

Détermination de la variabilité des mesures de profils physico-chimiques de lacs et plans d'eau par des essais interlaboratoires *in situ* avec des sondes multi paramètres

¹Jérôme Lazzarotto, Jean-Christophe Hustache, Jean-Paul Moille

Résumé : Dans les suivis réguliers des lacs et plans d'eau, nous visualisons avec des sondes multiparamètres la valeur des paramètres physico-chimiques sur l'ensemble de la colonne d'eau. Afin de déterminer la variabilité de ce suivi, nous avons effectué sur le lac Léman deux sessions interlaboratoires. Les résultats obtenus indiquent des variabilités différentes selon les paramètres mesurés et acceptables pour le pH, la température et la saturation en oxygène dissous. L'utilisation de ce type de sonde permet un monitoring efficace de l'évolution des strates d'un plan d'eau.

Mots clés : limnologie, sonde multiparamètres, essais interlaboratoires, monitoring environnemental, capteur, Léman.

Introduction

Dans les suivis réguliers des lacs et plans d'eau, on utilise de plus en plus des sondes multiparamètres pour visualiser l'évolution des paramètres physico-chimiques sur la colonne d'eau. Afin de déterminer la variabilité de ce suivi et de valider les données obtenues par ces sondes, nous avons effectué deux essais interlaboratoires (en 2003 et en 2005) en réalisant à chaque essai plusieurs profils couplés à un échantillonnage discret² pour des analyses physico-chimiques en laboratoire. Les paramètres mesurés sont : la pression, le pH, la conductivité, la température, l'oxygène dissous, la turbidité, la transmission de la lumière, la chlorophylle *a* et autres pigments par fluorescence.

Durant ces sessions interlaboratoires, les réponses des capteurs ont été étudiées pour évaluer leur variabilité, leur justesse et leur inertie *in situ*.

1. Matériels et méthodes

Une sonde multiparamètres est munie de capteurs solidaires d'un corps cylindrique. La sonde est immergée le long de la colonne d'eau à l'aide d'un treuil électrique ou manuel et équipé d'une poulie compteuse afin d'estimer la profondeur de la sonde. Les sondes proviennent de différents constructeurs. Selon les sondes, les capteurs (**tableau 1**) sont, soit directement en contact avec l'eau à mesurer, soit dans une cuve protégée dans la sonde ; dans ce dernier cas une pompe périlstatique entraîne l'eau dans la cuve. Les essais interlaboratoires se sont déroulés en deux parties. Une journée toutes les sondes ont été étalonnées dans plusieurs solutions pour le pH, la température, la conductivité, l'oxygène dissous et la chlorophylle *a* (avec des cultures algales) ; et une journée de mesures sur le lac Léman à bord d'un bateau à moteur et où toutes les sondes sont plongées simultanément pour réaliser un profil en duplicat

¹ INRA Station d'Hydrobiologie Lacustre - UMR CARTELE - BP 511 - 74200 Thonon les Bains

☎ 04 50 26 78 21 lazzarotto@thonon.inra.fr

² L'échantillonnage est réalisé de manière discontinue à l'aide de bouteilles fermantes à des profondeurs déterminées le long de la colonne d'eau

de la surface à 50 m à des vitesses de descentes proches (environ 2m/min), sur 2 sites. Sur chaque site nous effectuons des prélèvements discrets entre 0 et 50 m à l'aide de bouteilles cylindriques fermantes.

En 2003, 12 laboratoires ont participé aux essais avec 13 sondes et en 2005, 12 laboratoires avec 17 sondes. Ces laboratoires dépendent d'organismes publics français, suisses et belges. Le laboratoire de chimie de l'Inra de Thonon a effectué les analyses physico-chimiques selon des méthodes normalisées sur les échantillons prélevés.

