raison de la modification des conditions du milieu (baisse de lumière et de la température); signant l'amorce de la période automnale.

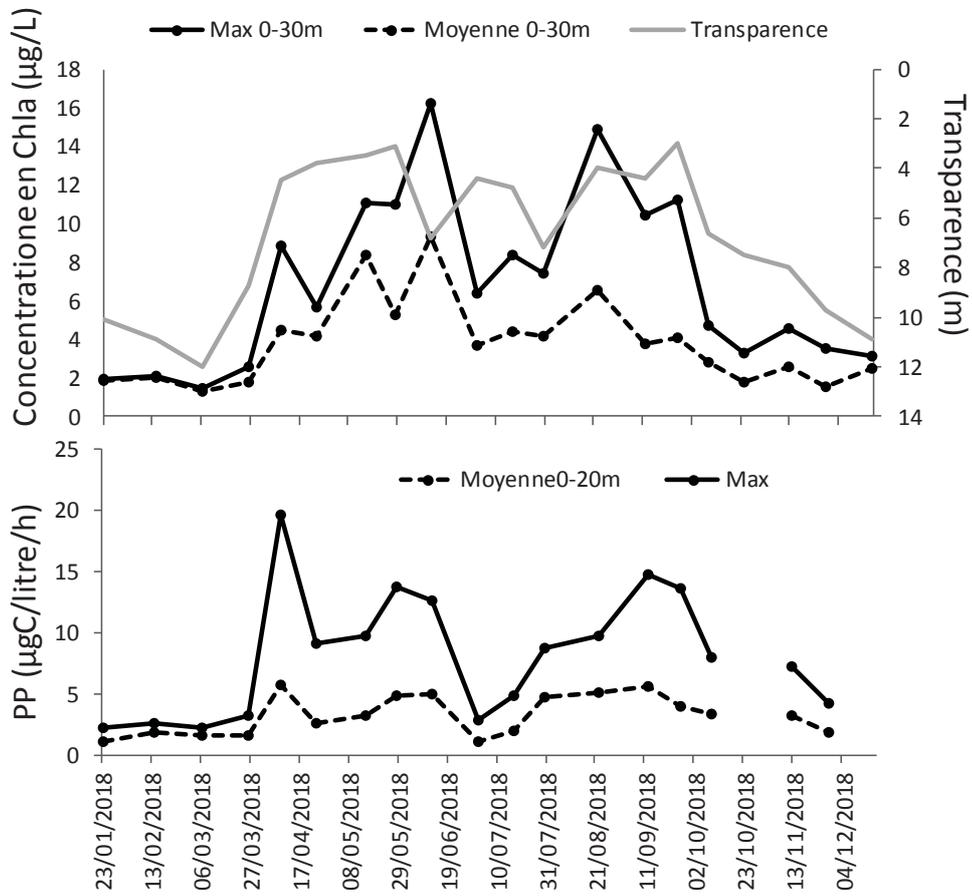


Figure 1 : A) Evolution saisonnière de la transparence et des concentrations moyennes et maximales de Chla observées sur les 30 premiers mètres à la station SHL2, en 2018. B) Evolution saisonnières de la production primaire moyenne et maximale mesurées sur les 20 premiers mètres, à la station SHL2, en 2018.

