

## PRODUCTION PRIMAIRE ET BIOMASSE CHLOROPHYLLIENNE DANS LE LÉMAN

### PRIMARY PRODUCTION AND CHLOROPHYLL *a* BIOMASS IN LAKE GENEVA

#### Campagne 2011

PAR

**Rémy D. TADONLEKE**

Station d'Hydrobiologie Lacustre (INRA-UMR CARRTEL), BP 511, F-74203 Thonon-Les-Bains

#### RÉSUMÉ

*Au cours de l'année 2011, 17 campagnes de prélèvement ont été effectuées à la station SHL2 du Léman pour les mesures de la production primaire (PP) et de la biomasse chlorophyllienne (Chl a). Les variations saisonnières de la PP et de la transparence des eaux étaient essentiellement expliquées par les variations de la biomasse du phytoplancton.*

*Les moyennes annuelles de PP nette et de la Chl a dans la zone 0-30m étaient légèrement (15%) plus élevées que celles de l'année 2010, mais restent parmi les plus faibles enregistrées au cours des douze dernières années. La faible variation interannuelle de la biomasse chlorophyllienne observée entre 2008 et 2011 suggère que le lac Léman serait dans un état de relative stabilité interannuelle au niveau du phytoplancton souvent observée au cours des périodes de ré-oligotrophisation caractérisées par des concentrations de phosphore assez faibles pour contraindre ces microalgues.*

#### ABSTRACT

*During 2011, 17 sampling campaigns were carried out at the SHL2 station in Lake Geneva to determine the primary production (PP) and the chlorophyll biomass (Chl a). The seasonal changes in PP and in the transparency of the water could essentially be attributed to changes in the phytoplankton biomass.*

*The annual means for the net PP and Chl a values in the 0-30 m zone were slightly higher (15%) than those in 2010, but never-the-less remained amongst the lowest values found during the previous twelve years. The limited interannual change in the chlorophyll biomass observed between 2008 and 2011 suggests that the interannual stability of Lake Geneva is relatively great with regard to the phytoplankton often observed during periods of re-oligotrophisation, which are characterised by levels of phosphorus that are low enough to limit these microalgae.*

## 1. INTRODUCTION

Ce rapport présente les données de production primaire (PP) et de biomasse phytoplanctonique (estimée par la chlorophylle *a*) dans le Léman au cours de l'année 2011. L'évolution des mêmes variables phytoplanctoniques au cours des 12 années précédentes (1999-2010) est également présentée pour comparaison avec l'année 2011, dans le but d'évaluer s'il y a une tendance à la diminution suite à la réduction des apports de phosphore.

## 2. MÉTHODES

L'échantillonnage a été réalisé entre le 10 janvier et le 29 novembre 2011 aux dix profondeurs habituelles (0, 1, 2, 3.5, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30 m). Il convient de noter que la campagne du 7 juin n'a pas pu être effectuée, en raison de la météo défavorable. Les méthodes d'analyse mises en oeuvre sont les mêmes que celles utilisées lors des années précédentes. La transparence de l'eau a été estimée à l'aide d'un disque blanc de 30 cm de diamètre. La chlorophylle *a* (Chl *a*), utilisée ici comme estimateur de la biomasse phytoplanctonique, a été analysée au spectrophotomètre (STRICKLAND et PARSONS, 1968). La PP a été mesurée par l'incorporation du <sup>14</sup>C par le phytoplancton (STEEMAN-NIELSEN, 1952). Afin de permettre les comparaisons interannuelles, les méthodes de calcul utilisées depuis longtemps dans le cadre de ce suivi ont été reconduites, bien que certaines soient conservatives et donc sources de surestimation ou de sous-estimation. Ainsi, la PP mesurée a été convertie en production journalière à l'aide du facteur 2.22 (PELLETIER 1983). La biomasse chlorophyllienne et la PP ont été intégrées dans la zone 0-20 m pour l'analyse des variations saisonnières, et dans la zone 0-30 m pour l'analyse des variations interannuelles. La PP nette annuelle a été estimée en admettant qu'elle représente 60 % de la production brute, considérée ici comme la PP annuelle mesurée (LEBOULANGER, communication personnelle). Le choix de cette valeur et l'intégration dans la zone 0-30 m permet de réaliser la comparaison avec les années précédentes. Les relations entre variables sont examinées à l'aide de régressions simples après transformation logarithmique des données.

## 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 Répartition verticale

La répartition verticale de la biomasse et de la production phytoplanctoniques dans la zone 0 – 30 m au cours des 17 campagnes de prélèvement est illustrée sur la figure 1. Les variables phytoplanctoniques calculées à partir de ces données, ainsi que la transparence de l'eau sont présentées dans le Tableau 1.

