

# DYLACHEM : dynamique physique et hétérogénéités biogéochimiques dans un grand lac alpin

LGE  
LGIS  
LSCE  
ISTO  
CEREVE  
CIG  
CARRTEL  
LBP  
CISALB/CCLB  
EDYTEM

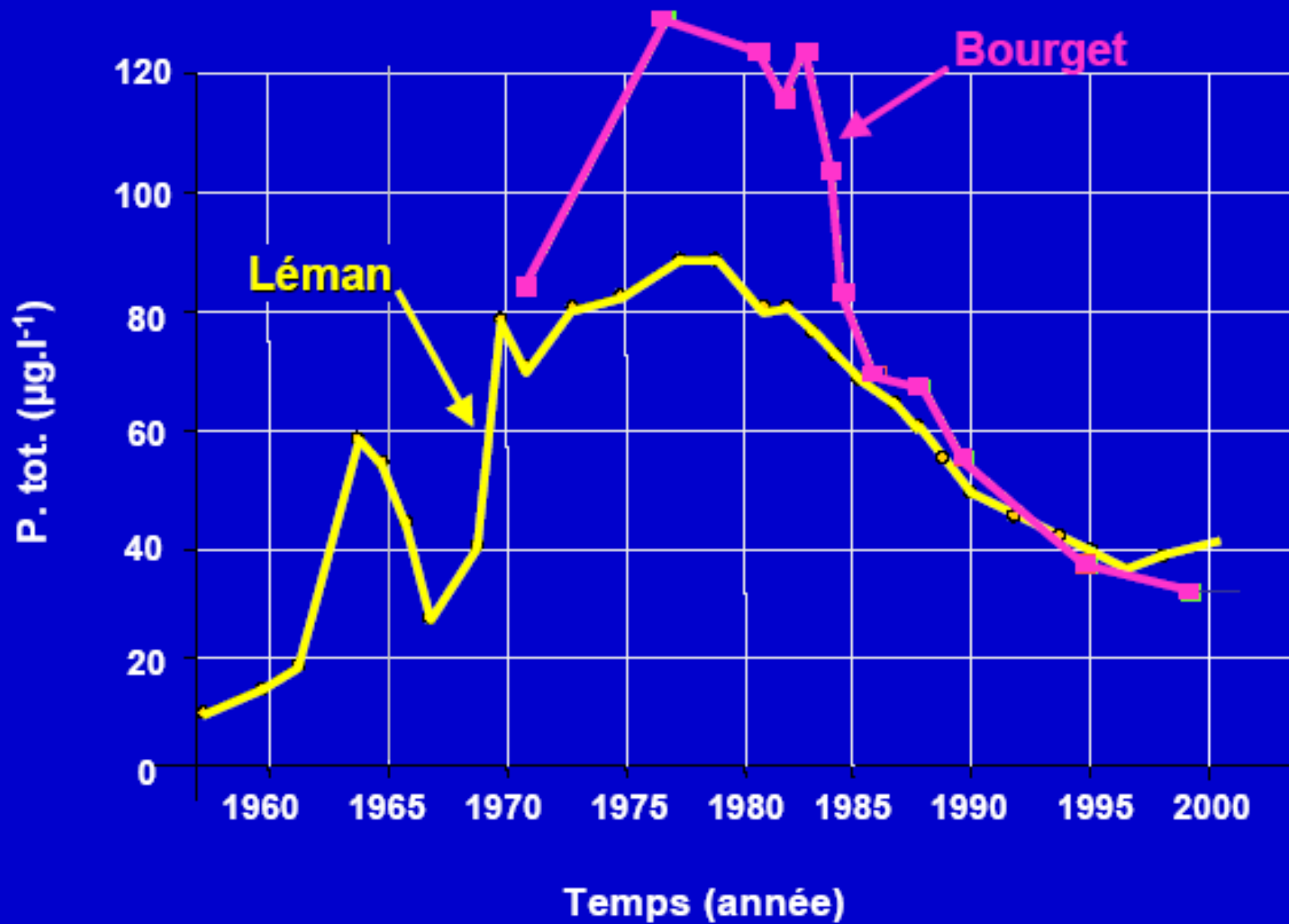
*Lac du Bourget*

*« Des solitons aux virus »*

# PARTICIPANTS

Pierre Agrinier, Patrick Albéric, Fabien Arnaud,  
Nelly Assayag, Serge Boissière, Bruno Bombled,  
Yannis Cuypers, Didier Debroas, Bruno Deflandre,  
Isabelle Domaizon, *Solange Duhamel*, Alexis Groleau,  
Jean-Christophe Hustache, *Sandrine Etien*, Thibault Geoffroy,  
*Elena Gorchakova*, Roselyne Iliou-Ferrari, Stéphan Jacquet,  
Didier Jézéquel, Laurent Jourd'heuil, *Gautier Landrot*,  
Dominique Lavergne, Cécile Lepère, Clarisse Mallet,  
Gaël Montvoisin, Gérard Paolini, Marie-Evelyne Pinart,  
Pascal Perney, Sébastien Personnic, Jérôme Poulenard,  
Michel Poulin, François Prévot, Christophe Rabouille,  
Jean-Louis Reyss, Gérard Sarazin, Téléphore Sime-Ngando,  
Bruno Tassin, Brigitte Vinçon-Leite, Eric Viollier,  
*Véronique Yon* et tous les autres...

# Eutrophisation et restauration de l'état des grands lacs



(source INRA)



# Cyanobactérie : *Planktothrix rubescens*

Prolifération récurrente depuis 1996

Compétition inter-espèces

*Déterminisme :*

-lumière

-température

-nutriment :  $\Sigma\text{PO}_4$

Briand *et al.* (2003), Jacquet *et al.* (2005)

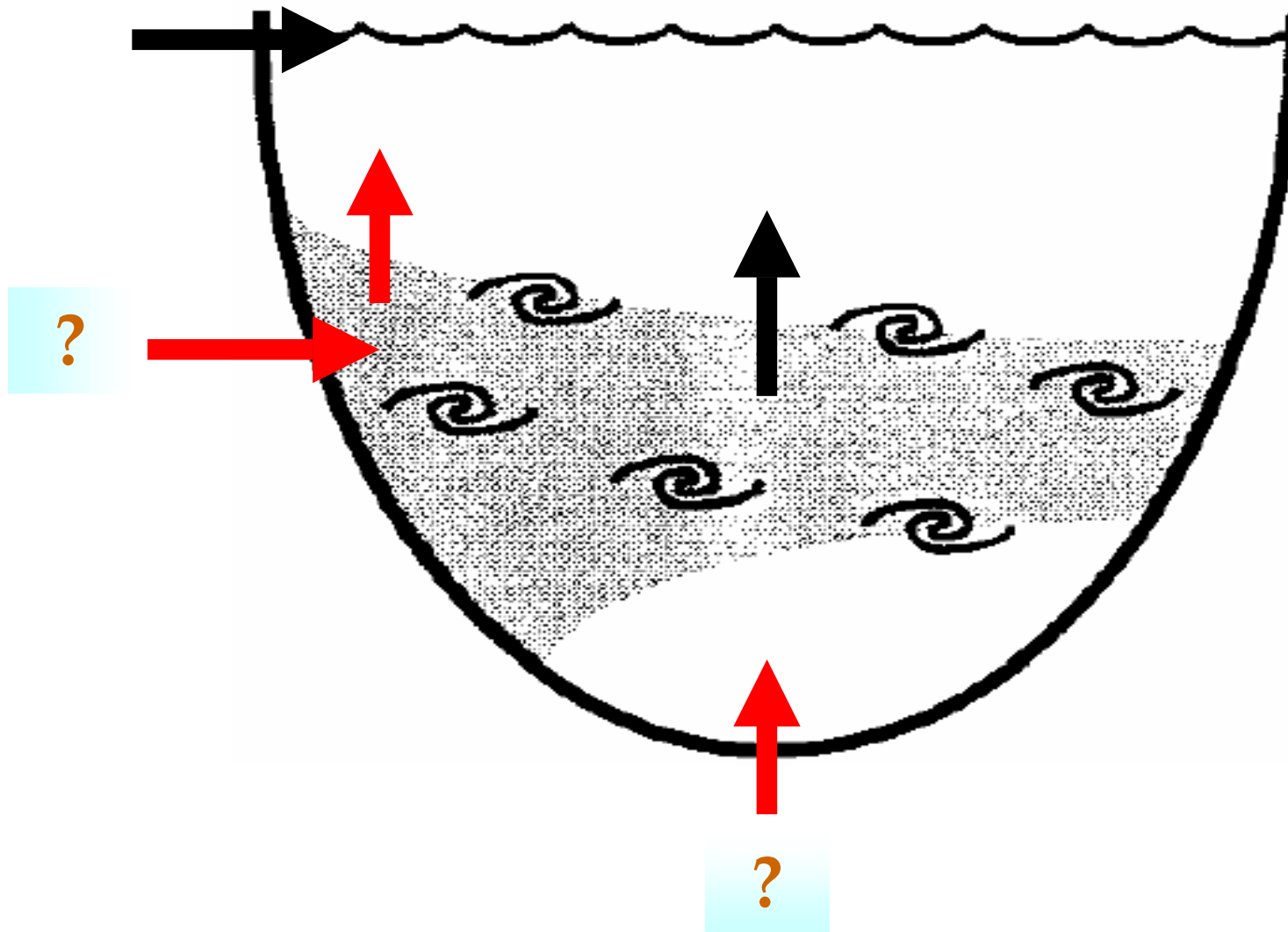


M. Roux, CSP (2001)

*Planktothrix* sp.

