

# Diatomées benthiques littorales des lacs d'altitude : Quels intérêts pour l'évaluation environnementale?



Frédéric Rimet, Agnès Bouchez

INRA - UMR Carrel, 75 av. de Corzent - BP 511, FR-74203 Thonon les Bains cedex, France



# Plan

- ❖ Quelques rappels
- ❖ Les diatomées permettent-elles évaluer la qualité générale d'un lac ?
- ❖ Les diatomées, indicatrices de perturbations locales ?
- ❖ Lacs d'altitude
- ❖ ADN environnemental, diatomées et lacs



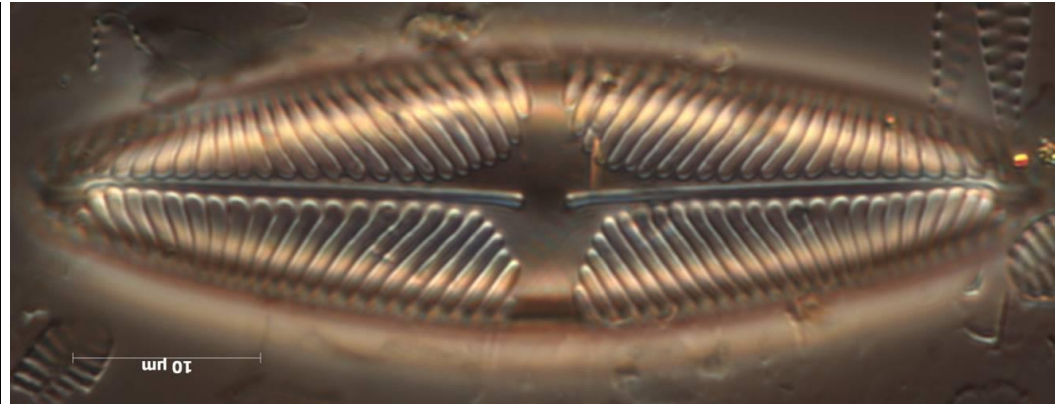
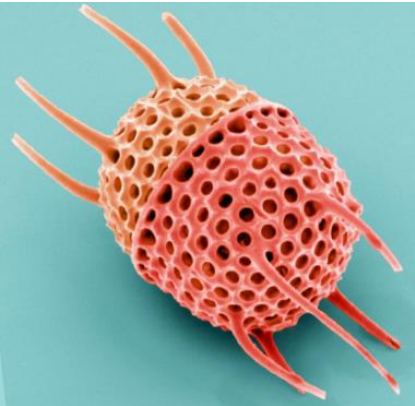
# \_01

## Quelques rappels

- ❖ Diatomées benthiques
- ❖ Echantillonnage en lac

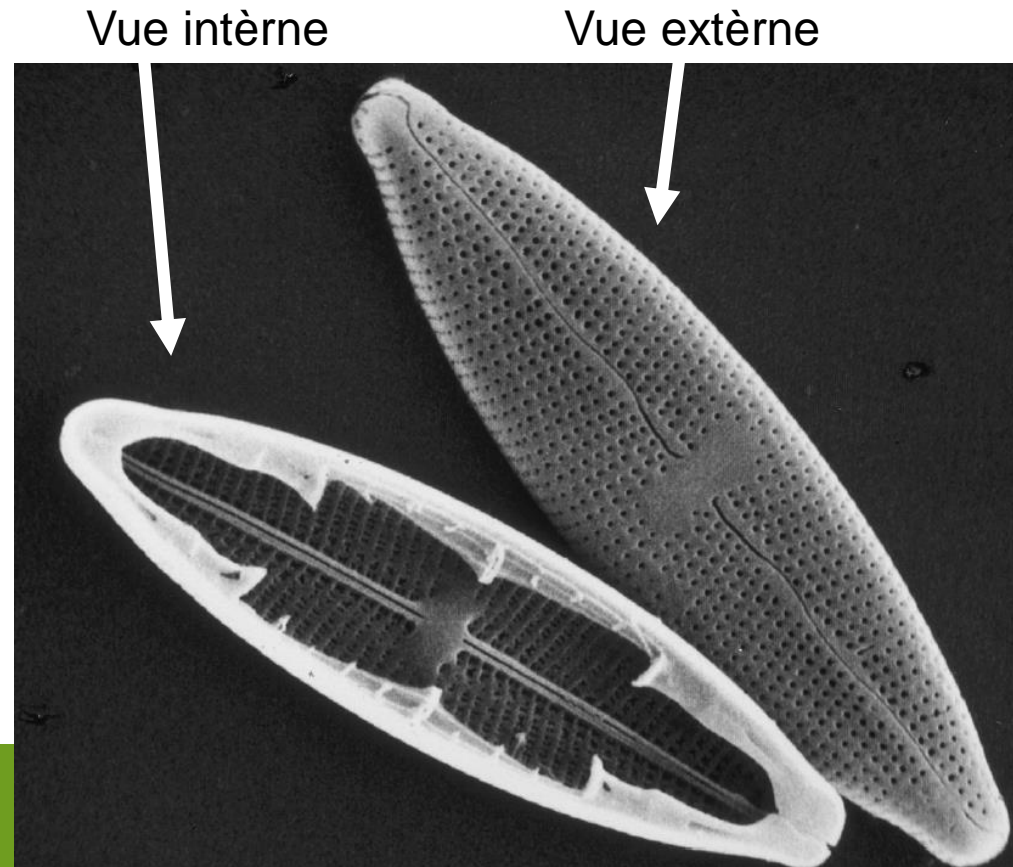
# Diatomées ?

- ❖ Microalgues brunes (3 à 500  $\mu\text{m}$ )
- ❖ Caractérisées par :
  - ❖ Leur diversité : 100.000 species (Vanormelingen & Mann 2013)



# Diatomées?

- ❖ Microalgues brunes (3 à 500  $\mu\text{m}$ )
- ❖ Caractérisées par :
  - ❖ Leur diversité : 100.000 species (Vanormelingen & Mann 2013)
  - ❖ Un squelette extra cellulaire en silice



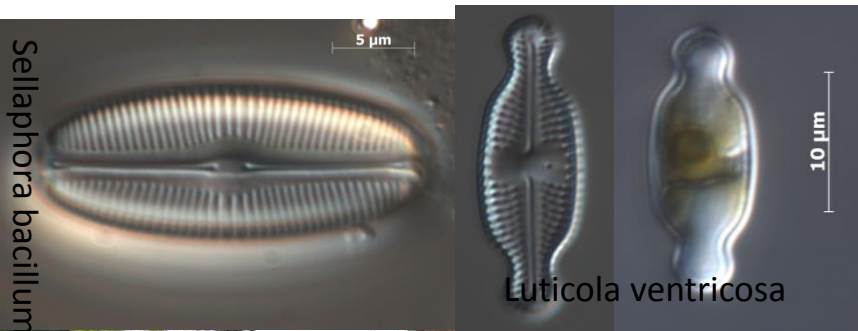
# Diatomées?

