

BIOMASSE CHLOROPHYLLIENNE ET PRODUCTION PRIMAIRE DANS LE LÉMAN

CHLOROPHYLL A BIOMASS AND PRIMARY PRODUCTION IN LAKE GENEVA

CAMPAGNE 2017

PAR

Orlane ANNEVILLE, Frédéric RIMET et Pascal PERNEY

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

RÉSUMÉ

*La dynamique saisonnière de la biomasse chlorophyllienne en 2017 montre un redémarrage précoce de la croissance algale, dès le mois de mars en raison de 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 plus élevées que celles mesurées en été et ce malgré l'efflorescence de la cyanobactérie *Planktothrix rubescens*. En 2017, la concentration moyenne annuelle de chlorophylle était comparable à celle observée en 2016 à savoir en dessous de la valeur moyenne calculée sur la période 1976-2017.*

ABSTRACT

*Because of an early stratification of the water column, chlorophyll a seasonal dynamics revealed an early start of phytoplankton production, as soon as March in 2017. Spring phytoplankton community reached higher chlorophyll a concentrations than the summer one in spite of *Planktothrix rubescens* bloom in late summer. In 2017, the annual mean chlorophyll a concentration was similar to those measured in 2016, it was lower than the average value computed over the studied period (1976-2017).*

1. INTRODUCTION

Ce rapport présente les données de production primaire (PP) et de biomasse phytoplanctonique (estimée par la concentration en chlorophylle *a*) mesurées à la station SHL2 du Léman au long de l'année 2017. L'évolution inter-annuelle des mêmes caractéristiques phytoplanctoniques est également présentée.

2. MÉTHODES

L'échantillonnage a été réalisé au cours de 19 campagnes entre le 31 janvier et le 21 décembre 2017 aux profondeurs habituelles (0, 1, 2, 3.5, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30 m). La transparence de l'eau a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi normé (noir et blanc, 20cm de diamètre).

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 Chla, NF T90-117 AFNOR 1999). Le taux de dégradation étant en moyenne <3%, les deux mesures de la concentration en chlorophylle *a* (ChIA et Chla) sont intimement corrélées ($R^2 > 97\%$, PERGA, LEBERRE & PERNEY, 2017). Les mesures de Chla seront donc présentées pour le suivi de l'année 2017, tandis que l'évolution inter-annuelle des biomasses chlorophylliennes sera quantifiée à partir des valeurs moyennes de ChIA sur les eaux de surface (0-20m).

La production primaire 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.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 DYNAMIQUE SAISONNIERE

Les concentrations moyennes en Chla mesurées sur les 30 premiers mètres sont fortement corrélées avec les valeurs maximales observées sur la colonne d'eau (figure 1). Ces dynamiques saisonnières sont donc semblables et se caractérisent par de faibles valeurs en début d'année lorsque le lac n'est pas encore stratifié, puis une augmentation rapide dès le mois de mars pour atteindre un premier pic (6.5 $\mu\text{g/L}$ – 15.8 $\mu\text{g/L}$) le 20 mars.

Ce premier développement qui coïncide avec un début de stratification du lac (TRAN, 2018) est dû à l'augmentation de l'activité photosynthétique qui présente également un premier pic à la date du 20 mars (figure 2). L'activité photosynthétique est alors localisée dans les premiers mètres (figure 3) et l'accumulation des cellules phytoplanctoniques produites provoque une forte baisse de la transparence qui passe de 14 à 4.2 m en 12 jours (figure 1).

Ce premier pic de biomasse chlorophyllienne est essentiellement composé d'espèces de petites tailles dont la picocyanobactéries, *Synechocystis parvula* (RIMET, 2018). Ces espèces sont difficiles à compter en microscopie et n'ont pu être comptabilisées par le cytomètre en flux puisque l'échantillon du 20 mars n'a pu être traité (JAQUET, 2018). Cette communauté phytoplanctonique particulièrement chargée en picocyanobactéries, ne se maintient pas et voit ses effectifs diminuer rapidement. Elle est remplacée, à partir du 2 mai, par un cortège phytoplanctonique dominé par du microplancton et la transparence se maintient à des valeurs faibles.