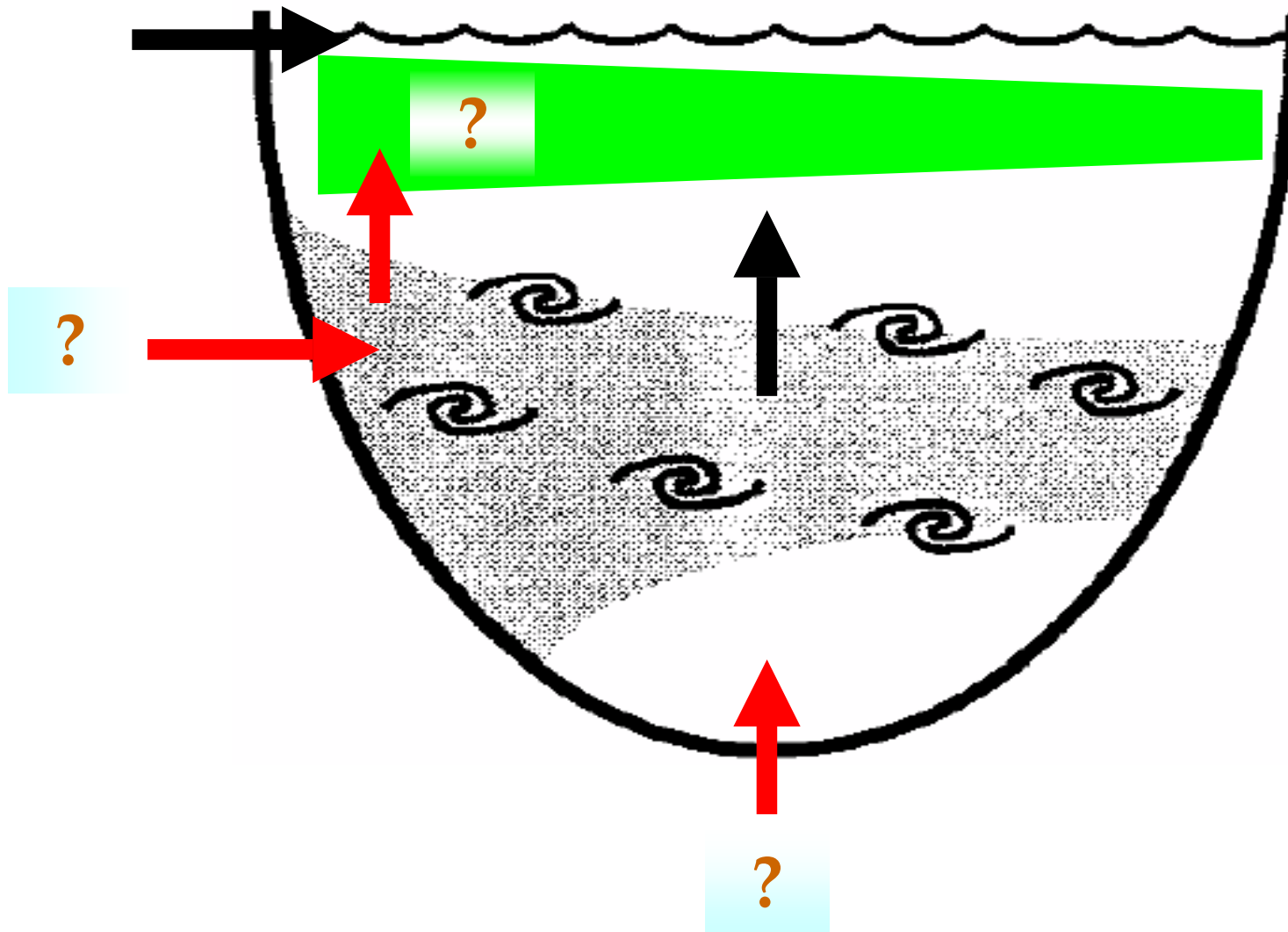


# Dynamique physique et hétérogénéités spatiales



Flux benthiques de nutriments

# Réponse biologique



Phytoplancton, bactéries hétérotrophes, virus

# Utilisateurs du plan d'eau

Loisirs sportifs  
Plaisance

Pêche professionnelle :  
*Filets dérivants*





# Transect Baie de Grésine – Centre du lac

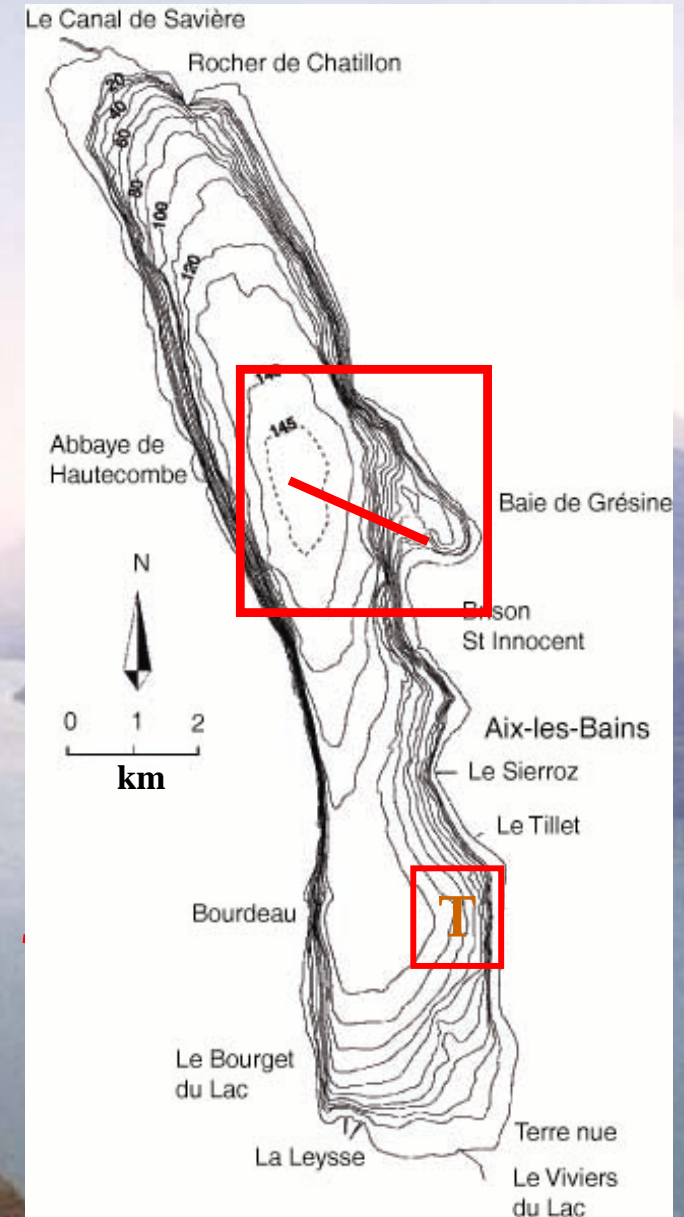
*Stations :*

**R : 12 m**

**I : 35 m**

**B : 145 m**

**T : 80 m**



**B**





# Instrumentation du site

① Chaînes de 10 thermistances AANDERAA et STAR-ODDI  
aux stations T et I [*juin 2004 à juin 2005*]

$\Delta T = 0,01^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta t = 30 \text{ s à } 5 \text{ mn}$



② Optodes à oxygène AANDERAA  
aux stations I [6 m : *avril-décembre 2004*],  
[13 m : *mars-novembre 2005*]  
et B [138 m : *juin 2004-mars 2005*]

$\Delta \text{O}_2(\text{aq}) = 1 \mu\text{M}$ ;  $\Delta t = 30 \text{ mn}$ ;  
dérive  $< 0,5\%/\text{mois}$

③ Station Météo France (Voglans)

# Campagnes de prélèvements

- DY1 [juin 2004] + 2 cycles nycthéméraux
- DY2 [nov.-déc. 2004] + 2 cycles nycthéméraux
- DY3 [juin 2005]

Suivi « allégé » CISALB/CCLB/INRA  
tous les 10 ou 15 jours



*Echelles verticales :*

- colonne d'eau : quelques mm à quelques m
- sédiment : 100  $\mu\text{m}$  à 1 cm (microélectrodes, DET, ...)

# Mesures au laboratoire

## *Paramètres physico-chimiques :*

nutriments (P, N, Si), cycle du carbone (CID,  $\delta^{13}\text{CID}$ , COD, COP), redox ( $\text{O}_2$ , Fe, Mn, S), sédiment (porosité, taux de sédimentation)

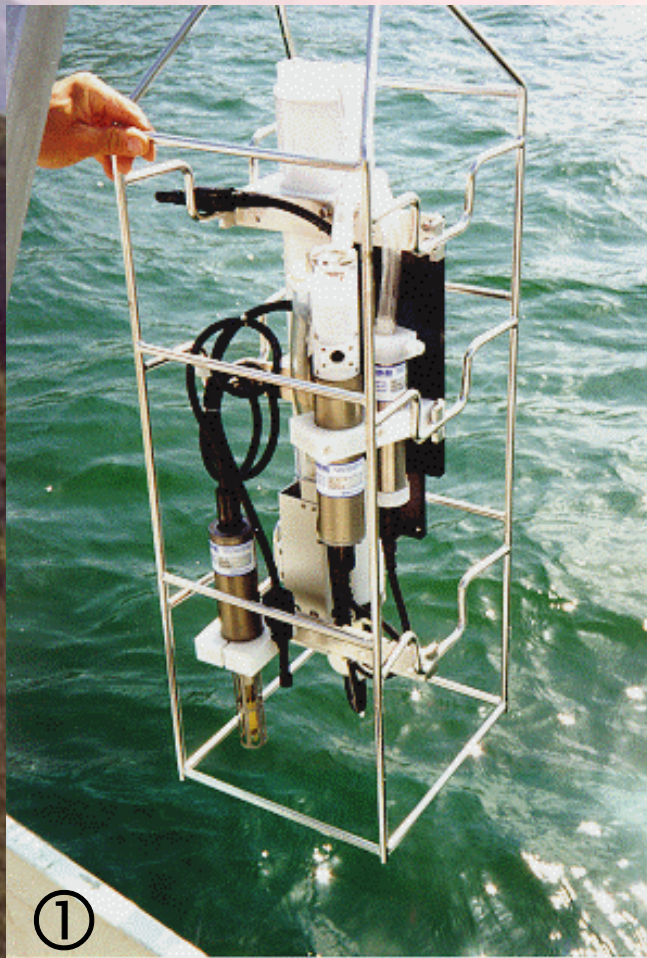
## *Paramètres biologiques :*

comptages (zooplancton, phytoplancton), production primaire et secondaire, dénombrement des bactéries hétérotrophes et des virus, structure et composition des populations d'Archaea