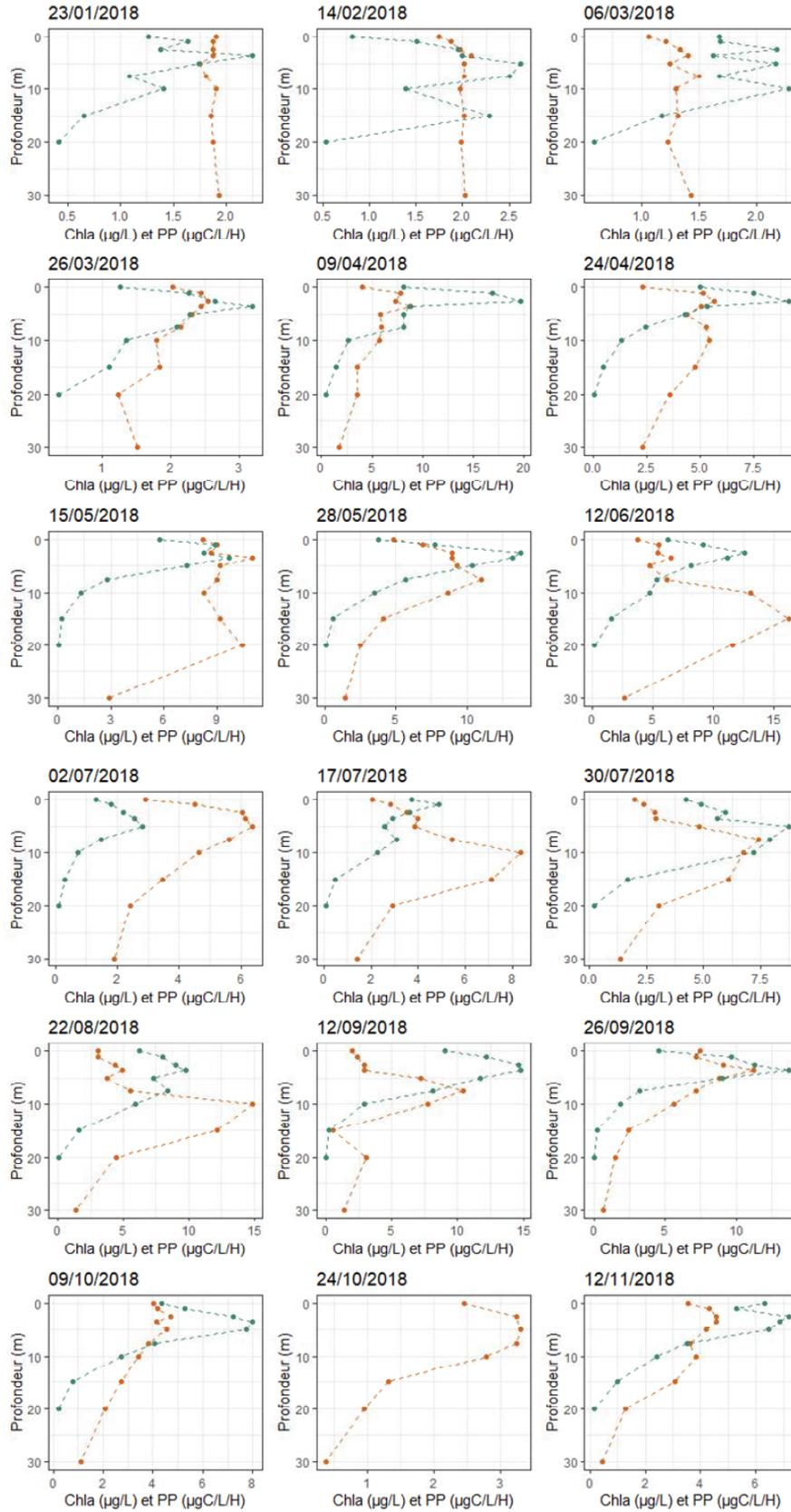


Figure 2 : Profils verticaux de production primaire (vert) et chlorophylle a (marron) enregistrés à la station SHL2, en 2018.

3.2 DYNAMIQUE INTER-ANNUELLE

L'évolution temporelle de la production primaire reflète celle de la biomasse chlorophyllienne à l'échelle de l'année ($r=0.6$, $p\text{-value}<0.005$), néanmoins, cette relation s'estompe sur le long-terme. Depuis 2015, la production primaire moyenne annuelle présente une tendance à la baisse en raison d'une baisse de l'activité phytoplanctonique au printemps (figure 3).

En revanche, les valeurs moyennes de chlorophylle *a* observées en 2018 sur les 20 premiers mètres ($5.47\mu\text{g/L}$) sont plus élevées que celles relevées les 3 années précédentes ($4.64\mu\text{g./L}$ en 2015, $3.11\mu\text{g./L}$ en 2016 et $3.80\mu\text{g/L}$ en 2017). Cette concentration relativement plus importante en 2018, seraient à mettre en relation avec des valeurs plus élevées observées au printemps et en été (figure 3).

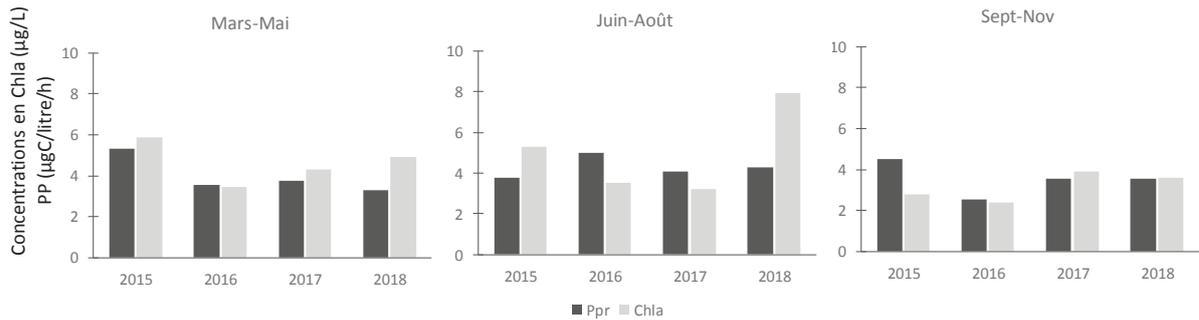


Figure 3 : Evolution inter-annuelle des moyennes saisonnières sur 20m pour les concentrations en Chla et la production primaire, mesurées à la station SHL2.