A partir du 15 mai, la biomasse chlorophyllienne diminue progressivement en raison de la pression de prédation exercée par les daphnies (ANNEVILLE et LAINE, 2018). Cette baisse s'accompagne d'une baisse de la production primaire et d'une légère augmentation de la transparence, signant la période des eaux claires et marquant ainsi la fin de la saison printanière.

Au cours de la saison printanière, la couche abritant une photosynthèse active s'étend vers le fond et cet élargissement de la zone de production primaire s'accompagne d'un enfoncement des maxima de Chla (figure 3).

En été, les concentrations moyennes mesurées sur les 30 premiers mètres demeurent à des valeurs oscillant autour de 3.3µg/L et donc plus faibles que celles observées au printemps. Cette dynamique est probablement liée aux faibles concentrations en phosphore mesurées dans les couches proches de la surface (TRAN, 2018) ou à une activité phytoplanctonique très localisée dans la colonne d'eau, entre 2 profondeurs échantillonnées.

En effet, la cyanobactérie *Planktothrix rubescens* qui a tendance à se développer sur une couche très restreinte, est présente à des concentrations relativement importantes dans les échantillons intégrés dès le 22 août (RIMET, 2018). Le 4 septembre, on observe un troisième pic d'abondance chlorophyllienne qui reflète une efflorescence de *P. rubescens*. Néanmoins, ce pic est d'une intensité moindre que celui mesuré en mars (figures 1 et 4). Au-delà du fait que *P. rubescens* contienne peu de chlorophylle *a*, ce paradoxe peut venir du fait que le pic de *P. rubescens* soit localisé à une profondeur qui n'ait pas été échantillonnée pour les mesures en chlorophylle *a*.

Les valeurs moyennes de chlorophylle *a* se maintiennent ensuite à des concentrations similaires à celles observées en été, et ce malgré la baisse de la production primaire. Les pics de biomasses localisés à 20 m (figure 4) confirment que ces fortes abondances seraient essentiellement le fait de l'accumulation de biomasse plutôt que de production de nouvelles cellules.

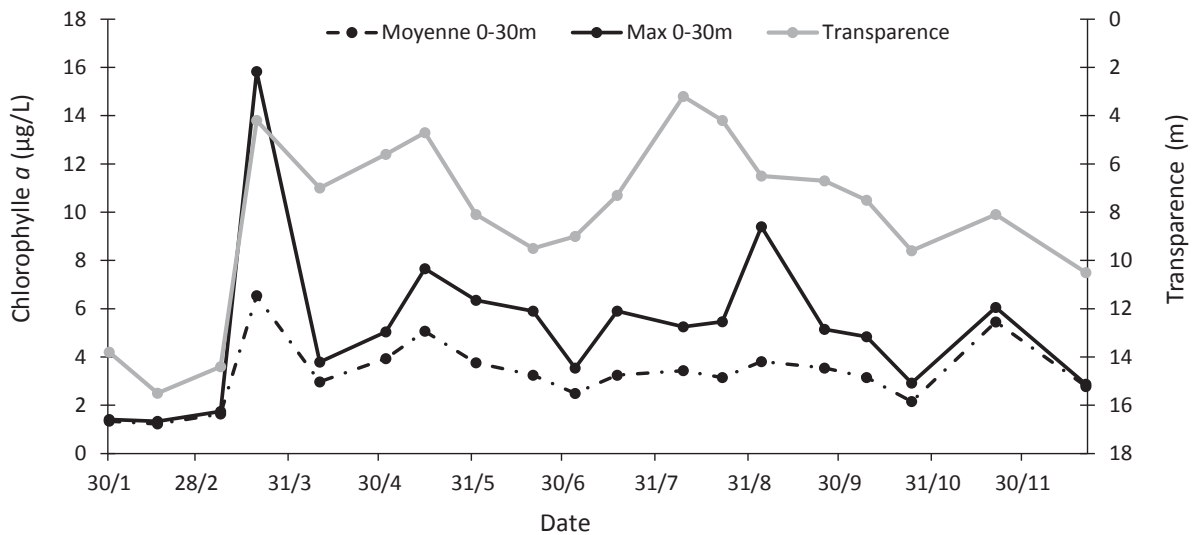


Figure 1 : Evolution saisonnière de la transparence et des concentrations moyennes et maximales de Chla observées sur les 30 premiers mètres en 2017.