Les valeurs de PP et Chl *a*, faibles en hiver (respectivement <32 mgC. m<sup>-3</sup>.inc<sup>-1</sup> et 4 mg.m<sup>-3</sup> entre le 10 janvier et le 8 mars), ont considérablement augmenté et atteint les maxima (respectivement 135 mgC. m<sup>-3</sup>.inc<sup>-1</sup> et 18.9 mg.m<sup>-3</sup>) à la profondeur 2 m dès le début du printemps (28 mars) avant de diminuer progressivement jusqu'à la dernière campagne, date à laquelle elles étaient respectivement inférieures à 24 mgC. m<sup>-3</sup>.inc<sup>-1</sup> et 2.5 mg.m<sup>-3</sup>. L'obtention des valeurs maximales dès la fin mars est en accord avec l'observation courante des blooms printaniers du phytoplancton dans les lacs tempérés.

Tableau 1 : Principaux paramètres de la production primaire dans la zone 0-20 m.  $\Sigma A$  : production primaire totale lors de l'incubation ; PPj : production primaire journalière calculée ; Amax : production maximale lors de l'incubation correspondant à la biomasse Chla Amax ; Tds : profondeur de disparition du disque blanc de 30 cm de diamètre. Nd : non déterminé

Table 1 : Main primary production parameters in the 0-20 m zone :  $\Sigma A$  : total primary production during the incubation period ; PPj : calculated daily primary production ; Amax : maximum production during incubation period ; Tds : water transparency. nd: not determined

	$\Sigma A$ (0-30 m) (mgC m <sup>-2</sup> . inc <sup>-1</sup> )	PPj (mgC m <sup>-2</sup> .j <sup>-1</sup> )	Amax (mgC.m <sup>-3</sup> . inc <sup>-1</sup> )	Chla Amax (mg.m <sup>-3</sup> )	Chl 0-20 m (mg.m <sup>-2</sup> )	Tds (m)
10-janv-11	126.5	122.8	16.2	2.3	40.4	10.5
14-févr-11	299.7	290.7	31.8	3.9	52.2	8.3
08-mars-11	361.9	332.5	24.5	3.2	66.8	10.3
28-mars-11	644.6	643.3	135.2	18.9	238.6	2.3
18-avr-11	610.1	605.1	63.7	11.1	155.9	2.6
02-mai-11	821.8	820.0	75.1	6.4	161.3	5.1
11-mai-11	693.4	683.4	59.2	13.1	112.5	6.4
30-mai-11	803.2	749.4	67.3	10.7	107.8	9.8
07-juin-11	nd	nd	nd	nd	nd	nd
20-juin-11	632.7	613.8	57.7	3.9	68.9	9.3
04-juil-11	731.7	722.8	63.3	6.8	90.6	7.2
27-juil-11	763.2	746.1	80.1	5.2	99.7	5.6
16-août-11	1286.7	1286.7	120.8	4.4	90.2	6.0
22-sept-11	544.0	533.8	51.6	3.1	57.7	6.5
28-sept-11	458.6	451.3	42.9	2.4	59.9	8.9
10-oct-11	246.3	244.8	40.7	4.6	90.9	5.5
17-nov-11	200.4	200.1	27.6	2.0	26.9	11.6
29-nov-11	239.6	236.2	23.9	1.7	26.0	11.6

### 3.2 Évolution saisonnière des variables mesurées

Les plus fortes valeurs de la transparence des eaux sont mesurées en fin d'hiver, en début d'été et en fin d'automne. La valeur minimale est observée le 28 mars (Fig. 2A), c'est-à-dire beaucoup plus précocement qu'en 2010, année pendant laquelle elle était enregistrée en le 3 mai (TADONLEKE 2011).