## ❖ Colonisent tous les habitats

- ❖ Lacs
- ❖ Tourbières
- ❖ Rivière
- ❖ Sols

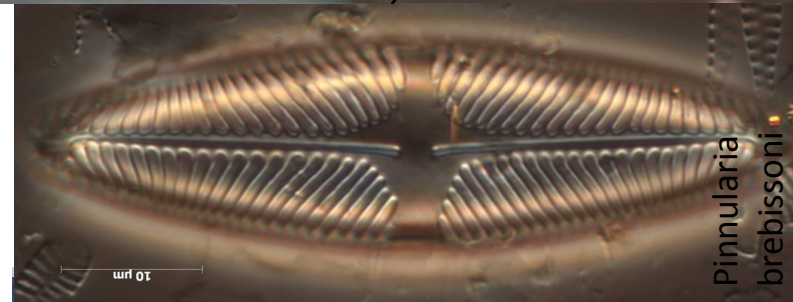


*Cyclotella bodanica*

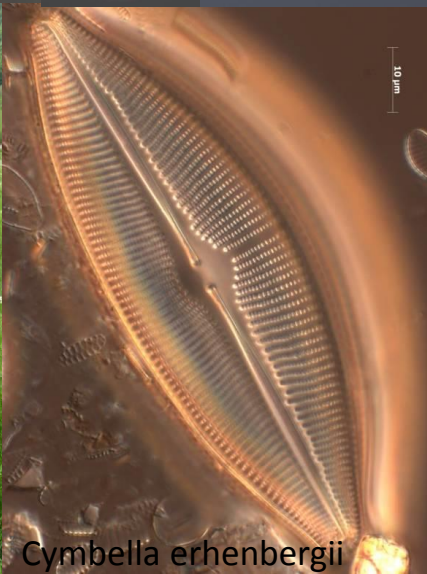


*Sellaphora bacillum*

*Luticola ventricosa*



*Pinnularia brebissoni*



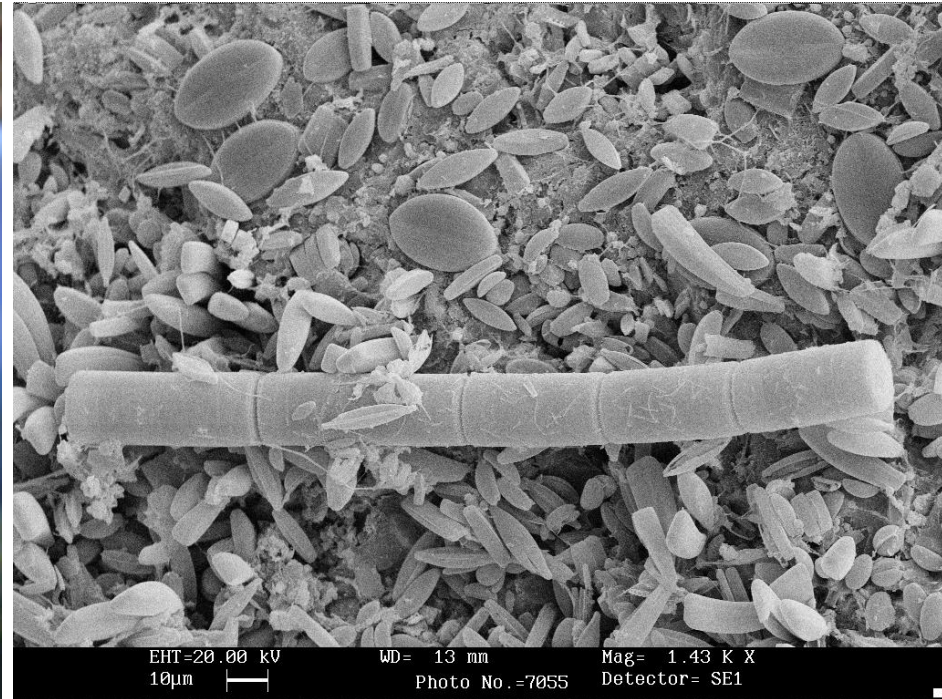
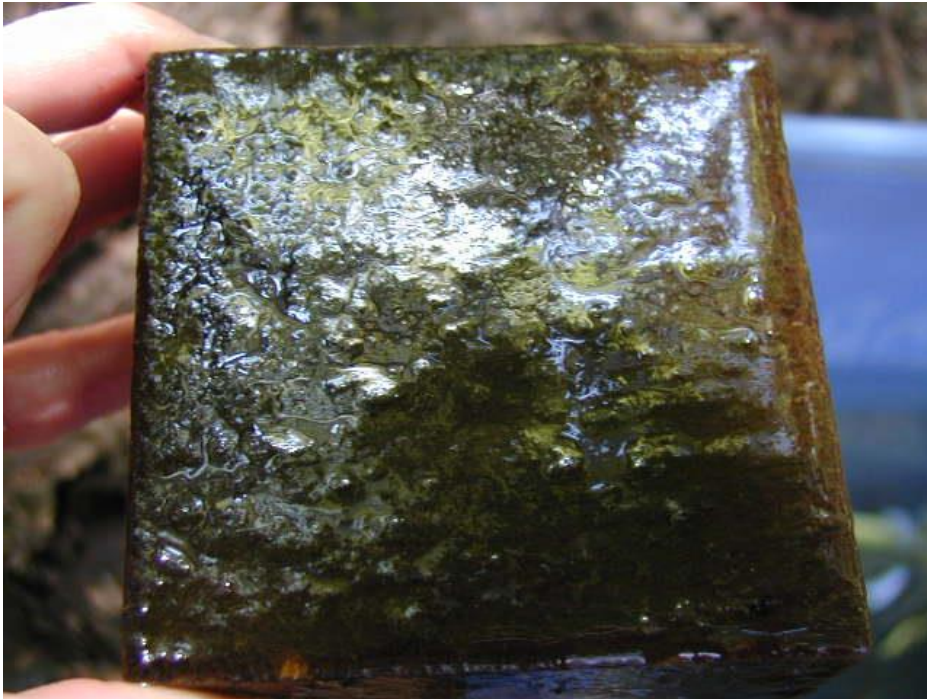
*Cymbella erhenbergii*



# Diatomées?

- ❖ Groupe dominant en milieu benthique

**Epilithon** (Biofilm attaché aux pierres)




- ❖ Diversité, ubiquité, abondance = excellentes propriétés

**bioindicatrices**

# Echantillonnage en lac

- ❖ Protocole européen normalisé
- ❖ Video
- ❖ Prélèvement de 5 pierres
- ❖ 30-50 cm de fond, zone de 20 m<sup>2</sup>
- ❖ Analyse au microscope, comptage de 400 individus



Prélèvement diatomées benthique en lac pour metabarcoding ADN

235 vues

1 0 PARTAGER ...