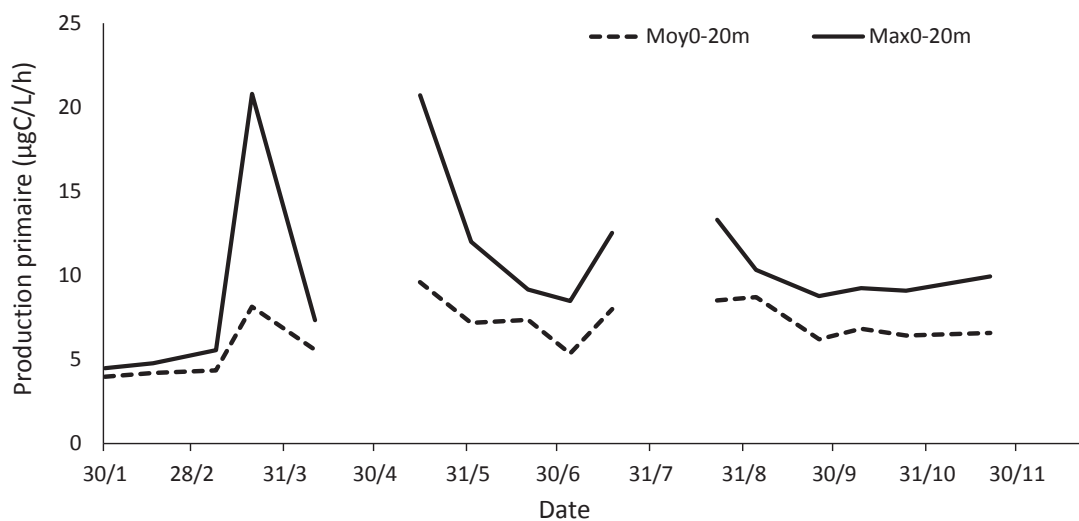


Figure 2 : Evolution saisonnière de la production primaire moyenne et maximale mesurées sur les 20 premiers mètres en 2017.