Sur une période plus longue, les moyennes annuelles (calculées de février à novembre pour éviter les valeurs manquantes) en chlorophylle *a* mesurées avec la méthode Strickland Parson et pondérées sur les 30 premiers mètres, présentent des fluctuations inter-annuelles sans tendance apparente (Figure 4).

Contrairement à la biomasse phytoplanctonique (RIMET, ce rapport), mais en accord avec ce qui a été décrit précédemment, les concentrations annuelles de 2018 apparaissent plus élevées que celles mesurées en 2017. Cette différence est probablement dû à la présence des picocyaobactéries qui ne peuvent pas être observée en microscopie classique, mais qui, de façon ponctuelle, peuvent contribuer de façon importante aux concentrations en chlorophylle *a* (ANNEVILLE et al., 2017). En 2018, les moyennes annuelles de chlorophylle *a* mesurées sur les 30 premiers mètres ($4.39\mu\text{g/L}$), sont supérieures aux concentrations moyennes observées sur la période 1977-2018 ($3.96\mu\text{g/L}$).

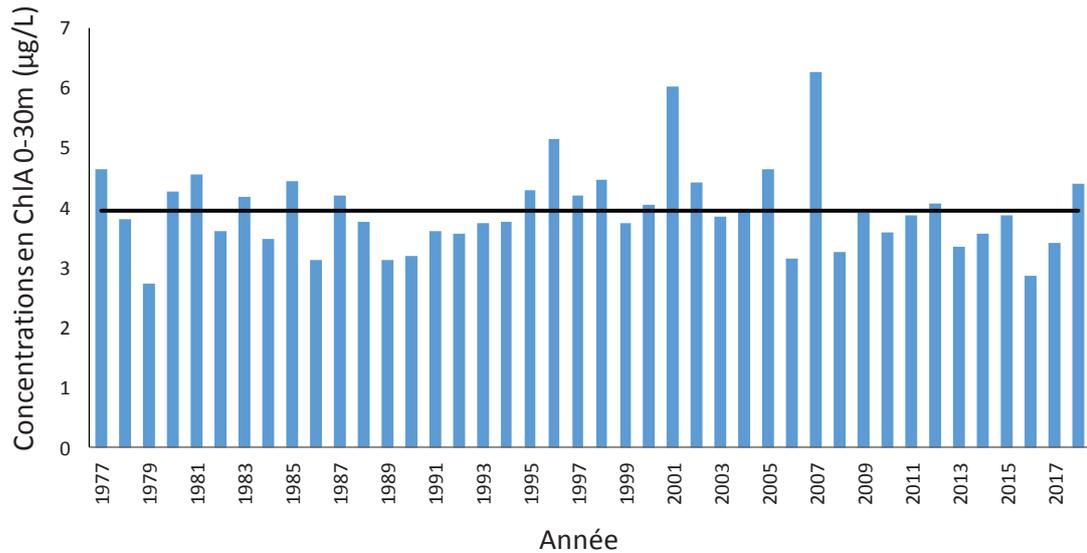


Figure 4 : Evolution inter-annuelle des moyennes annuelles pondérées sur 30m pour les concentrations en chlorophylle *a* mesurées selon la méthode Strickland Parson de février à novembre. La ligne horizontale indique la valeur référence (3.96µg/L) correspondant à la moyenne calculée sur la période 1977-2018. Station SHL2, Grand Lac.

BIBLIOGRAPHIE

- ANNEVILLE et LAINE L. (2019). Zooplancton du Léman. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2018.
- ANNEVILLE O., RIMET F. et PERNEY P. (2018). Biomasse chlorophyllienne et production primaire dans le Léman. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2017. 106-112.
- JAQUET S. (2019). Etude relative aux picocyanobactéries. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2018.
- PERGA ME, TADONLEKE R. et PERNEY P. (2015). Mesures de la production primaire : Transition des protocoles ¹⁴C - ¹³C. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2014. 163-171 pp.
- PERGA M.E., LEBERRE B. et PERNEY P. (2017). Biomasse chlorophyllienne et production primaire dans le Léman. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2016, 93-100.
- RIMET F. (2019): Phytoplancton du Léman. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2018.
- STRICKLAND J.D.H. et PARSONS T.R. (1968). A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board Canada, 167, 311 p.
- TRAN KHAC V., QUETIN P. et ANNEVILLE O. (2019) : Evolution physico-chimique des eaux du Léman, données météorologiques. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2018.