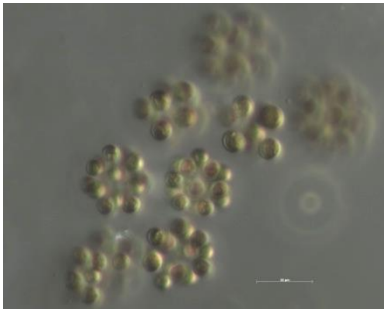


# \_02

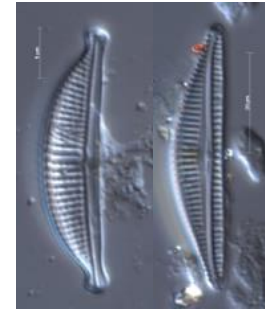
**Les diatomées benthiques  
peuvent elles évaluer la qualité  
générale d'un lac ?**

# Deux bioindicateurs différents

Phytoplancton

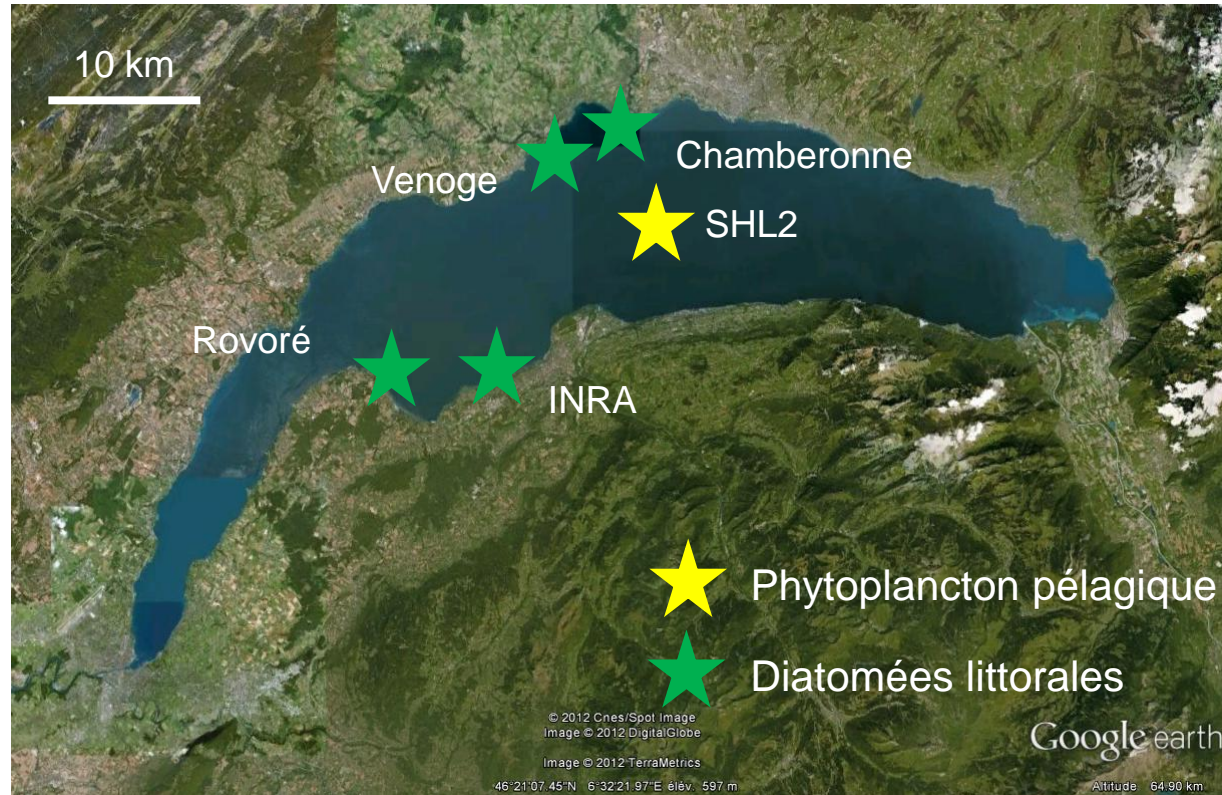
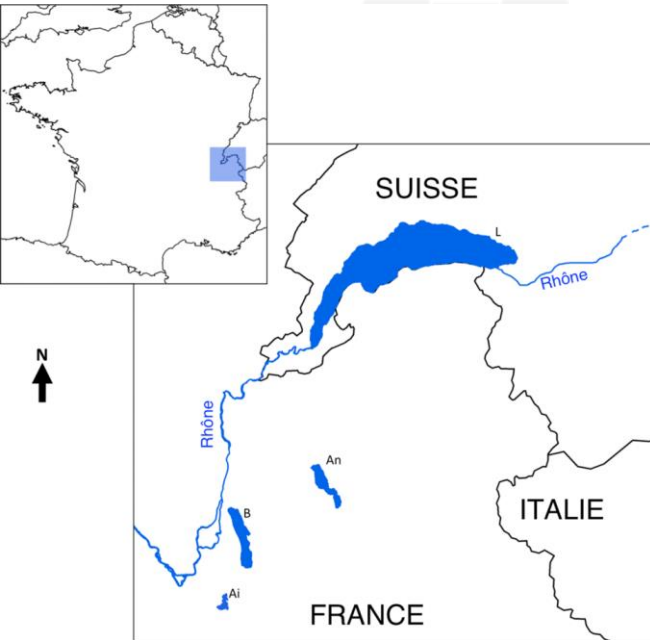


Diatomées benthiques littorales



- ❖ Les diatomées benthiques littorales peuvent elles aussi être indicatrices de la qualité générale ?