Les évolutions temporelles de la PP et de la Chl a dans la zone 0-20 m étaient semblables, à l'exception du fait que le pic de Chl a a été obtenu le 3 mai (coïncidant avec la valeur minimale de la transparence des eaux), alors que celui de la PP a été enregistré le 16 août (Fig. 2B). Les analyses de régressions ont montré que la Chl a expliquait, en relation inverse, 69% de la variabilité saisonnière de la transparence des eaux, et en relation positive 50% de la variabilité de la PP. En d'autres termes, la transparence des eaux et la production du phytoplancton étaient fortement dépendantes de la biomasse du phytoplancton présente. Ces relations sont très semblables à celles obtenues en 2010 (71% pour la transparence et 54% pour la PP). En moyenne, la Chl a et la PP dans la zone 0-20 m, ainsi que la transparence des eaux étaient plus élevées en 2011 (respectivement, 91 mg.m<sup>-2</sup>, 546 mgC.m<sup>-2</sup>.inc<sup>-1</sup> et 7.5 m) qu'en 2010 (76 mg.m<sup>-2</sup> et 485 mgC.m<sup>-2</sup>.inc<sup>-1</sup> et 7.34 m). Toutefois, cette différence au niveau des moyennes de la PP était due à la valeur intégrée exceptionnellement élevée enregistrée le 16 août en 2011. Si cette valeur est exclue, la moyenne de 2011 (500 mgC.m<sup>-2</sup>.inc<sup>-1</sup>) devient semblable à celle de 2010.

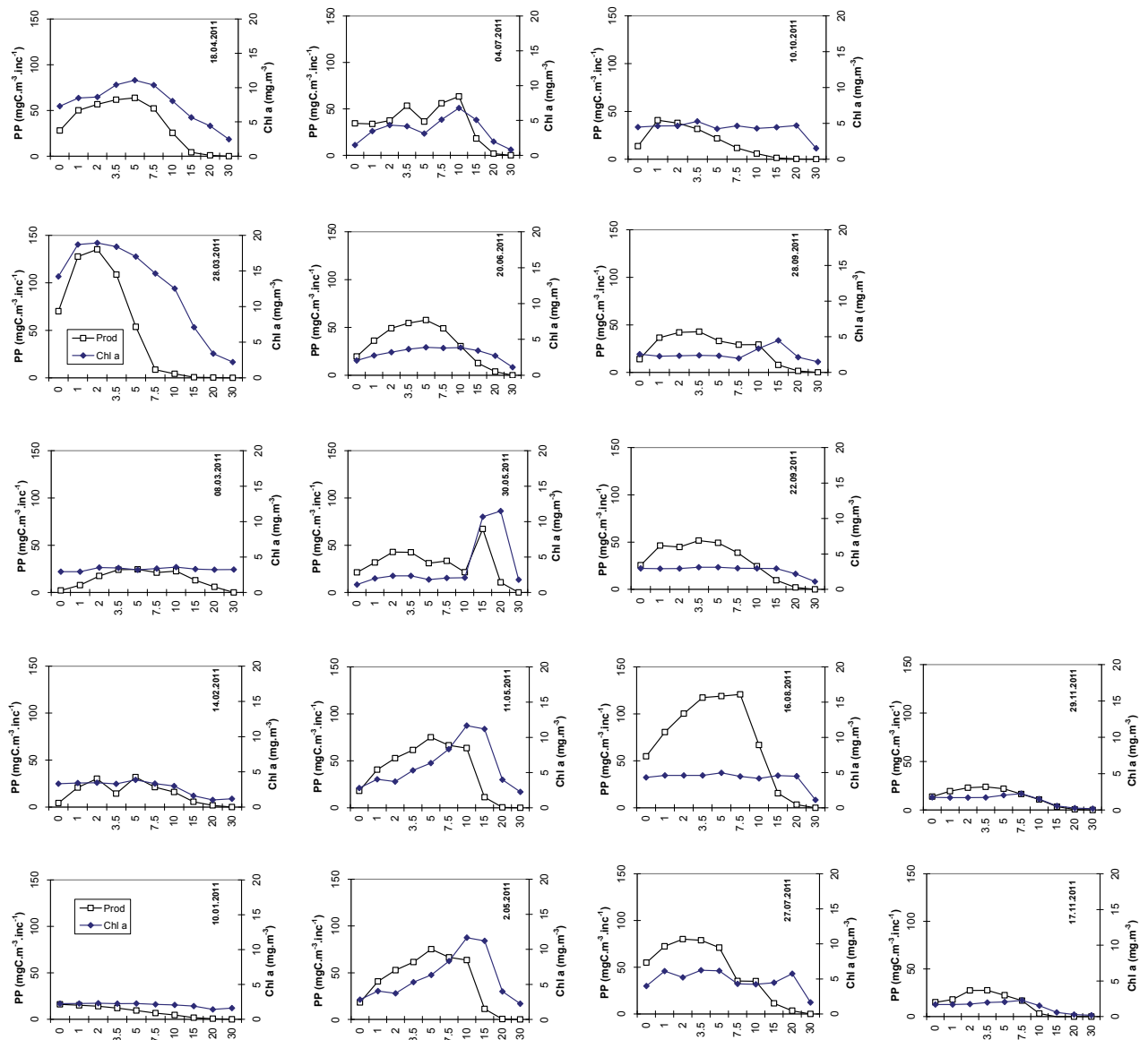


Figure 1 : Profils verticaux de la production primaire (carré) et de la biomasse chlorophyllienne (losange) au point SHL2 du 10 janvier au 29 novembre 2011