# Mesures *in situ*

- ① Profileur SeaCat 19+ (SBE) :  $T$ ,  $p$ ,  $O_2(aq)$ ,  $pH$ ,  $X$
- ② Micro-profileur autonome (UNISENS) :  $O_2(aq)$ ,  $pH$
- ③ FluoroProbe (BBE-Moldaenke) : pigments
- ④ Sonde à irradiance TriOS-RAMSES-ACC :  $E(\lambda)$



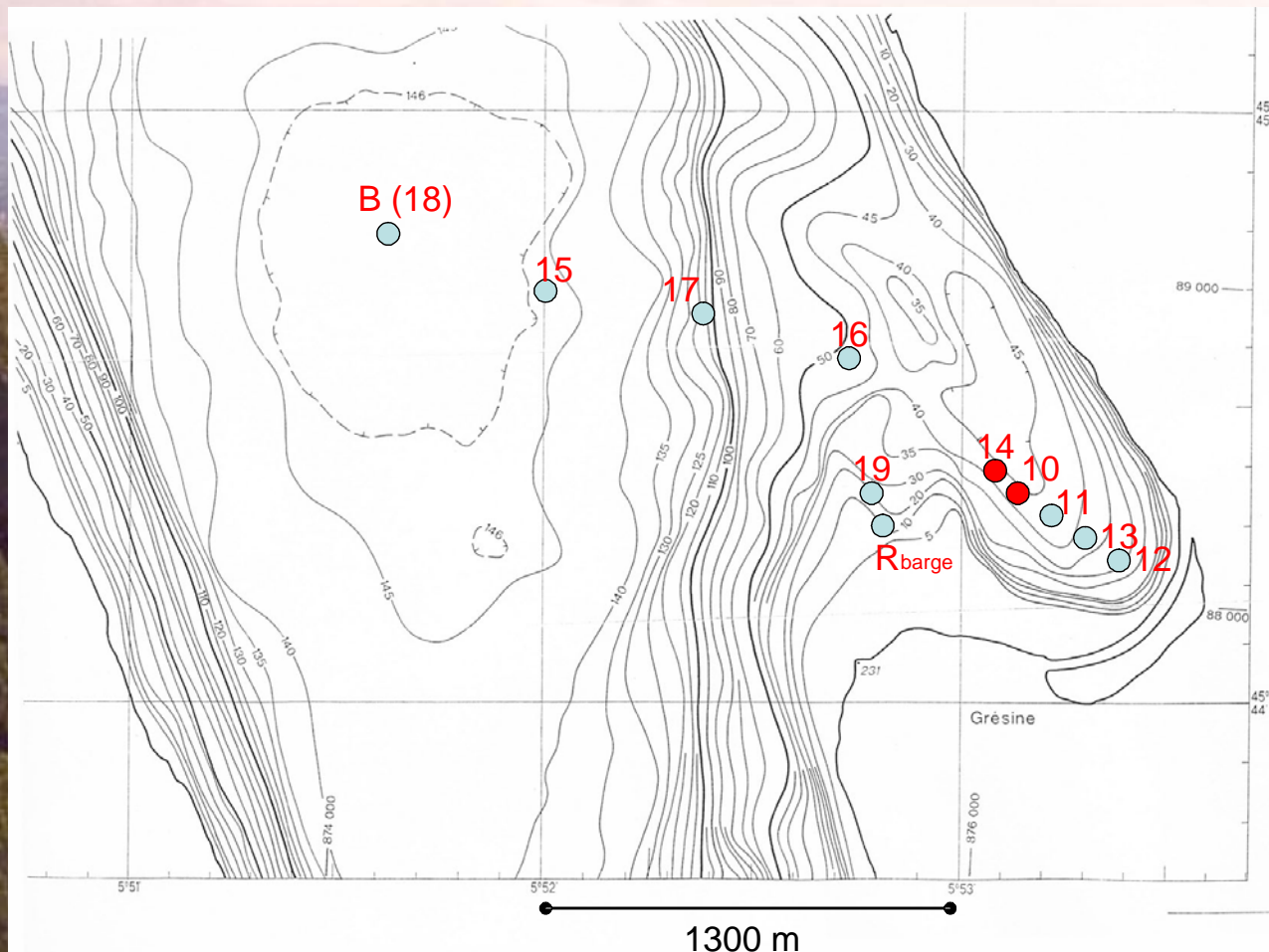


# Mesures *in situ*

## ⑤ Micro-profileur thermique SCAMP (PME)

$\Delta T = 0,02^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta t = 0,01\text{s}$

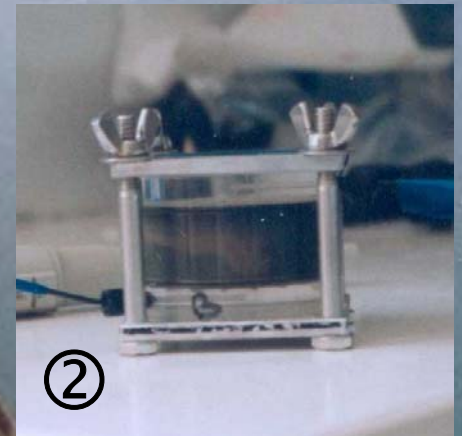
Vitesse de descente 10 cm/s



# Expérimentation *ex situ*

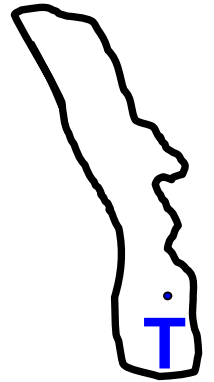
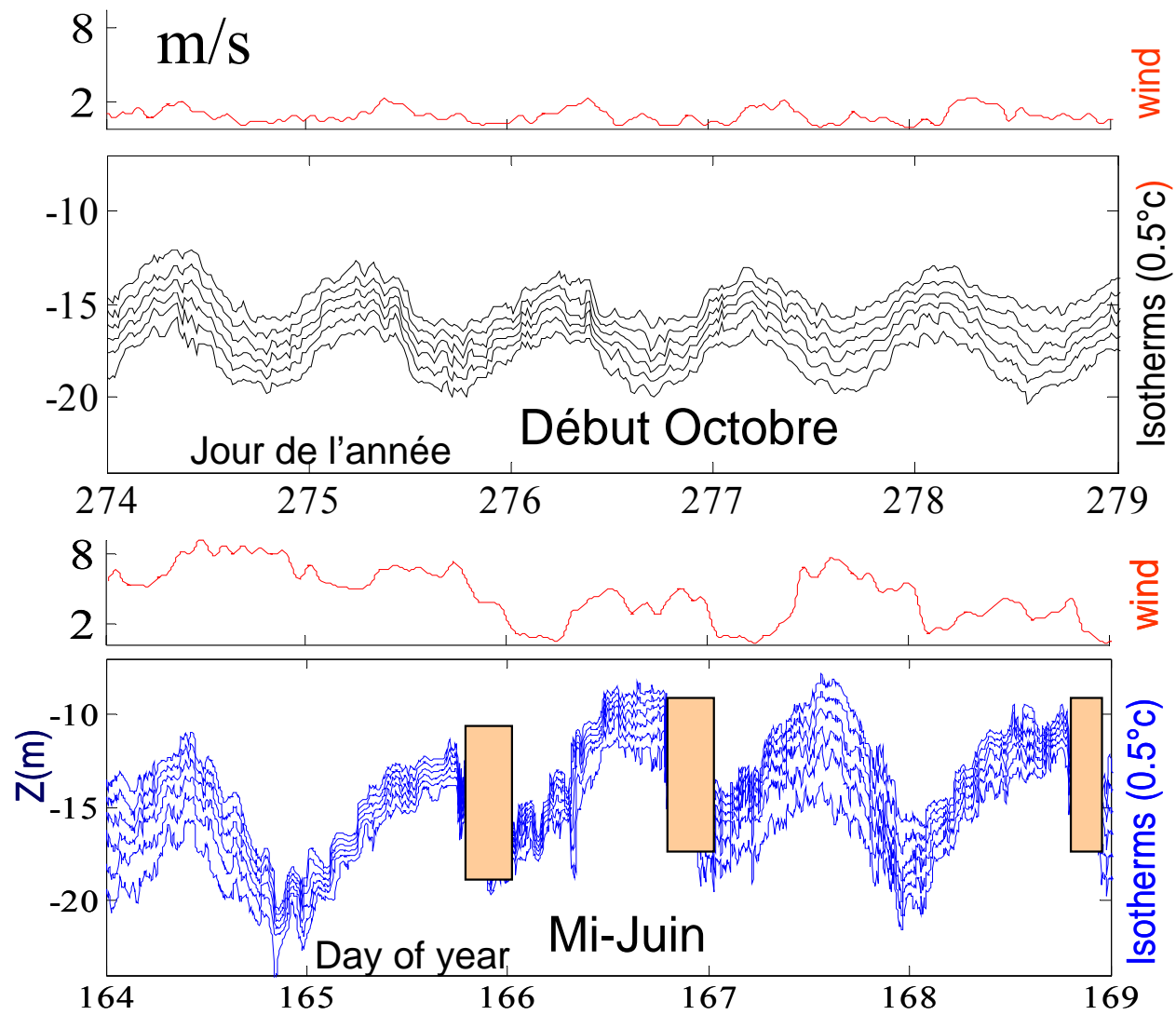
① Incubations de carottes :  
détermination des flux  
benthiques (x3)

② Cinétique benthique :  
exploration des voies  
métaboliques de la  
dénitrification