# Méthodologie :



## ❖ Lac Léman

❖ Echantillonnages tous les mois pendant 1 ans (Avril 2012 - Mars 2013)

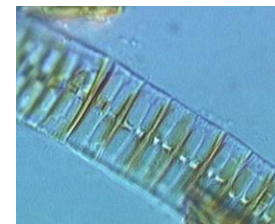
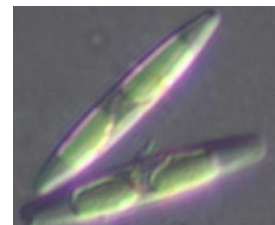
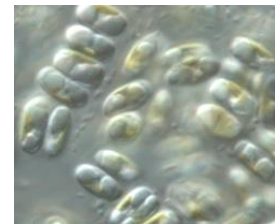
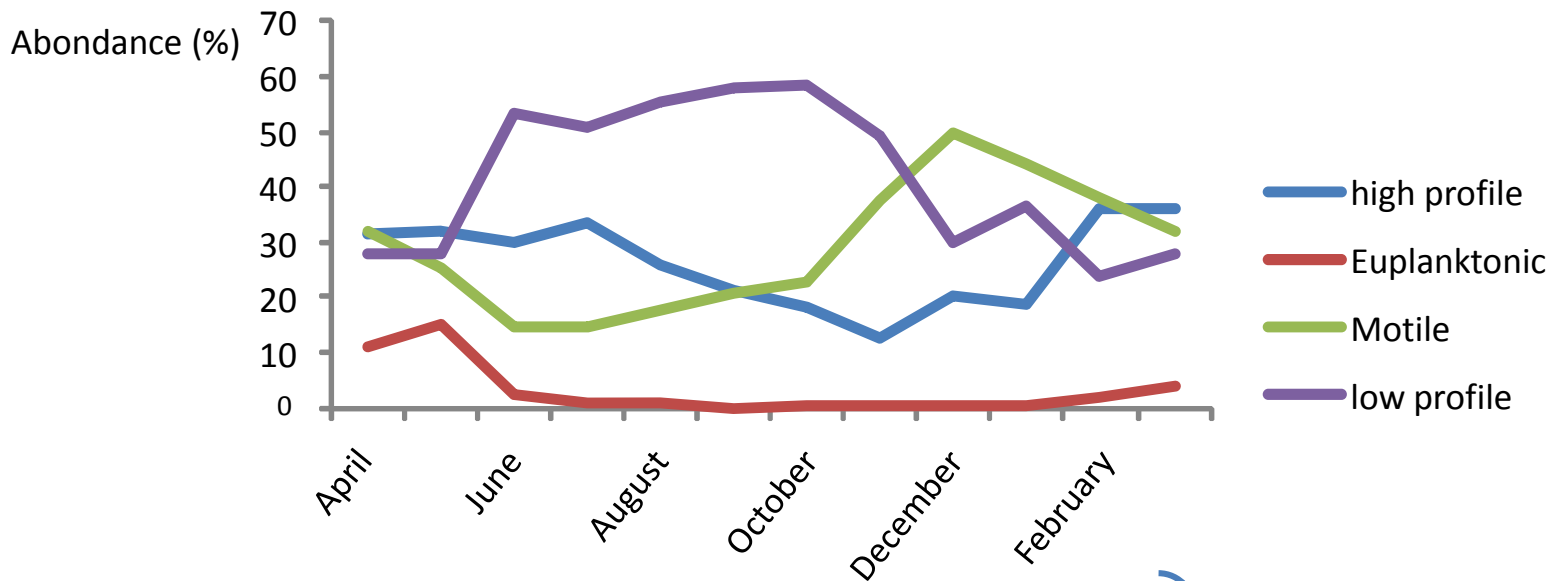
❖ Diatomées: 5 pierres, 50 cm profondeur

❖ Phytoplancton: échantillonnage intégré 0-20 m

❖ Paramètres physiques et chimiques

# Dynamique saisonnière

## ❖ Guildes écologiques : abondances moyennes dans les 4 sites

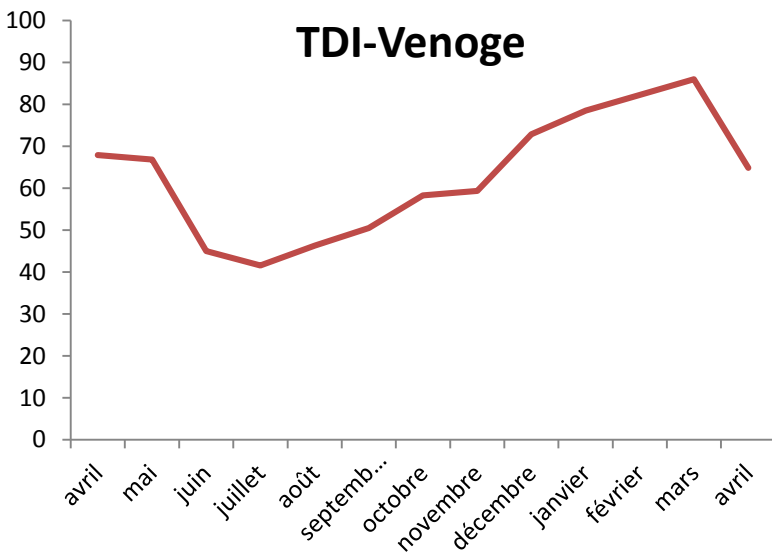


- ❖ Planctoniques rares
- ❖ Low profile en été/automne
- ❖ Motile abondante en automne/hiver,
- ❖ High profile abondante en hiver/printemps

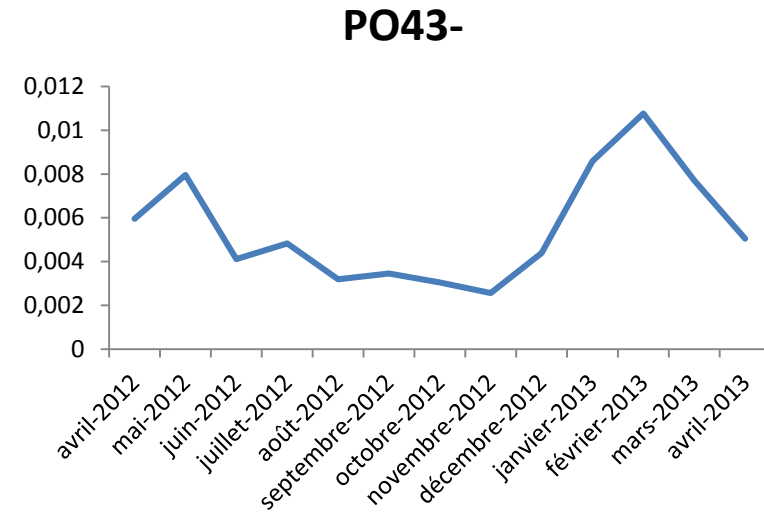
Succession claire liée à l'évolution de la concentration saisonnière du P