Figure 1: Vertical profiles of the primary production (square) and of chlorophyll a biomass (rhombus) at the sampling station SHL2 from January 10 to November 29, 2011

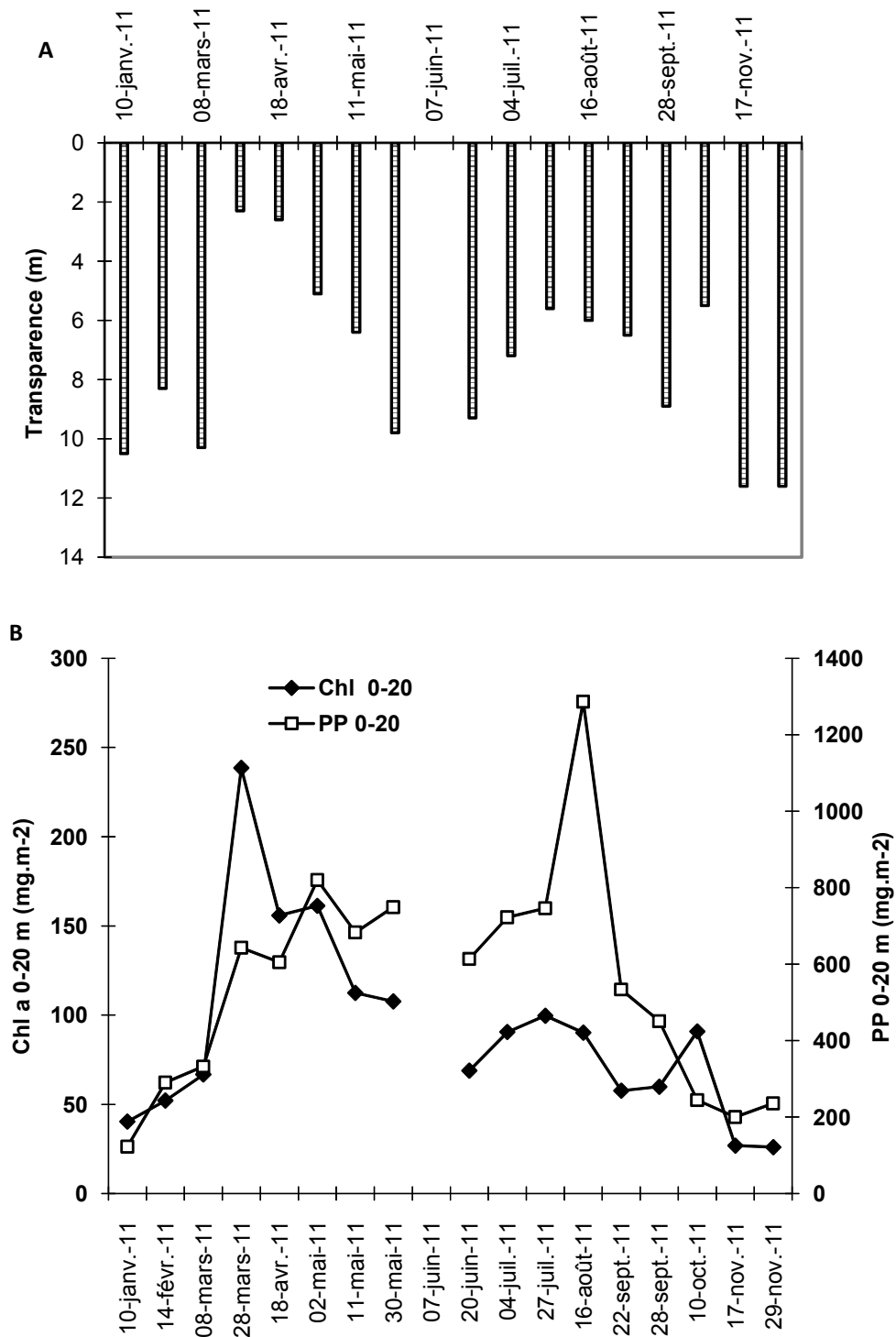


Figure 2 : Variations saisonnières de la transparence des eaux (A), de la production primaire et de la chlorophylle a intégrée dans la zone 0-20 m (B). Noter l'absence de mesure le 7 juin.