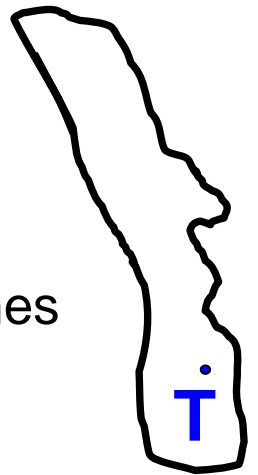
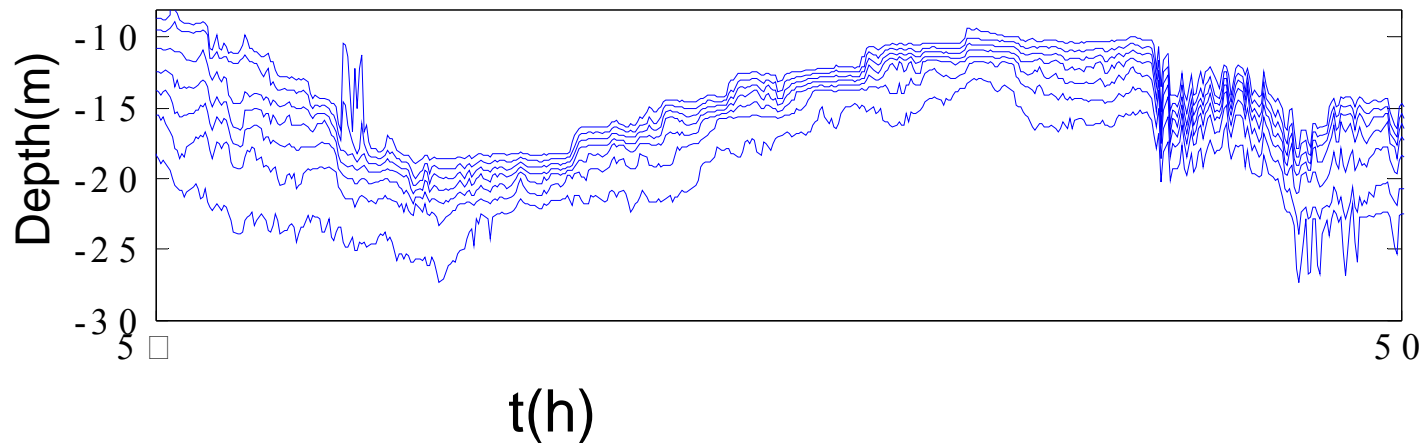
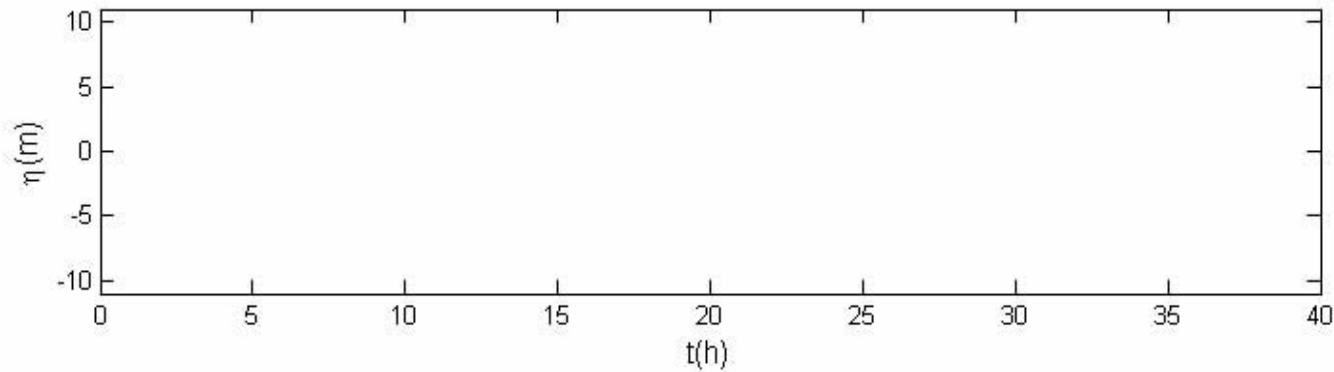
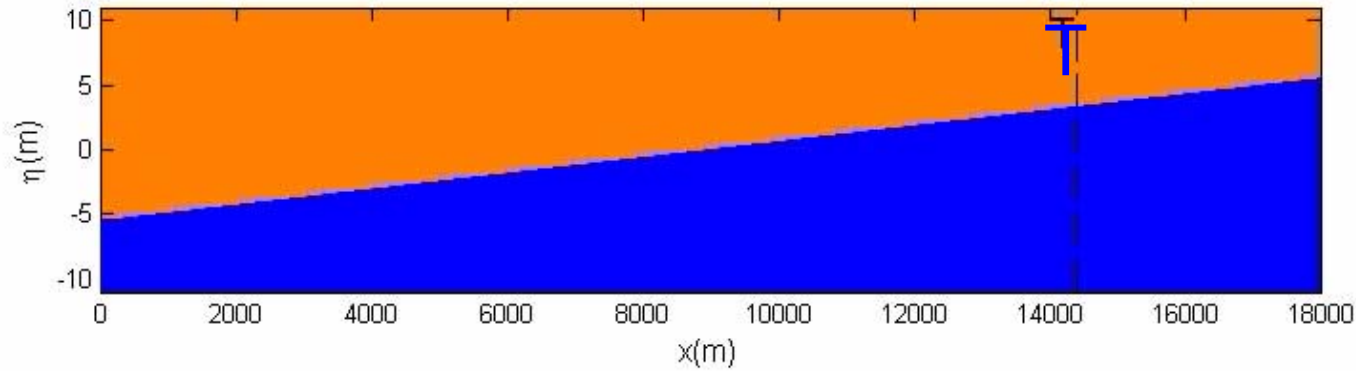


# Seiches et fronts internes



# Solitons

- Génération de solitons (équation KDV, Horn *et al*, 2001)



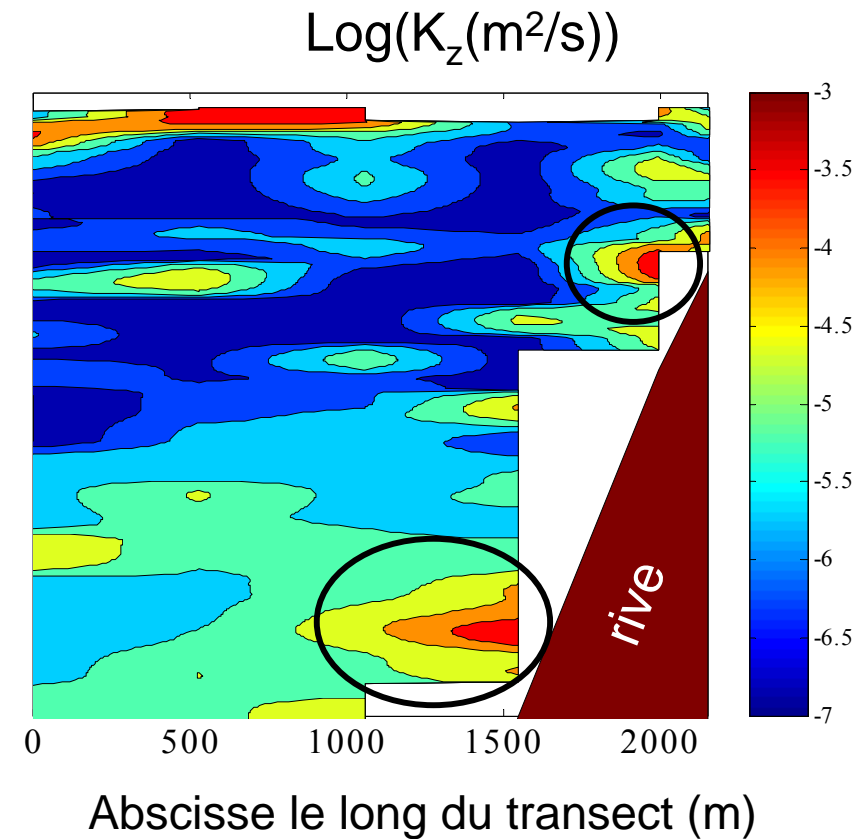
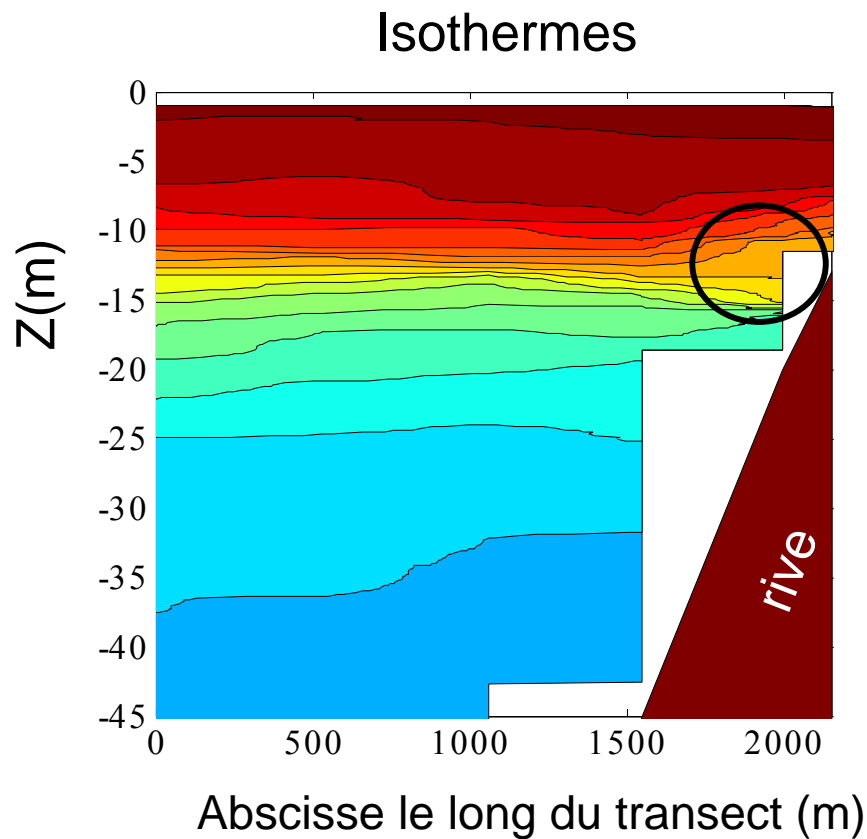
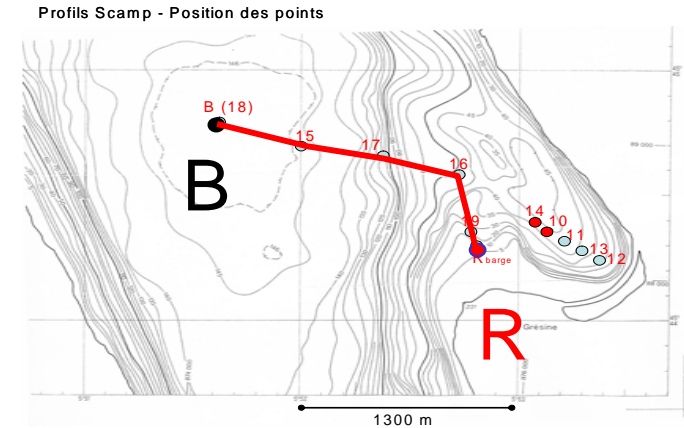
Modèle  
à 2 couches