# Indices biotiques

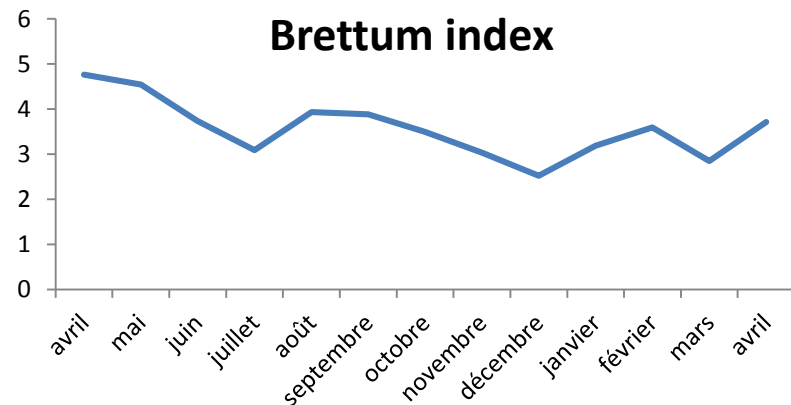
## ❖ Indice diatomées : TDI (Kelly)

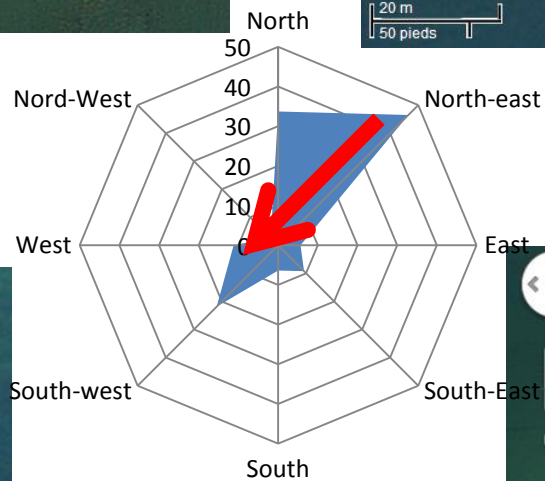


**Bonne  
corrélation**

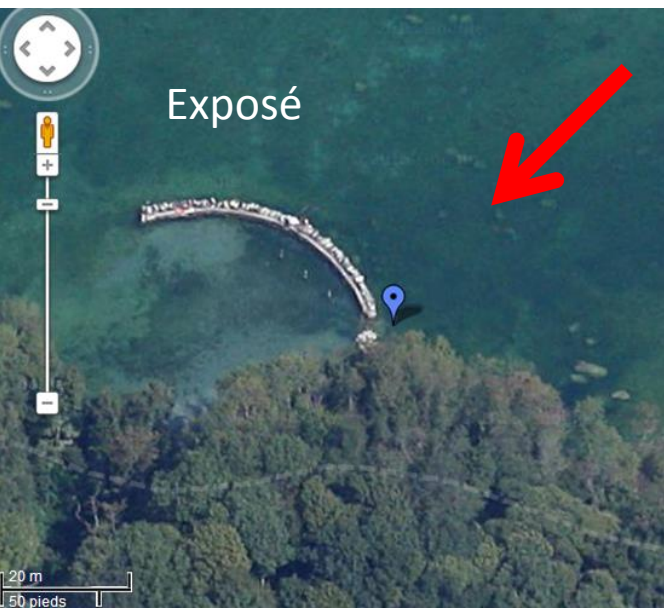


## ❖ Indice phytoplancton index : Brettum index





**Vent dominant : nord-est**  
annual average 9 days (+d day) before diatom sampling





# 03

## Les diatomées comme indicatrices de perturbations locales ?

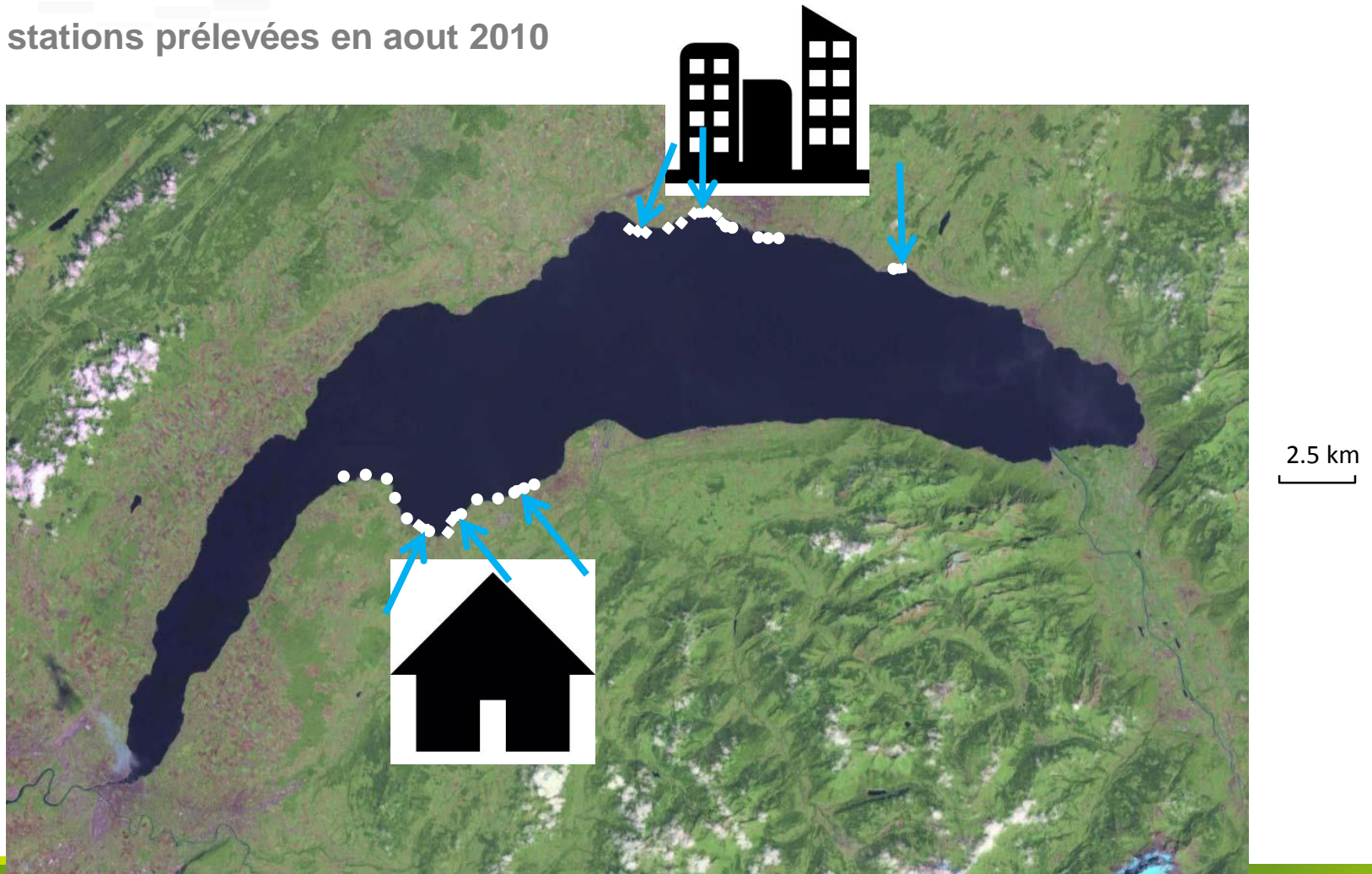
# Cadre

- ❖ Les communautés de diatomées sur le Léman sont hétérogènes
- ❖ Quels facteurs influencent cette hétérogénéité ?
  - ❖ La densité humaine littorale et les rivières ont elles une influence sur les communautés de diatomées ?