Paramètre	Unité	Méthode
Profondeur	m	Capteur pression
pH		Electrode de verre
Conductivité	µS/cm	Electrode de conductivité avec correction de température
Oxygène dissous	mgO ₂ /L	Electrode à membrane
Température	°C	Thermosonde à résistance métallique
Turbidité	NTU / FTU	Néphélométrie (mesure de l'intensité de la lumière diffusée)
Transmission de la lumière	%	Absorbance de la lumière
Chlorophylle a	µg Chl a/L	Fluorescence
Autres pigments	µg/L	Fluorescence

Tableau 1 : Capteurs utilisés pour les paramètres étudiés par les sondes lors des 2 sessions 2003 et 2005

2. Résultats

Chaque sonde effectue un profil multiparamétrique lors de la descente de la sonde en 2003 et lors de la descente et de la remontée de la sonde en 2005, en duplicat et sur 2 sites. Chaque profil comprend au moins une donnée par mètre pour les sondes à faible mémoire.

La **figure 1** présente un profil obtenu en 2005 qui met en évidence la stratification du lac en visualisant deux couches distinctes : l'épilimnion en surface où l'eau est chaude et l'activité biologique importante et l'hypolimnion dans les couches inférieures où l'eau est froide avec peu d'activité biologique. La couche de saut thermique est le métalimnion. Durant le suivi environnemental des plans d'eau, ces profils renseignent d'une part, sur la profondeur de l'épilimnion, sur la présence d'algues à une profondeur déterminée durant les périodes de production photosynthétiques et d'autre part, ils permettent d'évaluer l'homogénéisation des eaux en hiver avec la conductivité, la température et la saturation en oxygène dissous.

A partir des données obtenues lors des deux sessions interlaboratoires nous déterminons la variabilité intersonde et intrasonde, ainsi que l'inertie de chaque capteur. Les mesures obtenues sont aussi comparées aux mesures de laboratoire effectuées sur les prélèvements discrets. L'inertie des capteurs est évaluée en comparant le profil à la descente et celui à la remontée.

La détermination de la profondeur de l'épilimnion varie de plusieurs mètres entre les sondes ; l'inertie des capteurs et la variabilité de la mesure de la profondeur par le capteur de pression peuvent expliquer cette dispersion. Afin de déterminer cette variabilité, nous avons effectué des profils simultanés sur un site de profondeur inférieure à 50 m, de l'ordre de 30 m.

La mesure du fond est variable de 30,8 m à 35,1 m, un écart type de 1,42 m et une variabilité de 4,4 %.

Les inerties des capteurs d'oxygène dissous et de pH apparaissent significativement.