Déplacement de  
L'interface

Déplacement  
Des isothermes

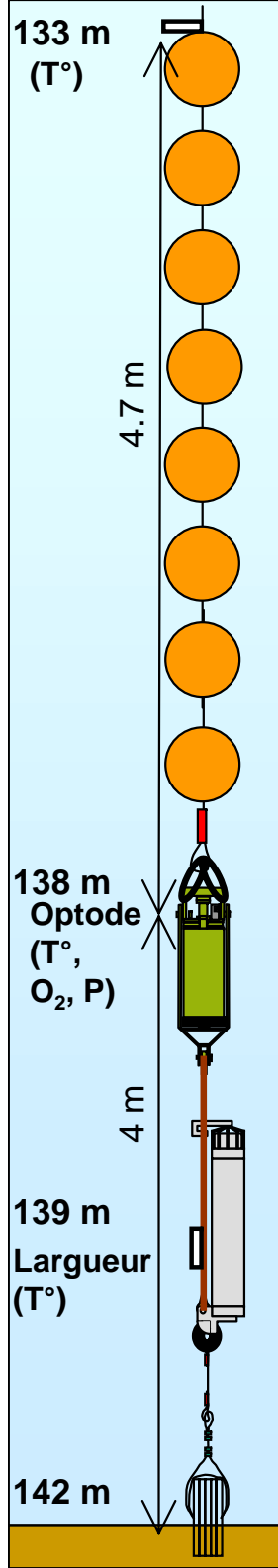
# Structure thermique et turbulence

Mesure de la microstructure thermique:  
Estimation du coefficient de dispersion  
 $K_z = \Gamma \varepsilon N^{-2}$  (Osborn, 1980)

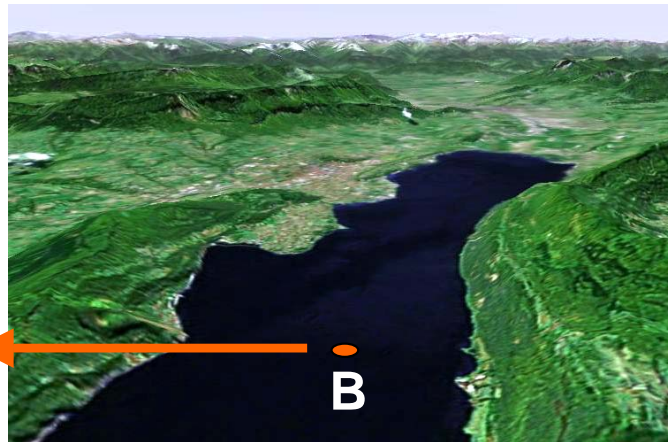
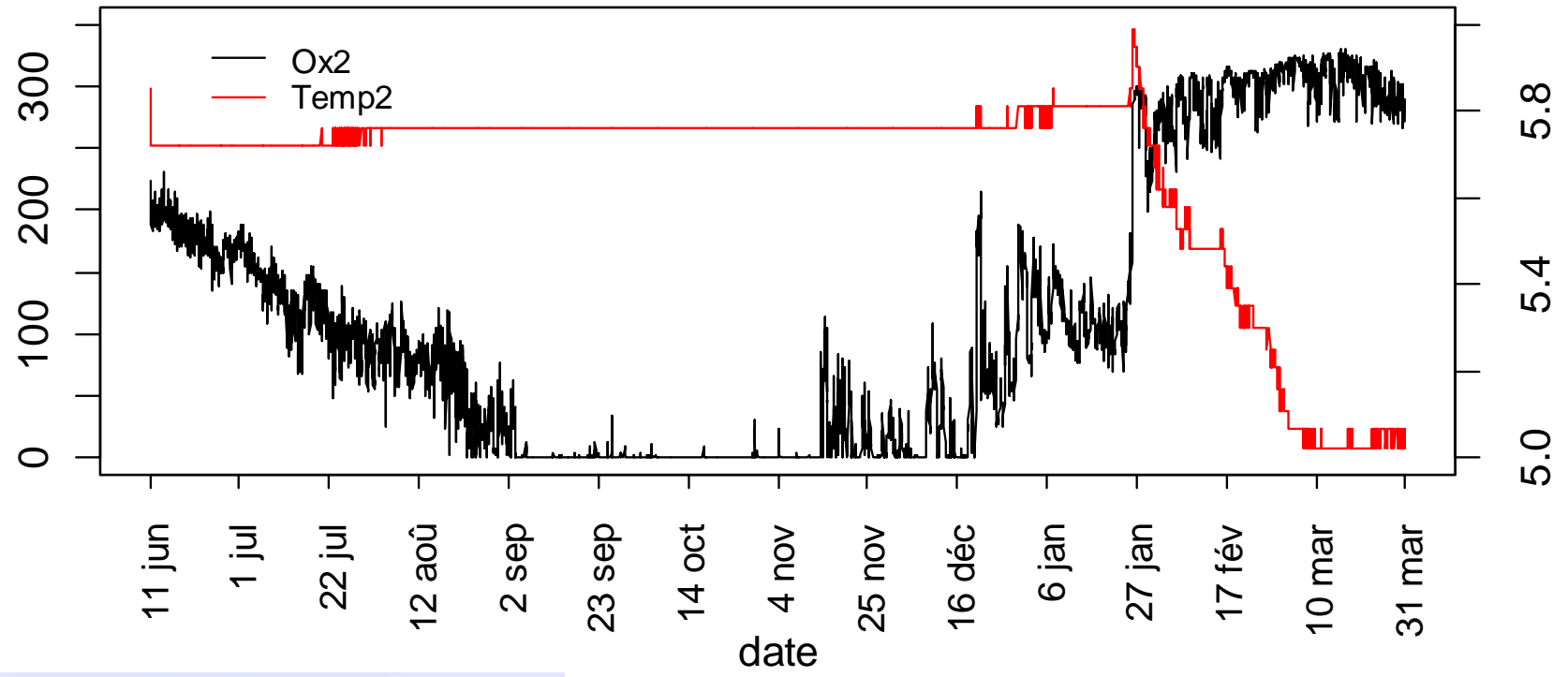




# Mesure en continu de $[O_2]$ au fond de juin 2004 à mars 2005

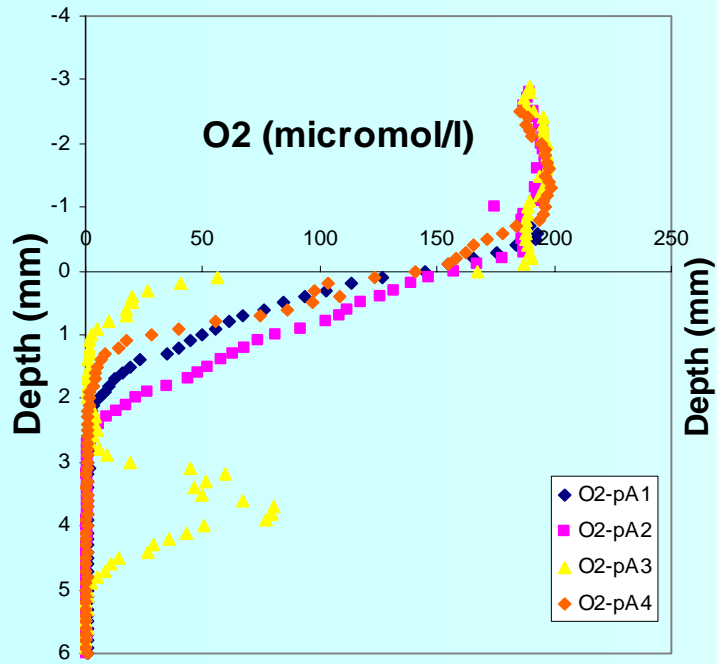


Ox2 ( $\mu\text{M}$ )