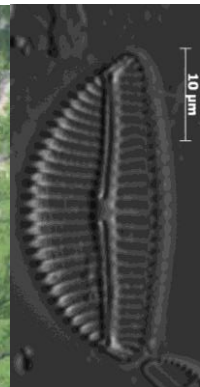
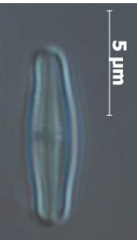
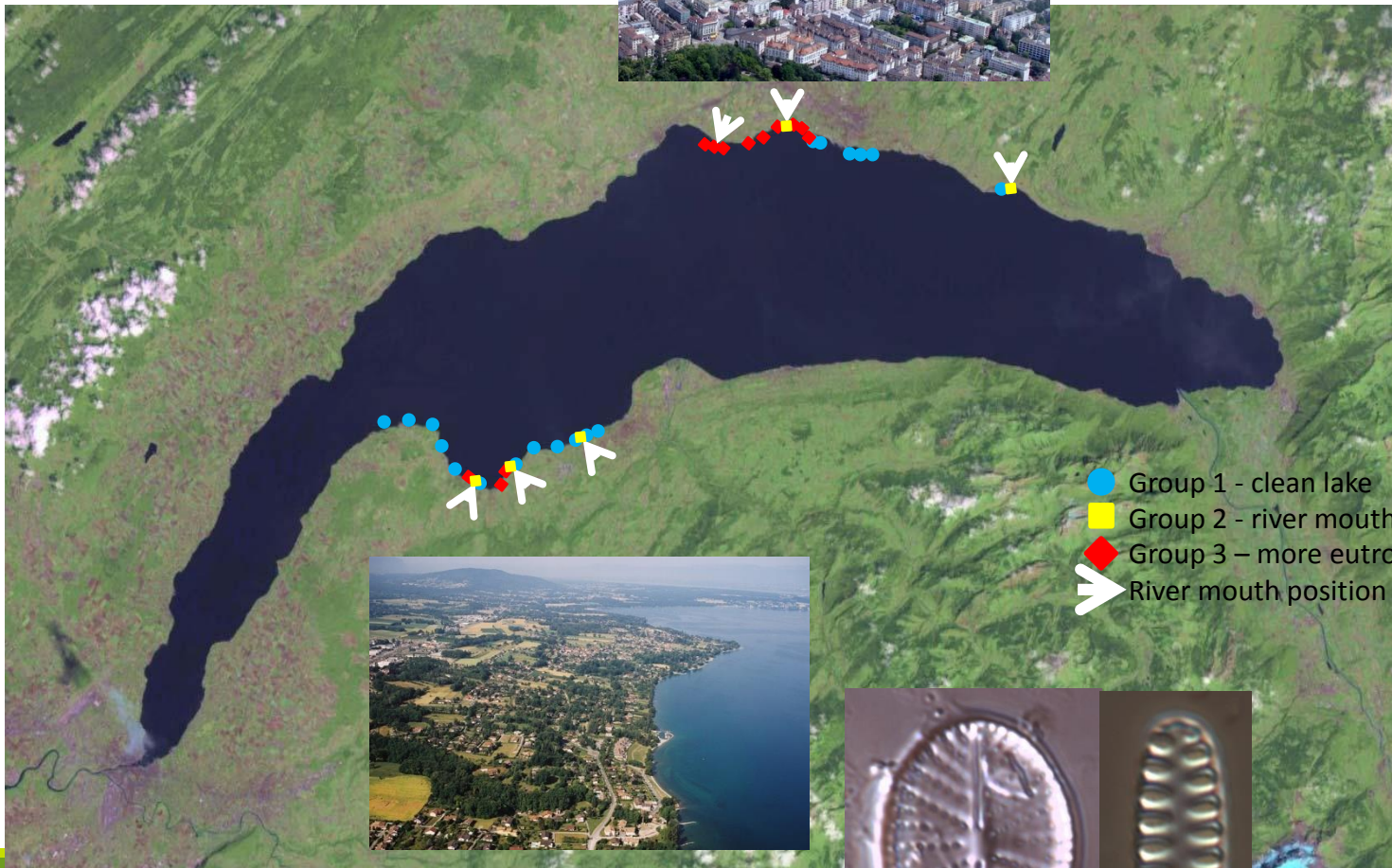
# Hétérogénéité spatiale ?

- ❖ Sélection de 2 littoraux avec des densités de populations marquées
- ❖ 18 stations prélevées en aout 2010



# Hétérogénéité spatiale ?

- ❖ 3 communautés de diatomés
- ❖ Répartition spatiale caractérisée



# Bourget

- ❖ Echantillonnage été 2015
- ❖ Calcul d'indice de qualité basé sur les diatomées (IPS)
  - Très bonne ● Bonne ● Médiocre ● Mauvais
- ❖ Rivière assez polluée (Leisse)
- ❖ Courant emportant les eaux de la rivière le long du littoral

Rivera et al. 2018



# Conclusions grands lacs

- ❖ Les communautés des grands lacs sont hétérogènes
  - ❖ Mesurent les impacts locaux liés
    - ❖ Aux rivières
    - ❖ Et à la densité de population
  
- ❖ Bon indicateur de la qualité globale du lac si le choix du site est judicieux (protégé des vents dominants)



04

# Lacs d'altitude

❖ :-)