Figure 2 : Seasonal variations in the water transparency (A) and in primary production and chlorophyll a concentration integrated in the 0-20 m zone. No measurement on June 7, 2011.

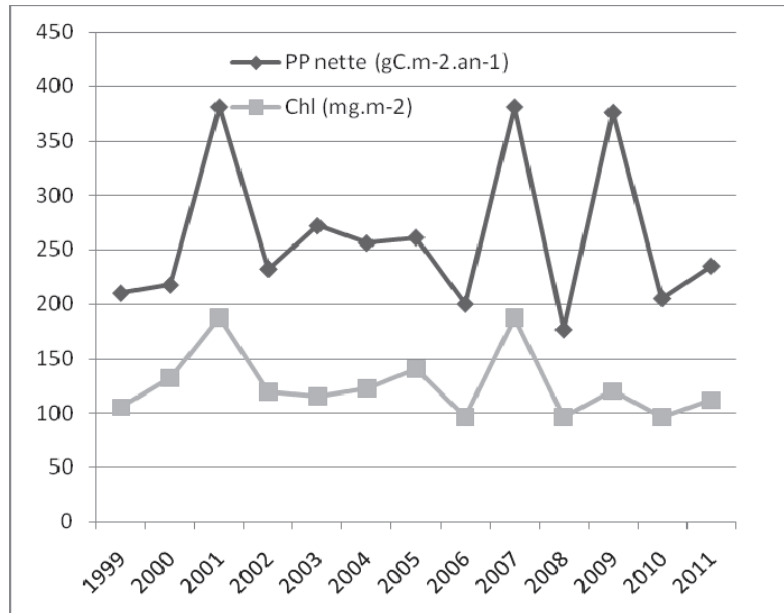


Figure 3 : Variation interannuelle des moyennes de la biomasse chlorophyllienne (carré rouge) et de la production phytoplanctoniques nette (losange bleu) dans la zone 0-30 m.

Figure 3: Interannual differences in the mean values for the chlorophyll biomass (red squares) and net phytoplankton production (blue diamonds) in the 0-30 m zone.

### 3.3 Comparaison de l'année 2011 aux douze années précédentes (1999-2010)

L'évolution des moyennes annuelles de la biomasse chlorophyllienne et de la PP nette intégrée dans la zone 0-30 m entre 1999 et 2011 est présentée sur la figure 3. Les valeurs de Chl  $a$  et de PP de 2011 sont parmi les plus faibles enregistrées au cours des 12 dernières années. Elles excèdent celles de 2010 seulement d'environ 15%.

## 4. CONCLUSIONS

L'analyse des données de l'année 2011 montre que la biomasse phytoplanctonique explique respectivement 69 % et 50% de la variabilité saisonnière de la transparence des eaux et de la production phytoplanctonique.

Les valeurs moyennes annuelles de la PP nette et de la Chl  $a$  dans la zone 0-30 m, bien que légèrement plus élevées que celles de l'année 2010, restent parmi les plus faibles enregistrées au cours des douze dernières années. La valeur moyenne de PP de cette année 2011 ( $236 \text{ gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$ ) se situe dans la gamme des valeurs définies comme objectif à atteindre dans le plan d'action 2011-2020 ( $200\text{-}300 \text{ gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$ ). La faible variation interannuelle de la biomasse chlorophyllienne observée entre 2008 et 2011 suggère que le lac Léman serait dans un état de relative stabilité interannuelle au niveau du phytoplancton souvent observée au cours des périodes de ré-oligotrophisation caractérisées par des concentrations de phosphore assez faibles pour contraindre ces microalgues.

**Remerciements :** R. D. TADONLÉKÉ et la CIPEL remercient Pascal CHIFFLET pour l'échantillonnage et les mesures de production primaire, Jean-Christophe HUSTACHE pour l'échantillonnage, et Jean-Paul MOILLE pour les analyses de la chlorophylle  $a$ .

## **BIBLIOGRAPHIE**

- PELLETIER, J.P. (1983) Mesure de la production primaire en milieu aquatique : problèmes méthodologiques et éléments d'interprétation. Rev. Fr. Sci. Eau, 2, 339-366.
- STEEMAN-NIELSEN, E. (1952) The use of radioactive carbon ( $^{14}\text{C}$ ) for measuring organic production in the sea. J. Cons. Int. Exploit. Mer, 18, 117-140
- STRICKLAND, J.D.H. et PARSONS, T.R. (1968) A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Board Canada, 167, 311 p.
- TADONLEKE (2011) Production primaire et biomasse chlorophyllienne dans le Léman. Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut., p.125, Campagne 2010.