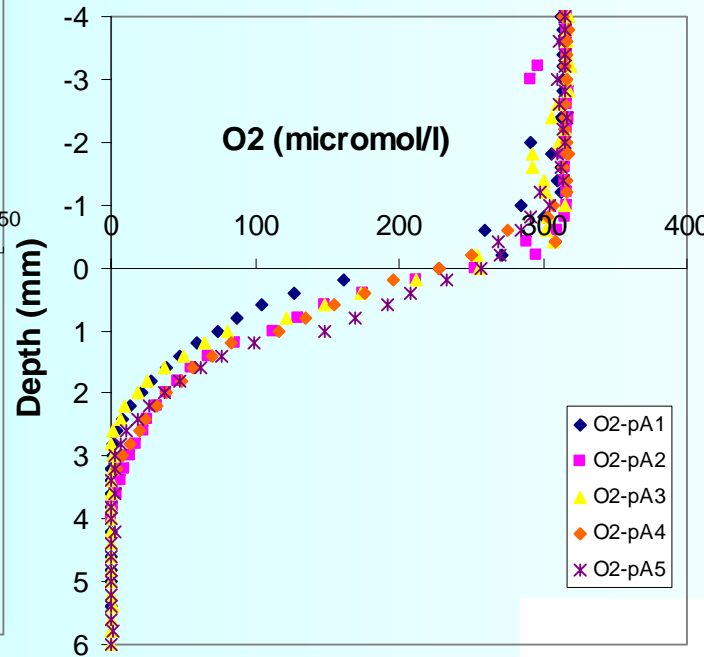


# Consommation benthique d'oxygène

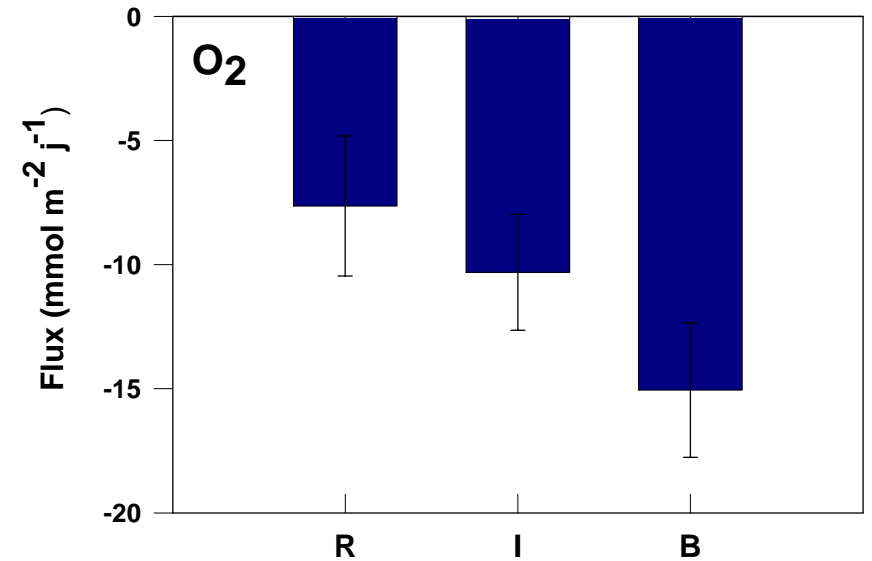
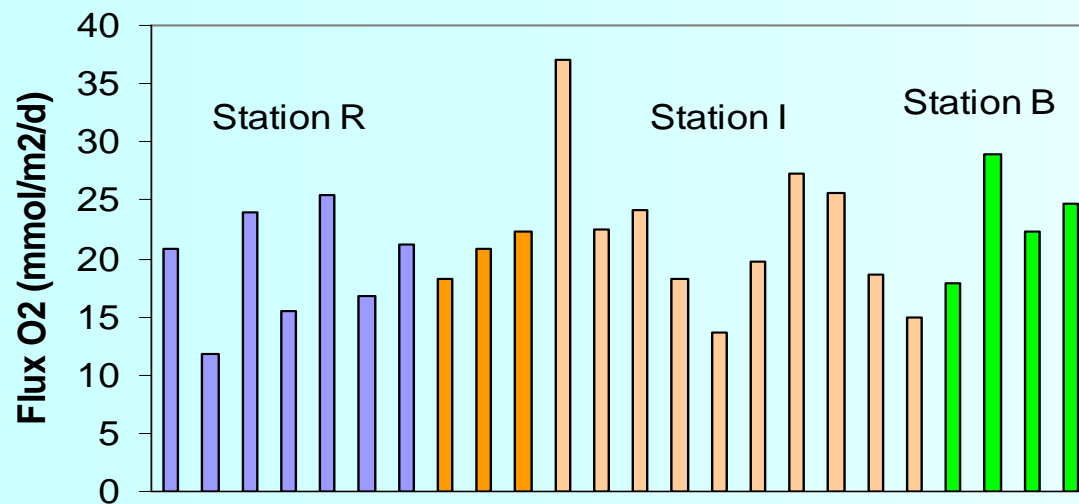
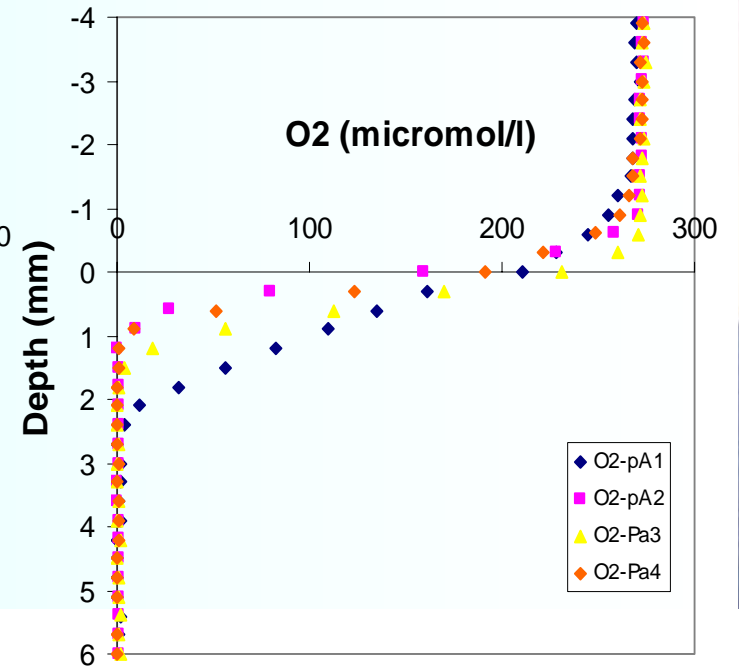
Dylachem - Station R



Dylachem 3 - Station I - 35m



Dylachem3 - Station B - 145m



# Sédimentation

R



Station R ( $^{137}\text{Cs}$ )

1 à 2 mm/an

Station I ( $^{210}\text{Pb}_{\text{xs}}$ )

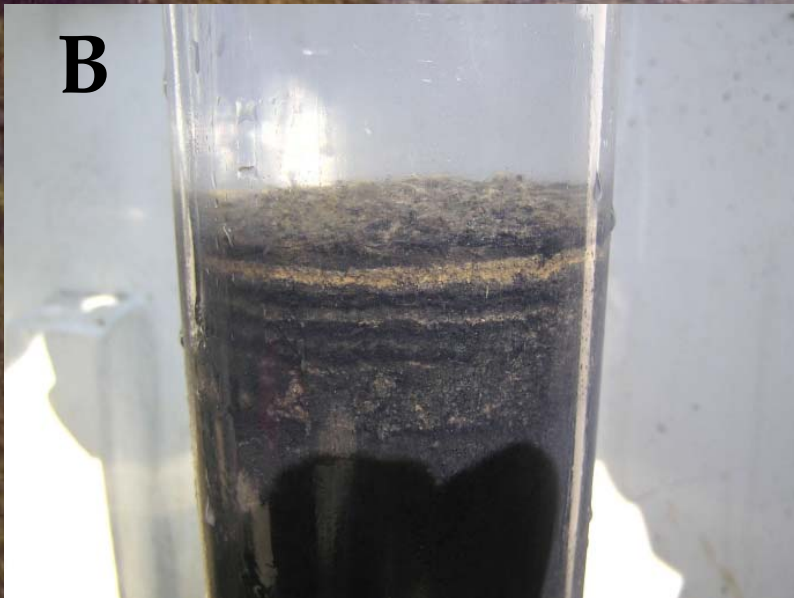
3,3 mm/an

Station B ( $^{210}\text{Pb}_{\text{xs}}$ )