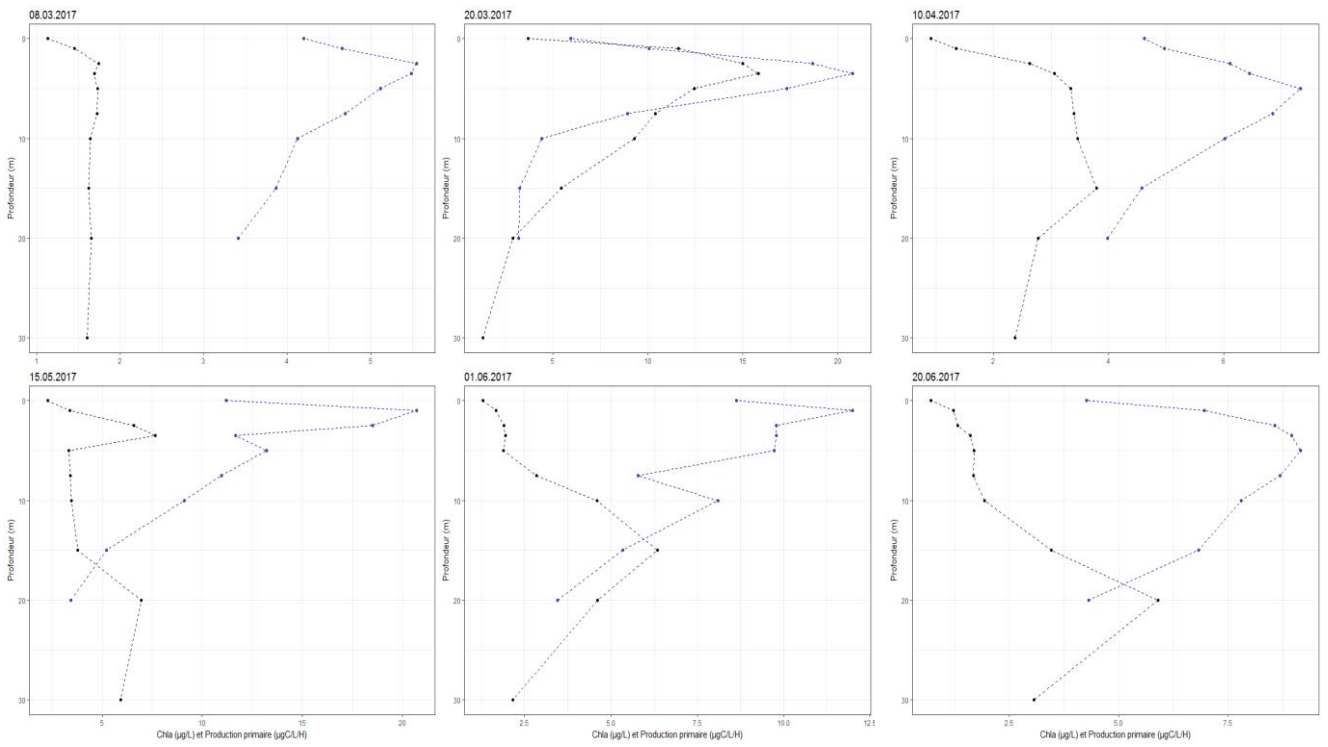


Figure 3 : Profils verticaux de chlorophylle *a* (noir) et de production primaire (bleu) au printemps 2017.

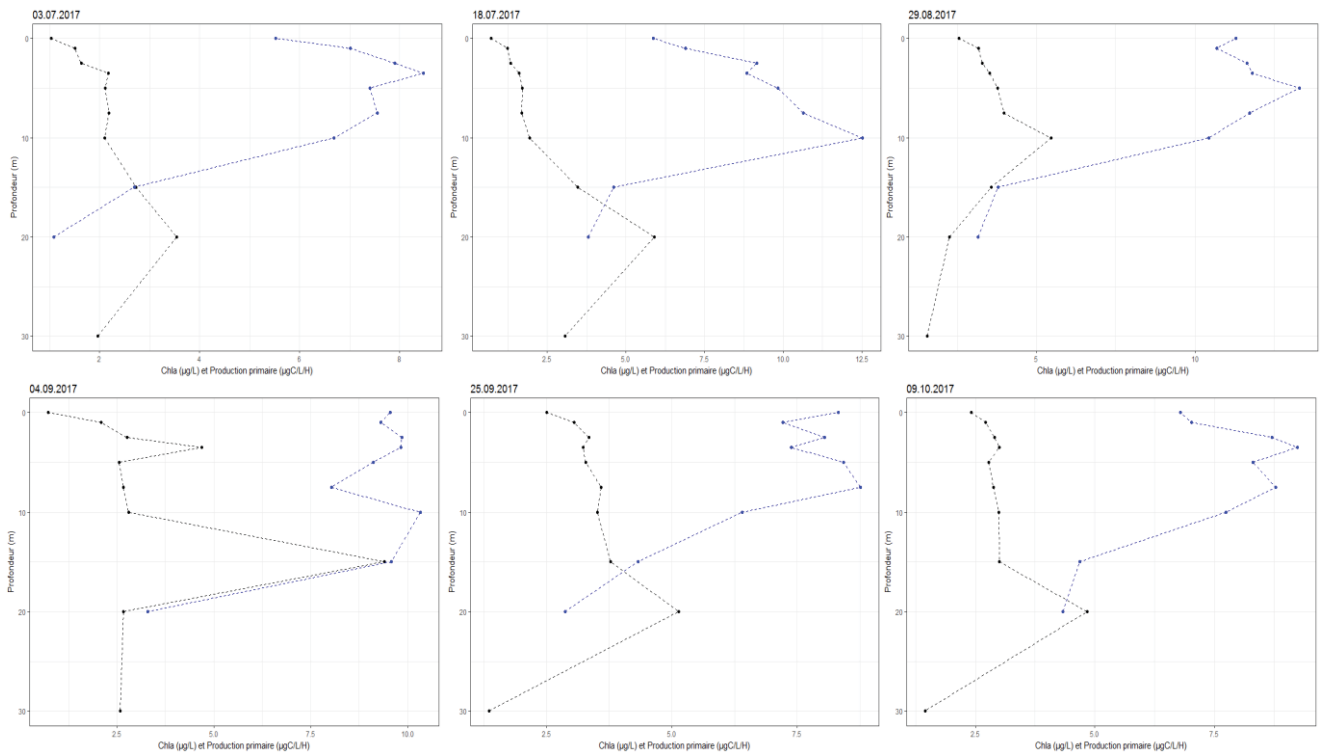


Figure 4 : Profils verticaux de chlorophylle *a* (noir) et de production primaire (bleu) en été et automne 2017.