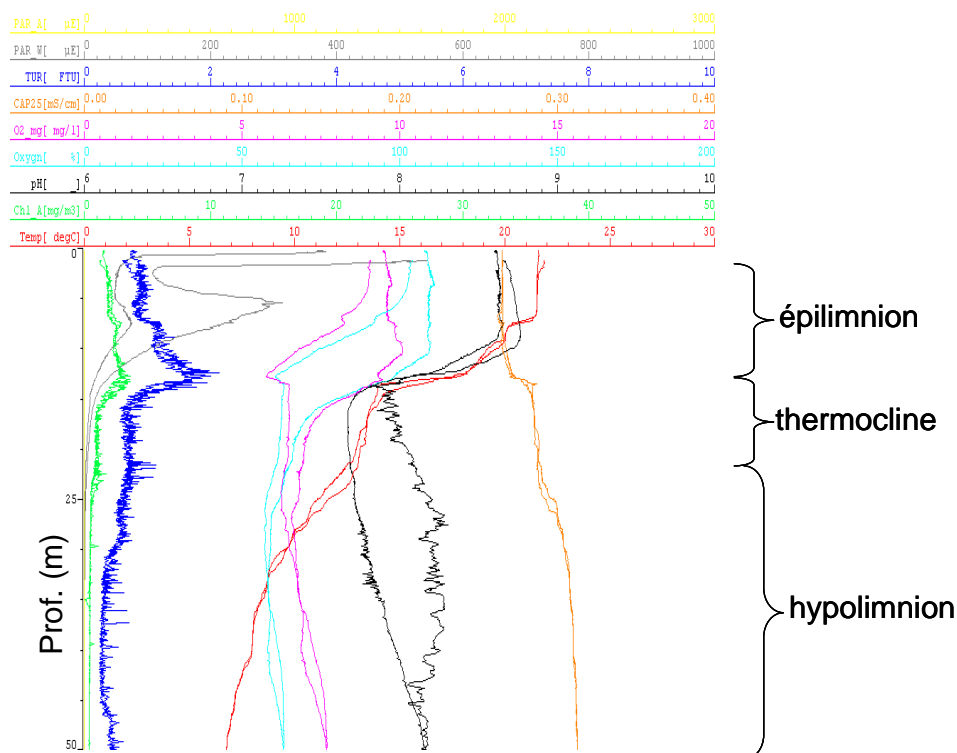


Figure 1 : Profil d'une sonde multiparamètres au milieu du lac en septembre 2005

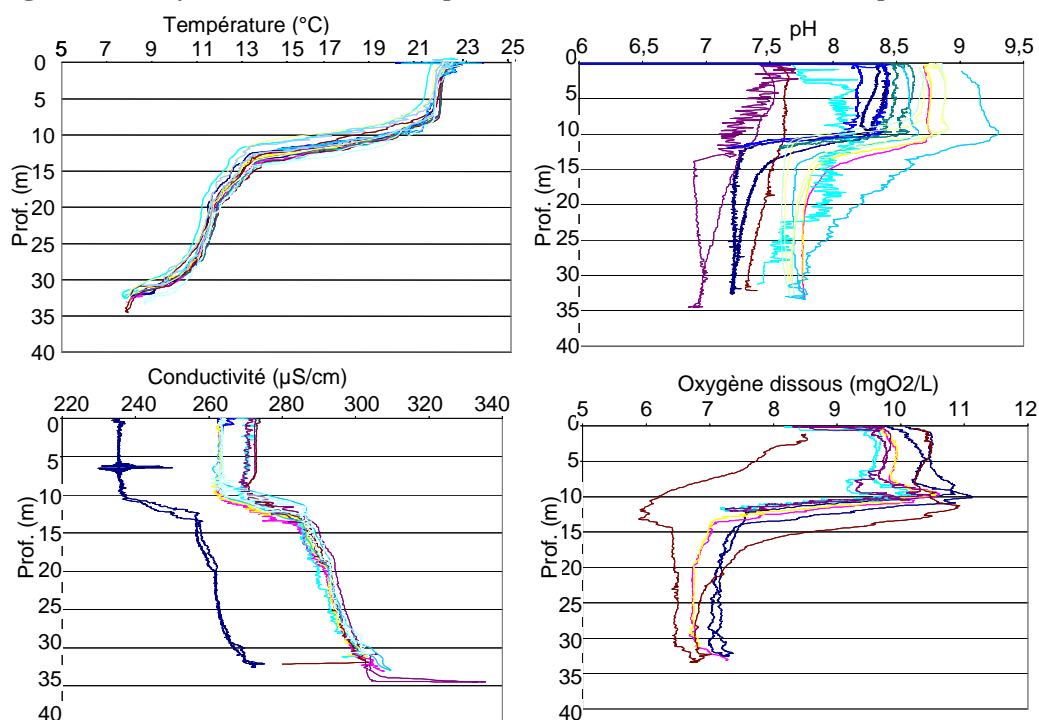


Figure 2 : Profils de pH, température, conductivité et oxygène dissous des sondes utilisées sur un site en littoral en 2005 en descente et remontée

Les paramètres mesurés présentent des variabilités différentes et significatives pour la turbidité et dans une moindre mesure pour la conductivité et la chlorophylle *a*.

Les données obtenues indiquent aussi une influence de la pression sur la variabilité de la réponse de certains capteurs : principalement la variabilité du pH augmente avec la

profondeur. Les mesures de laboratoire de pH, de conductivité et de saturation en oxygène dissous concordent avec celles obtenues avec les profils des sondes, une disparité importante est observée pour les mesures de chlorophylle *a*.