4,1 mm/an

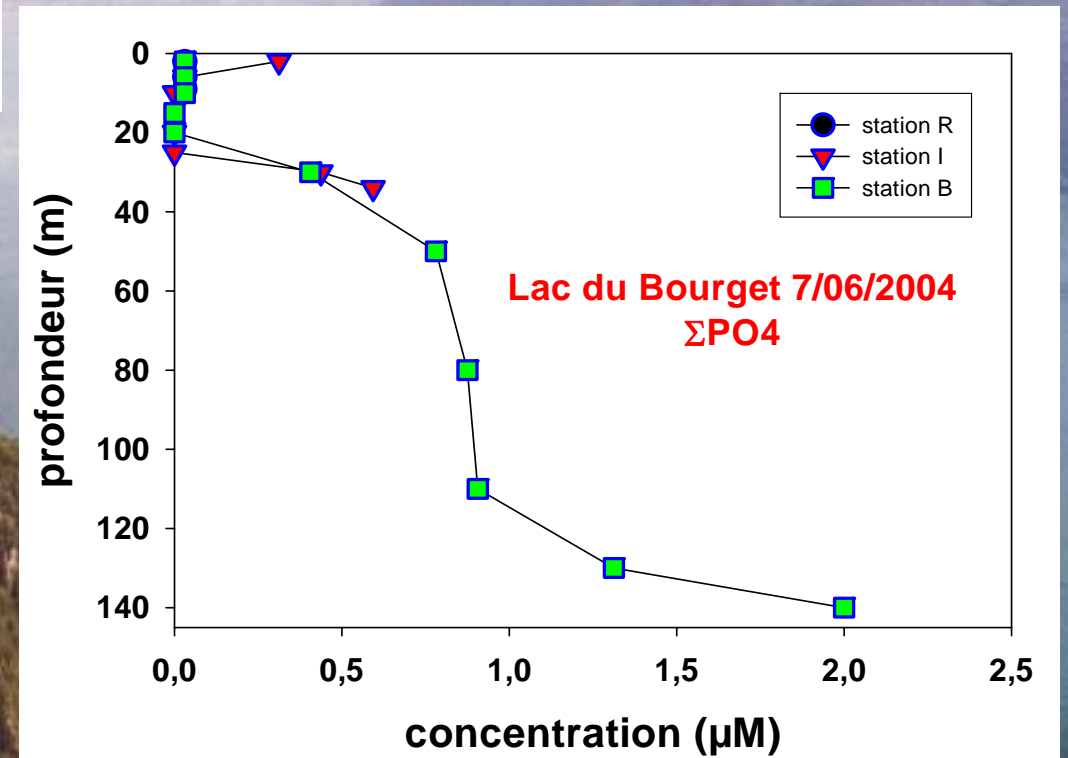
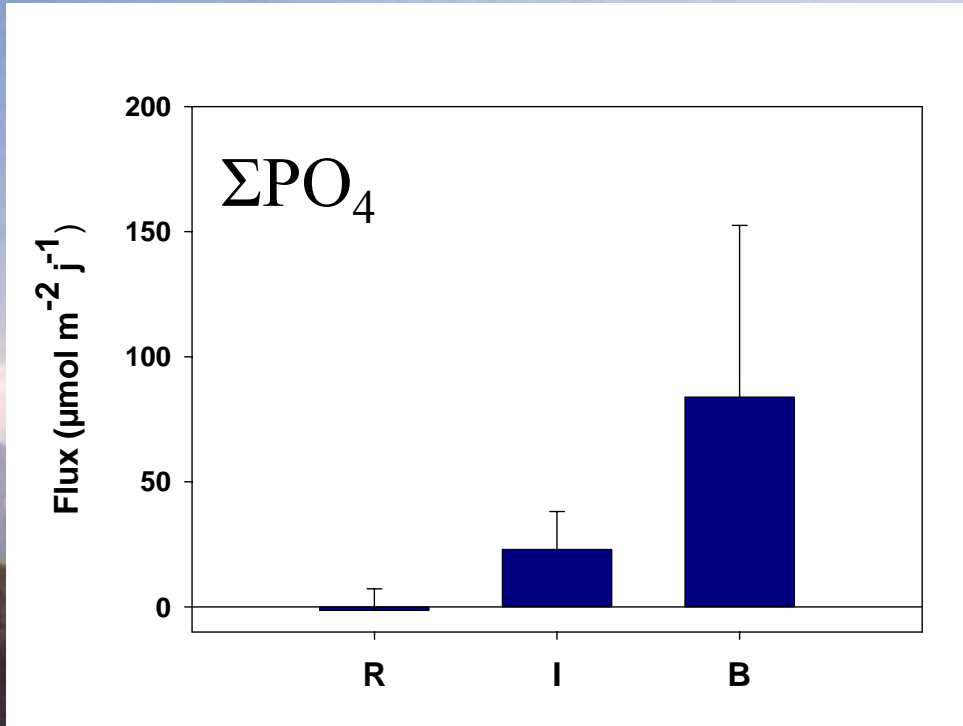
Accumulation au  
centre du lac

B

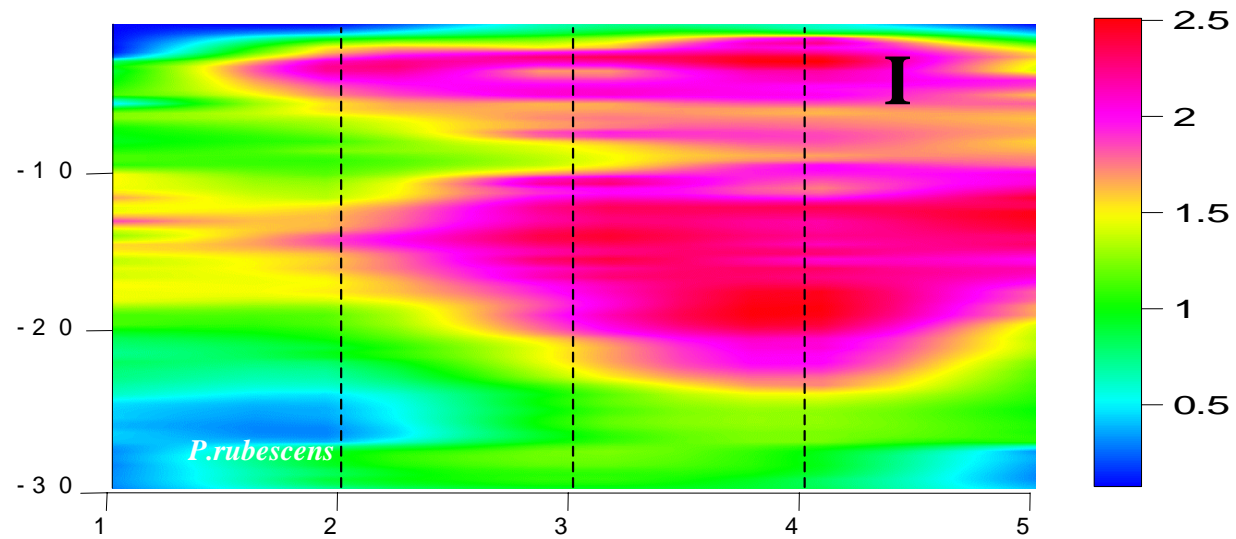
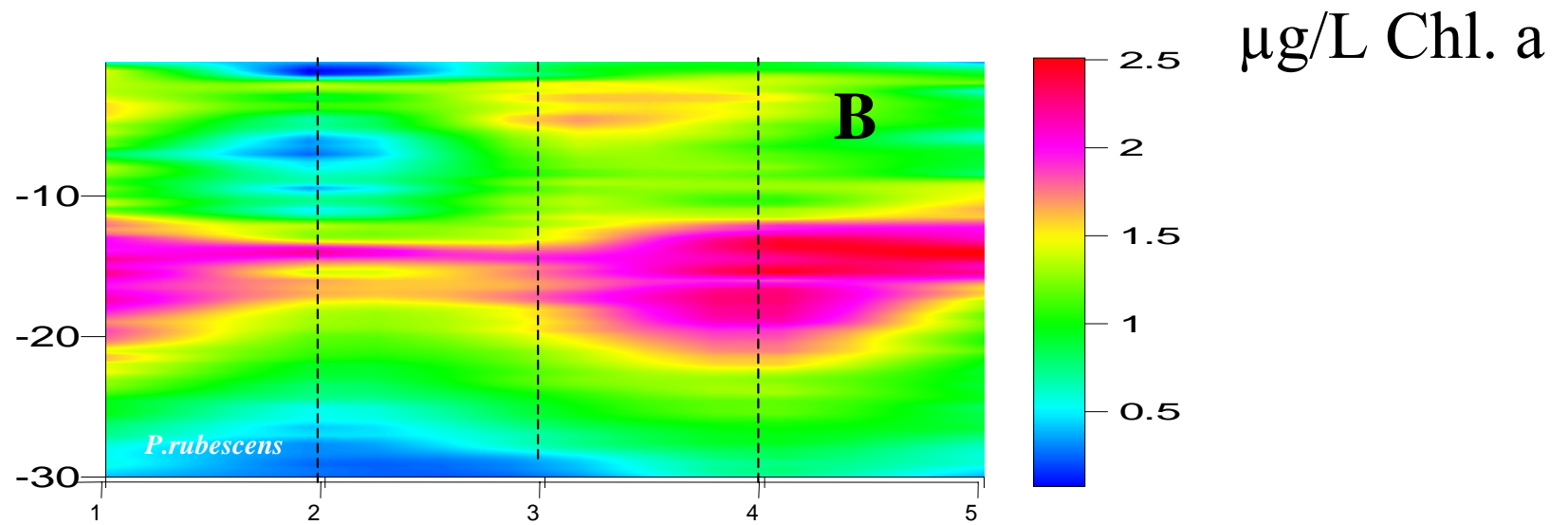