3.2 DYNAMIQUE INTER-ANNUELLE

Les moyennes annuelles en chlorophylle *a* mesurées sur les 20 premiers mètres présentent des fluctuations inter-annuelles sans tendance apparente (Figure 5). Les concentrations en chlorophylle *a* mesurées avec les deux méthodes montrent des dynamiques similaires sur les 4 dernières années. En 2017, les moyennes annuelles de chlorophylle *a* sont nettement inférieures aux concentrations moyennes observées sur la période 1976-2017 et apparaissent comme étant les troisièmes concentrations les plus faibles.

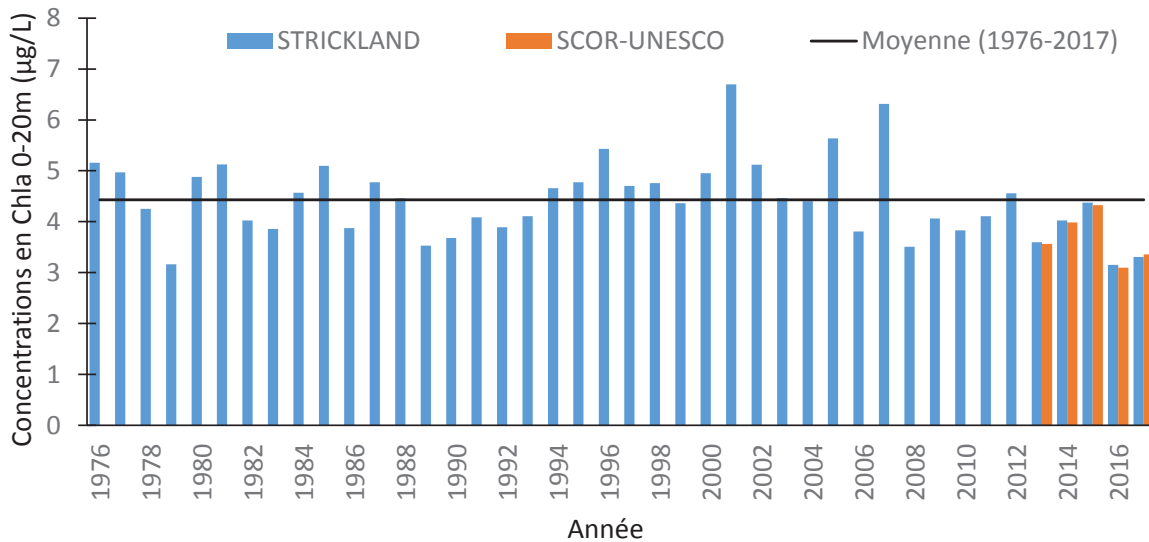


Figure 5 : Evolution inter-annuelle des moyennes annuelles pondérées sur 20 m pour les concentrations en chlorophylle *a* mesurées selon les méthodes Strickland Pearson et SCOR-UNESCO.

La dynamique inter-annuelle varie selon les saisons (Figure 6) :

- En hiver (de janvier à mars), les concentrations en chlorophylle *a* augmentent en se rapprochant des moyennes annuelles. Depuis les années 90, les concentrations moyennes mesurées en mars sont relativement élevées et celles mesurées en janvier et février sont plus élevées dès 2005 (figure 7). Cette tendance est probablement liée à des températures de l'air plus clémentes qui favoriseraient un démarrage phytoplanctonique plus précoce, un maintien des biomasses automnales et une production hivernale accrue.
- Au printemps, les concentrations en chlorophylle *a* présentent une tendance à la baisse depuis la fin des années 80 et cette tendance se confirme en 2017. En 2017, les moyennes mesurées pour les mois d'avril, mai et juin sont plus faibles que les valeurs habituellement observées à cette époque de l'année (figure 7).
- Les moyennes estivales qui habituellement sont supérieures aux moyennes annuelles, se rapprochent de la moyenne annuelle car les concentrations observées en juin, juillet et août sont plus faibles que celles mesurées en novembre, mai et mars.
- En automne, les concentrations moyennes fluctuent sans tendance particulière.