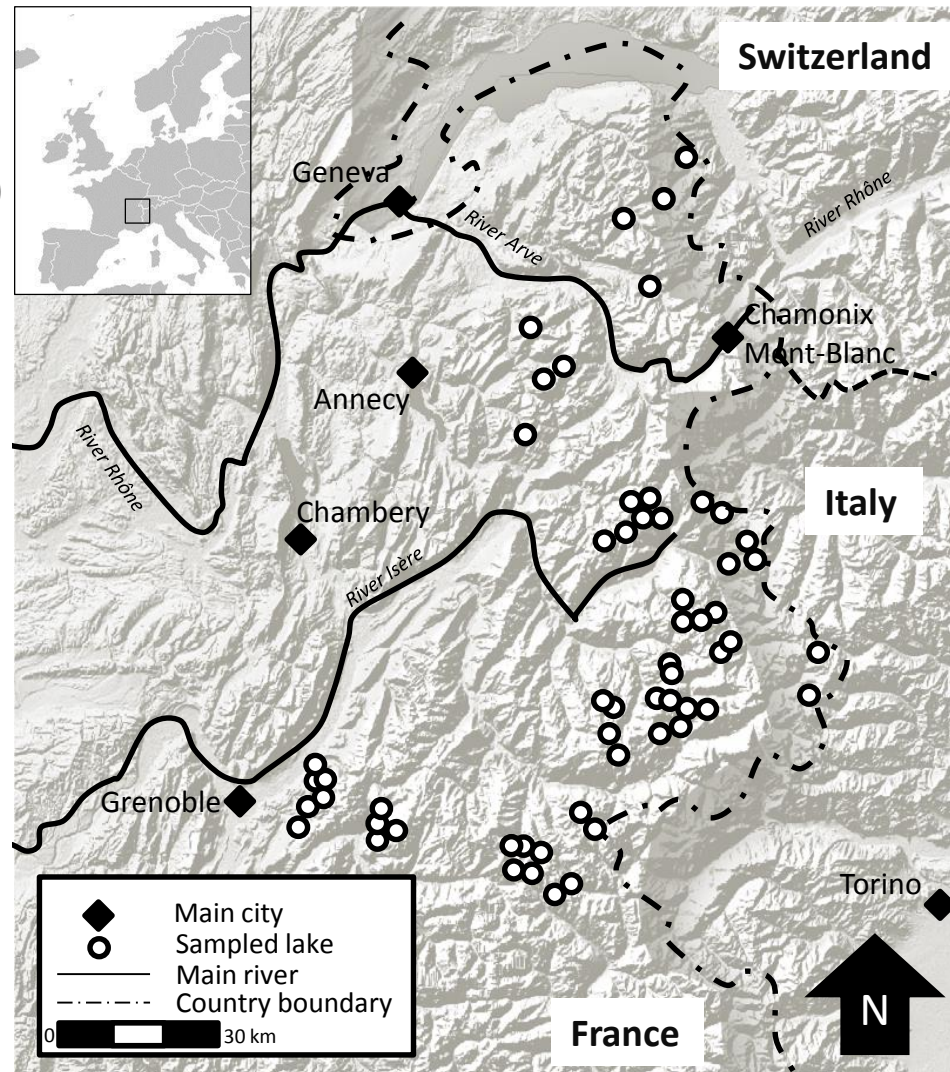
# Lacs d'altitude

- ❖ Lacs d'altitude :
  - ❖ Nombreux : 50 000 en Europe
  - ❖ Peut-on mesurer un impact anthropique (eutrophisation) sur les diatomées des lacs d'altitude ?
  
- ❖ Dans les grands lacs les communautés sont hétérogènes.
  - ❖ Lacs d'altitude sont par contre de petite taille
  - ❖ Les communautés sont elles homogènes ?

# Lacs d'altitude

## ❖ Méthodologie

- ❖ 71 lacs naturels (> 1300 m)
- ❖ 3 prélèvements / lac
- ❖ ~200 échantillons
- ❖ Microscopie
- ❖ Metabarcoding ADN



# Impact anthropique ?

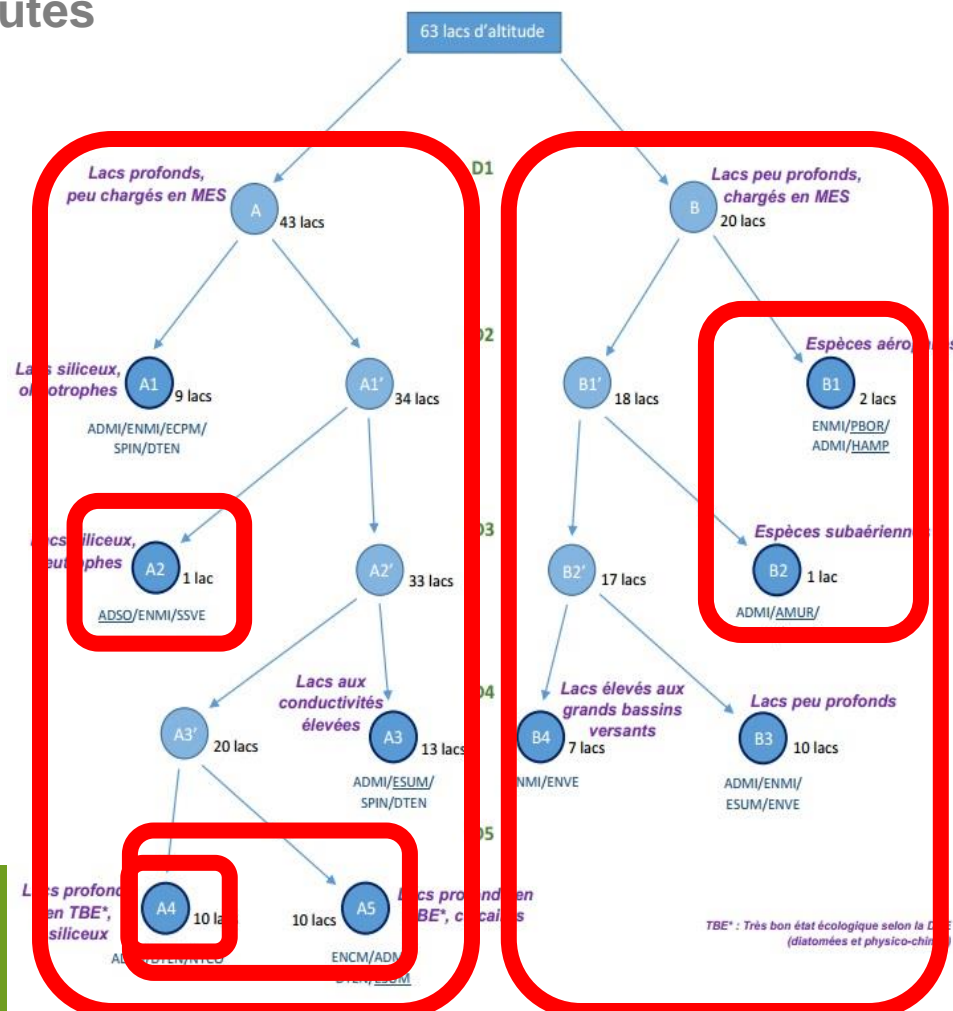
## ❖ Approche phytosociologique et spatiale