# Flux benthiques de nutriments - incubations



# Réponse biologique



Juin 2004

# Conclusions

**Identification de solitons**

**Quantification des coefficients de mélange verticaux**

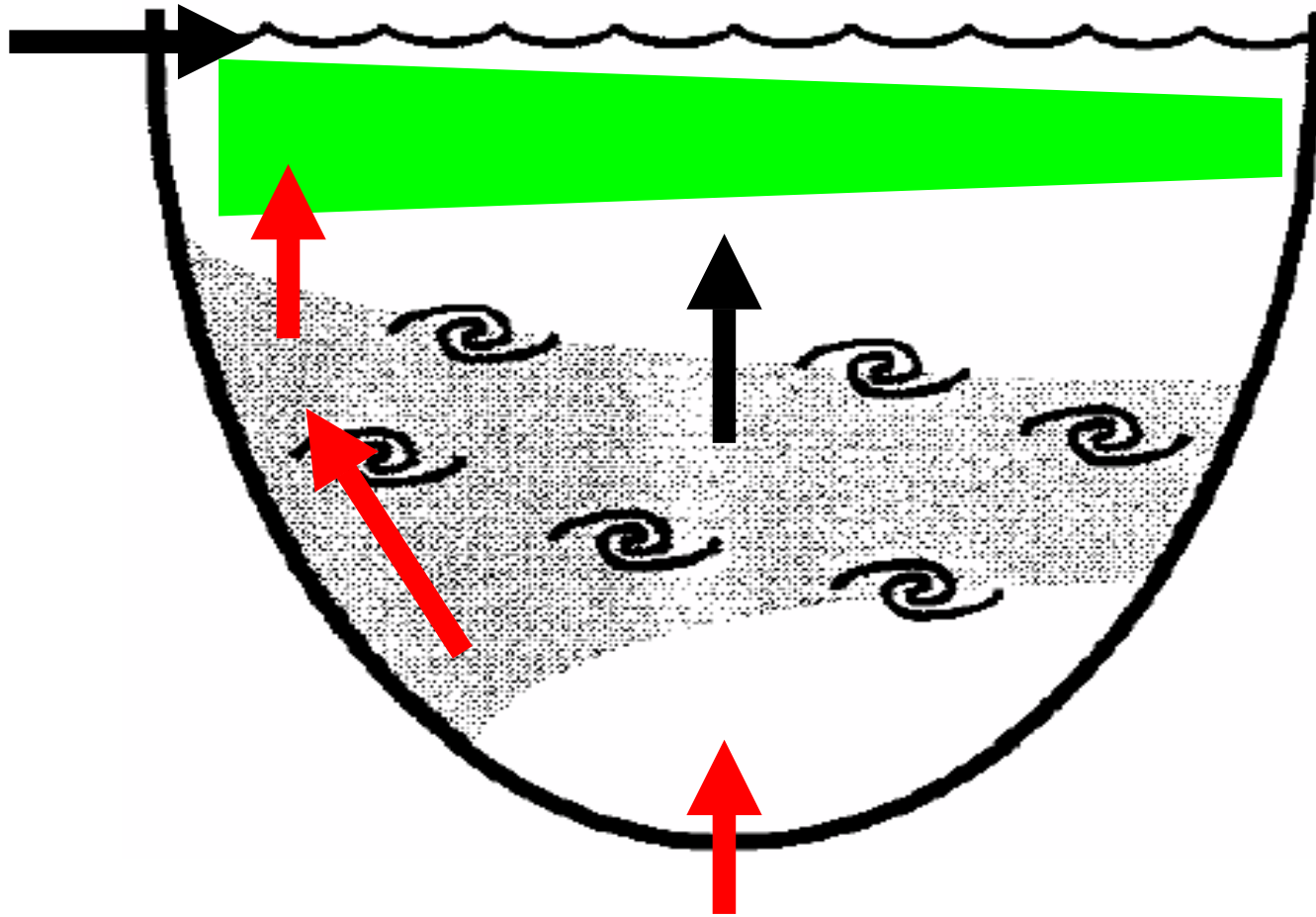
**Effets de rive**

**Cohérence des mesures de flux benthiques  
(incubations, micro-profileur *in situ*)**

**Hétérogénéités benthiques inter-stations**

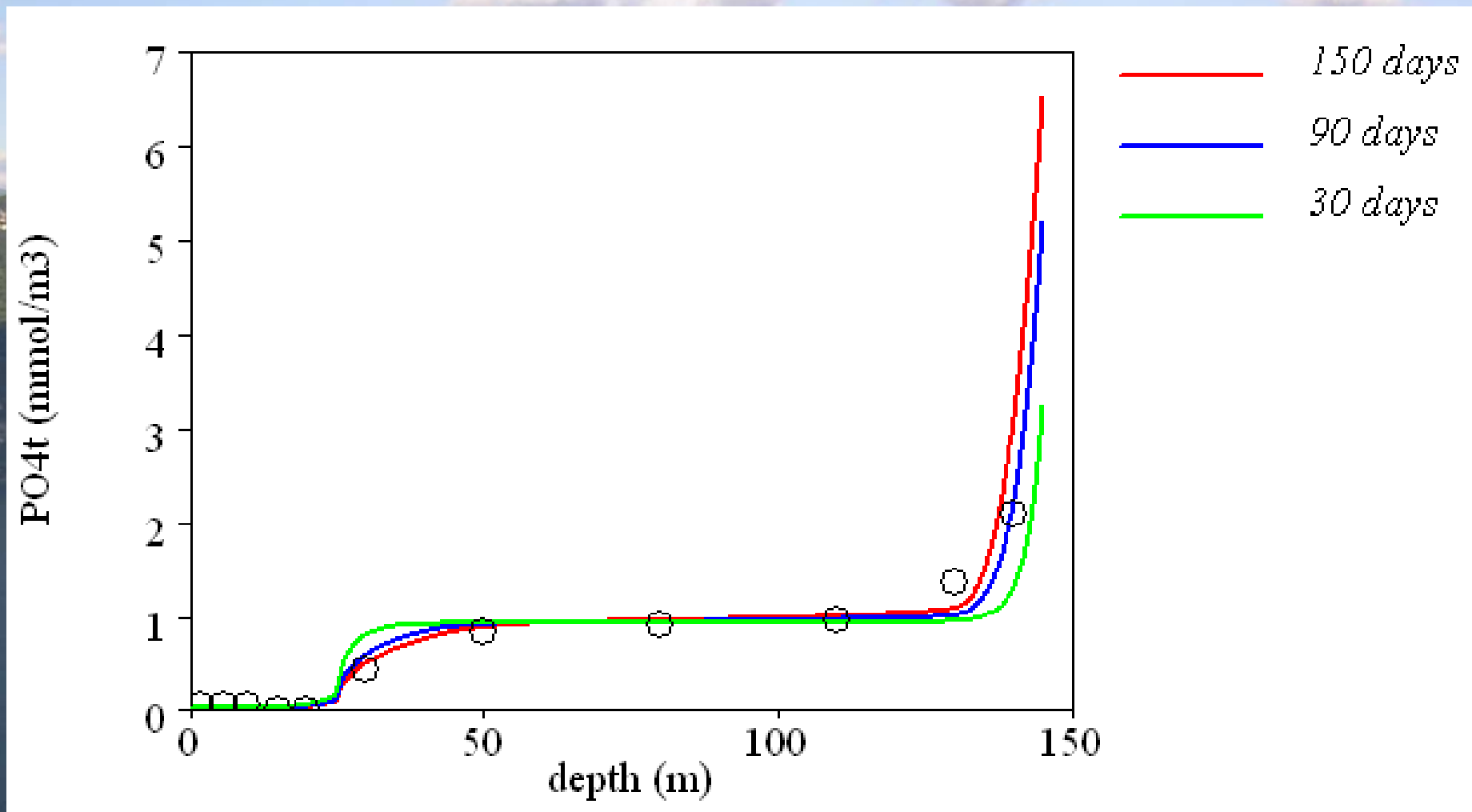
**Hétérogénéité latérale de la répartition de  
planktothrix**

# Proposition





# Perspectives : modélisation couplée




## **Dynamique saisonnière des flux benthiques**

**Association Optodes-FluoroProbe  
dans l'épilimnion**

**Retour à l'état initial dans les grands lacs alpins?**



## Sites web DYLACHEM [www.ipgp.jussieu.fr/rech/lge](http://www.ipgp.jussieu.fr/rech/lge) « Autour du lac du Bourget » 15-17 mai 2006 Publications (2) & Congrès (4)



**INRA** **EDYTEM** **Cisalbs**

Colloque - Événement  
2<sup>nd</sup>e annonce

**Autour du lac du Bourget**

Université de Savoie  
Amphithéâtre Vanoise et Espace EVE  
15 - 17 mai 2006

**Comités d'organisation / scientifique**  
F. ARNAUD (CNRS)  
S. CACHERA (CISALB)  
M. DESMET (Université de Savoie)  
I. DOMAIZON (Université de Savoie)  
J.-M. DORIOZ (INRA)  
D. FONTVIEILLE (Université de Savoie)  
X. GAYTE (Conservatoire)  
S. JACQUET (INRA)  
R. JALINOUX (CISALB)  
G. FAOLINI (CCLB)  
J. POULENARD (Université de Savoie)

Avec l'aide de  
INRA - CISALB  
Université de Savoie  
Région Rhône-Alpes

**Objectif**  
L'UMR CARTEL (INRA - Université de Savoie), l'UMR EDYTEM (CNRS - Université de Savoie) et le CISALB vous proposent de participer au 1er colloque national sur le Lac du Bourget, le plus grand lac naturel français.  
Cet événement permettra aux scientifiques, gestionnaires, utilisateurs et élus locaux de se rencontrer et de partager ensemble et avec un public plus large, sous la forme de conférences, de posters mais aussi de témoignages et de discussion-débats, les connaissances actuelles portant sur cet écosystème et son bassin versant.  
Nous poserons les grandes questions liées à la gestion et l'utilisation d'un écosystème fragile, et tenterons de faire partager, à toutes et tous, l'enthousiasme pour les grandes questions scientifiques traitées dans ce site atelier exceptionnel.  
Cette rencontre permettra aux différents acteurs et chercheurs travaillant pour, avec et dans le Lac du Bourget de faire le point sur l'état d'avancement de leurs travaux dans les domaines de l'analyse de la qualité de cet écosystème lacustre, de sa biodiversité, de l'évolution du climat, de son fonctionnement hydrologique, de ses relations avec le bassin versant, etc.

**Thèmes abordés**  
> **Le lac du Bourget : 10 000 ans d'histoire** (thème 1)  
> **Échanges Bassin versant - lac et flux intralac** (thème 2)  
> **Qualité biologique et fonctionnement du lac en relation avec les usages** (thème 3)  
> **Préservation et conservation des espèces et des espaces** (thème 4)  
> **Demain, le lac du Bourget : Perspectives et Prospectives** (thème 5)

**Pour s'inscrire (avant le 31 décembre)**

Nom  
Prénom  
Institution  
Fonction/Statut  
Email  
Fax

**Participation active**  
 Communication orale  
 Poster  
 Autre (témoignage, discussion, etc)  
Choix du Thème: 1 ou 2 ou 3 ou 4 (à entourer)  
Proposition de titre (même provisoire)

La sélection des communications se fera sur la base de l'évaluation des résumés par le comité scientifique à envoyer avant le 15 janvier

**Participation sans communication**

**Tarifs**  
30 euros  
15 Euros pour les étudiants  
pour les Actes du Colloque et un événement que nous gardons secret pour le moment !

**Les modes de paiement seront précisés Ultérieurement, en 2006**

**Contact:**  
Stéphane JACQUET  
INRA, 78 avenue de Corzent, 74200 thonon-les-Bains  
Tel (fax) : 04 60 26 78 12 (07 60)  
[steph.jacquet@thonon.inra.fr](mailto:steph.jacquet@thonon.inra.fr)

**Plus d'informations à:**  
<http://www.inra.thonon.fr/autourbourget>

© Photographie: Pierre HUCHETTE

**Les participants au projet DYLACHEM remercient les CS du PNRH et d'ECCO pour avoir encouragé cette étude interdisciplinaire**