L'évolution inter-annuelle contrastée des moyennes saisonnières reflète une modification du schéma saisonnier. Progressivement, les écarts des concentrations mesurées entre l'hiver et la période d'activité phytoplanctonique s'estompent; le pic printanier se décale progressivement du mois de mai au mois d'avril, puis à mars en 2017; la phase des eaux claires, après s'être décalée vers le mois de mai à partir des années 90, devient de moins en moins marquée; les différences entre les pics printaniers et estivaux s'estompent et la biomasse chlorophyllienne se maintient plus tard dans l'année. Ces modifications sont probablement liées à l'évolution des conditions physico-chimiques du milieu et reflètent probablement un effet du réchauffement de l'air qui s'observe depuis la fin des années 80 (TRAN, 2018).

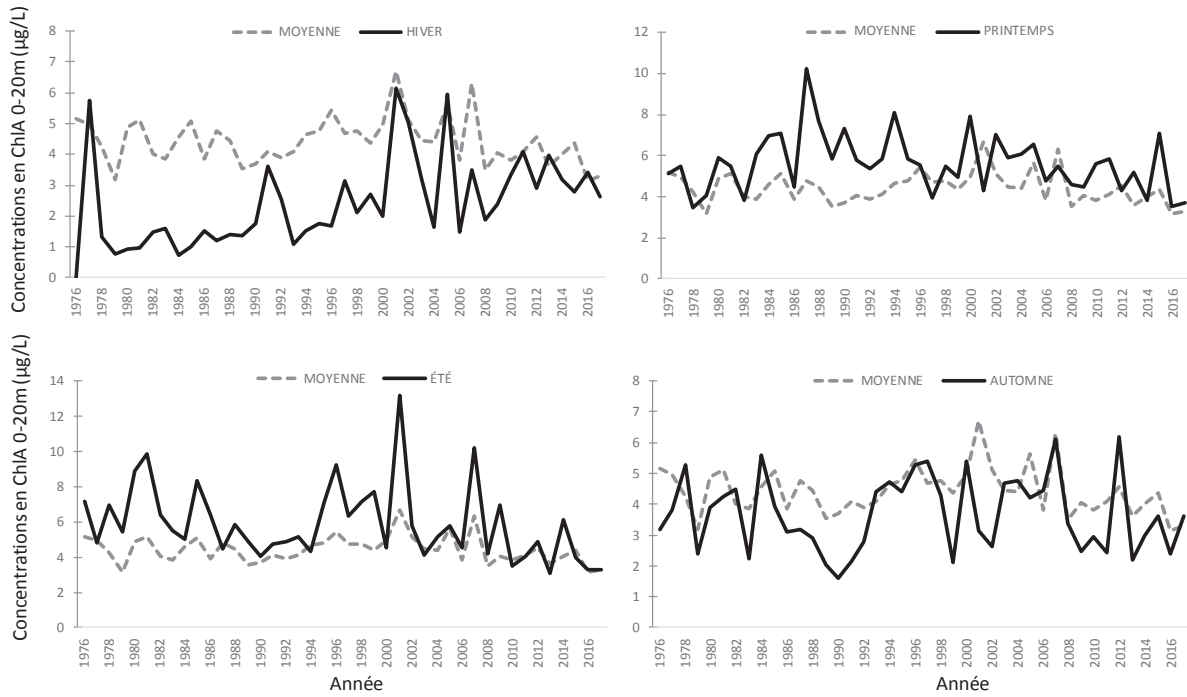


Figure 6 : Evolution inter-annuelle des moyennes saisonnières et annuelles pondérées sur 20m pour les concentrations en chlorophylle a mesurées selon la méthode Strickland Pearson.