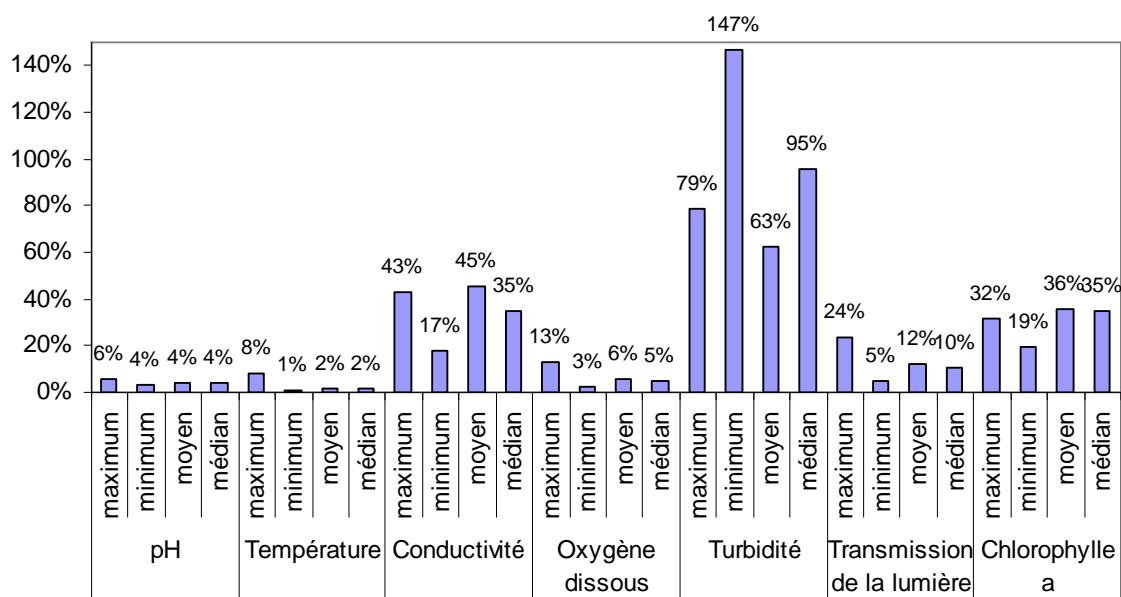


Figure 3 : Coefficients de variation correspondant aux écarts types minimum, maximum, moyen et médian pour chaque paramètre lors de la session 2005 sur le site Sciez

Conclusion

La variabilité du capteur de pression n'est pas négligeable et influe sur l'ensemble du profil. Les mesures du pH, de la température, de l'oxygène dissous et de la transmission de la lumière offrent des variabilités et des justesses acceptables par rapport aux mesures de turbidité et de chlorophylle *a*. La conductivité présente une variabilité intersonde significative mais une répétabilité intrasonde et une justesse acceptables.

Les données obtenues par les sondes multiparamètres peuvent donc être utilisées pour visualiser le profil d'une colonne d'eau et localiser les différentes couches (épilimnion, hypolimnion...). Pour un suivi environnemental des plans d'eau, il est nécessaire de coupler les mesures de profils de la colonne d'eau à un échantillonnage discret avec des analyses de laboratoire pour les paramètres à quantifier exactement tels que la chlorophylle *a* et la saturation en oxygène dissous. La visualisation du profil peut aider au choix des profondeurs échantillonnées.

Ces essais sondes interlaboratoires entrent dans la démarche qualité pour le suivi environnemental des lacs et plans d'eau.

Bibliographie

- Blanc P, Corvi C, Rapin F (1994) Evolution physico-chimique des eaux du Léman. Rapp. CIPEL, Campagne 1993, pp 37-64.
- ISO (1986) Fidélité des méthodes d'essai. Norme internationale ISO 5725, 2^{ème} édition.
- Taylor JK (1987) Quality assurance of chemical measurement. Lewis Publishers, inc., ISBN 0-87371-097-5, p. 15.