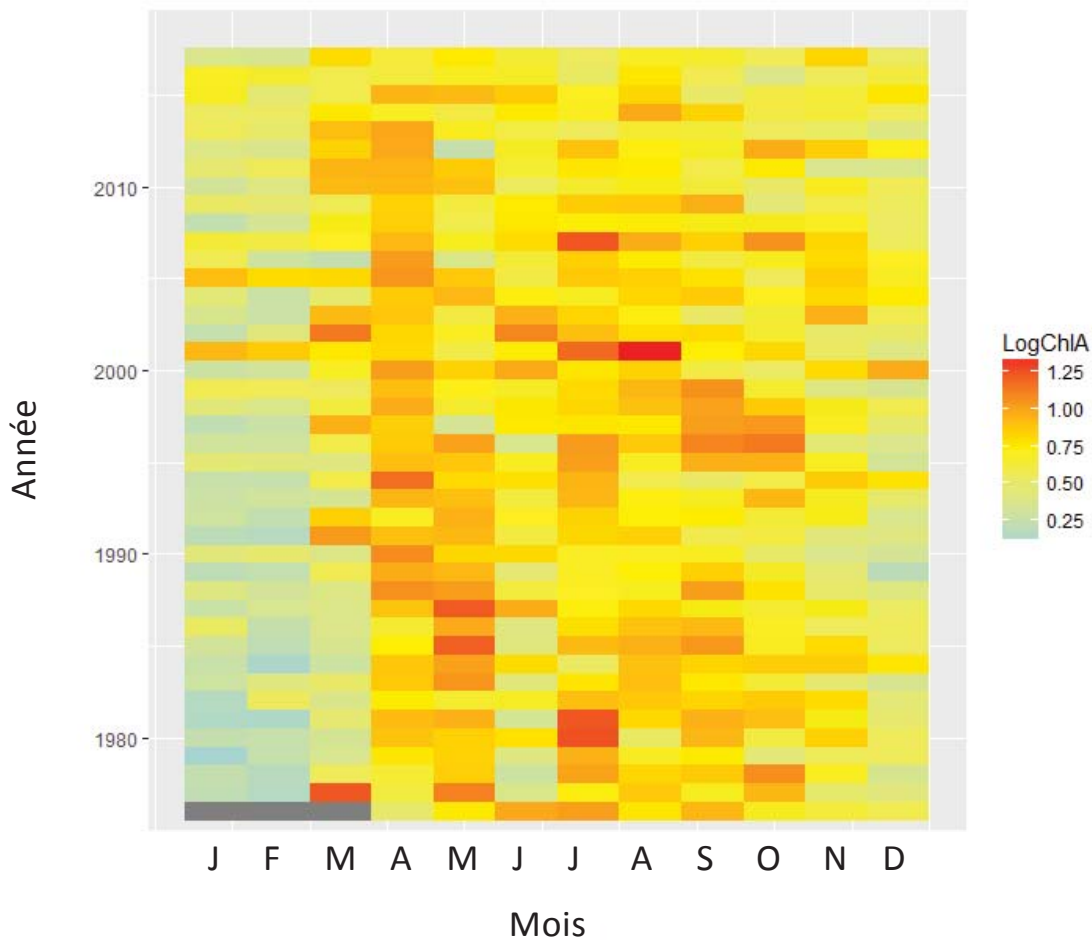


Figure 7 : Carte temporelle des moyennes mensuelles pondérées sur 20m pour les concentrations en chlorophylle a mesurées selon la méthode Strickland Pearson.

BIBLIOGRAPHIE

- ANNEVILLE et LAINE, L. (2018): Zooplancton du Léman. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2017, 113-120 pp.
- JAQUET S, (2018) : Etude relative aux picocyanobactéries. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2017, 98-106 pp.
- PERGA ME, TADONLEKE R. PERNEY P. 2015. Mesures de la production primaire : Transition des protocoles ^{14}C - ^{13}C . Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2014. 163-171 pp.
- PERGA, LEBERRE & PERNEY, 2017. Biomasse chlorophyllienne et production primaire dans le Léman. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2016, 93-100 pp.
- RIMET, F. (2018): Phytoplancton du Léman. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2017, 86-97 pp.
- STRICKLAND, J.D.H. et PARSONS, T.R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board Canada, 167, 311 p.
- TRAN, V. (2018) : Evolution physico-chimique des eaux du Léman, données météorologiques. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., Campagne 2017, 18-66 pp.