## ❖ Facteurs structurant les communautés

- ❖ Profondeur/MES
- ❖ Espèces aérophiles/variation niveau
- ❖ Géologie
- ❖ Niveau en nutriment

## ❖ Facteurs variant localement

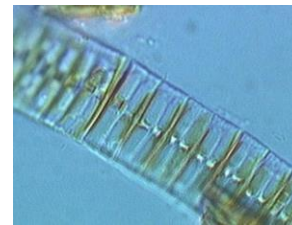
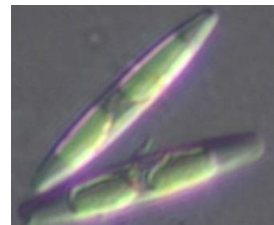
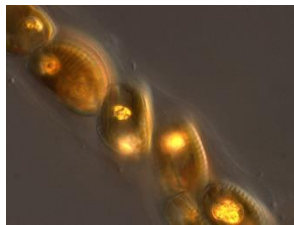
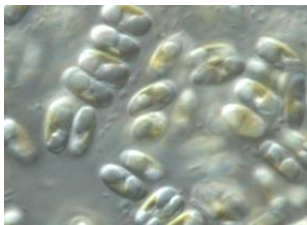
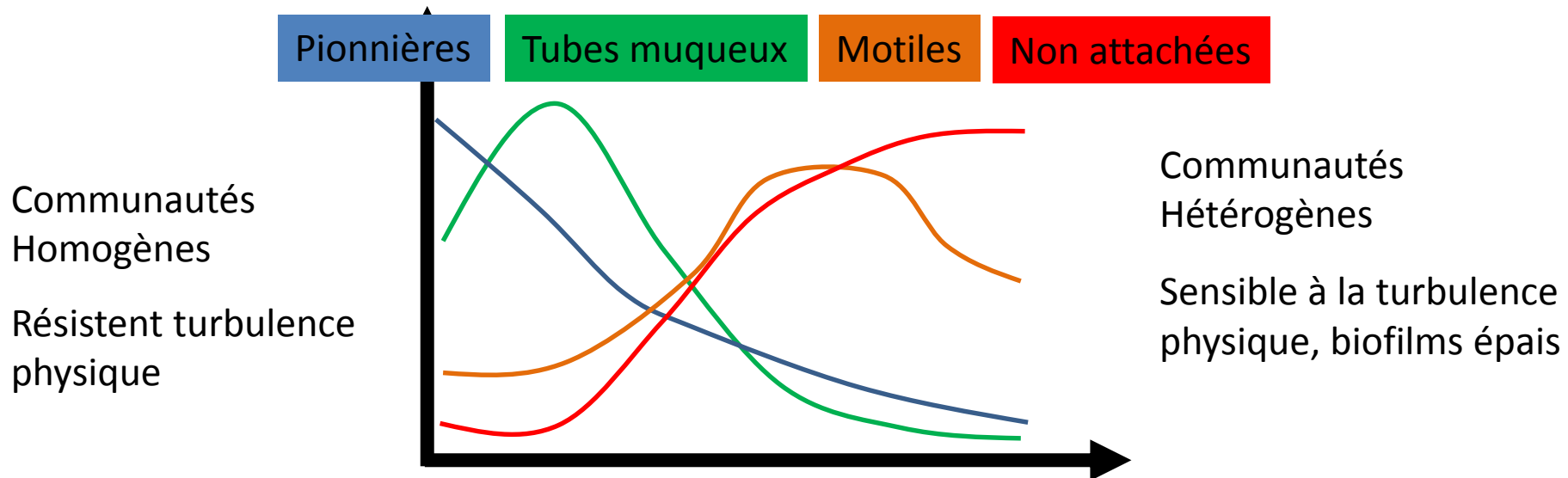
(la géologie est aussi souvent mixte dans les BV)





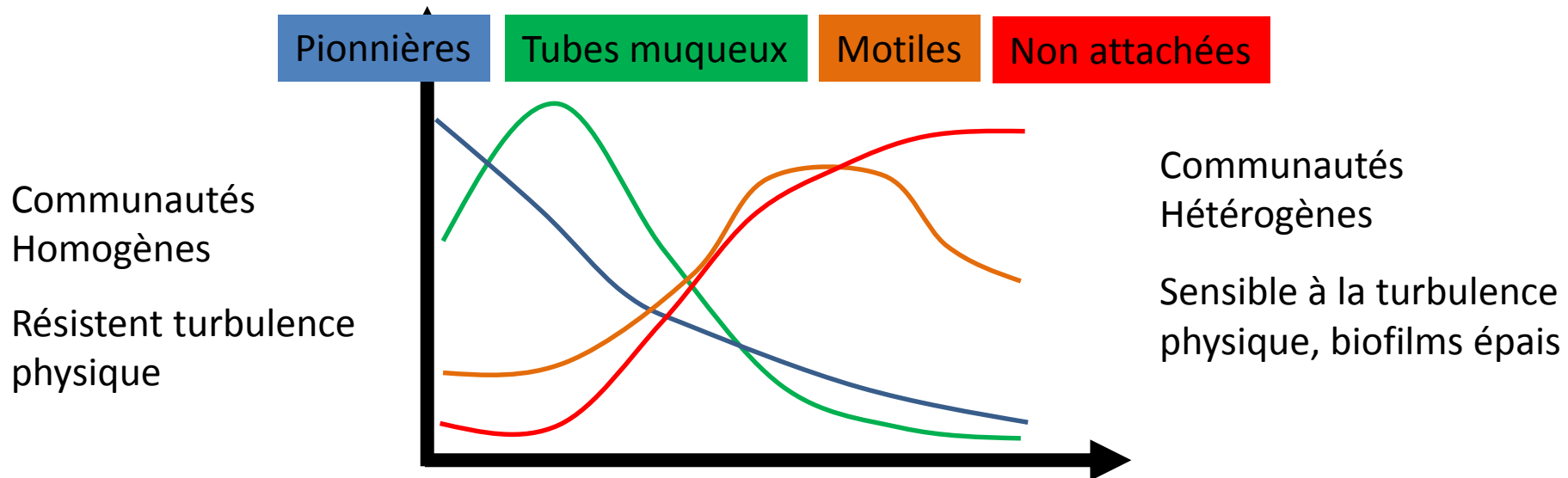
# Les communautés sont elles homogènes ?

- ❖ 3 échantillons par lac > classification des lacs selon leur hétérogénéité
- ❖ Evolution des groupes fonctionnels le long du gradient d'hétérogénéité



# Les communautés sont elles homogènes ?

❖ Evolution des groupes fonctionnels le long du gradient d'hétérogénéité



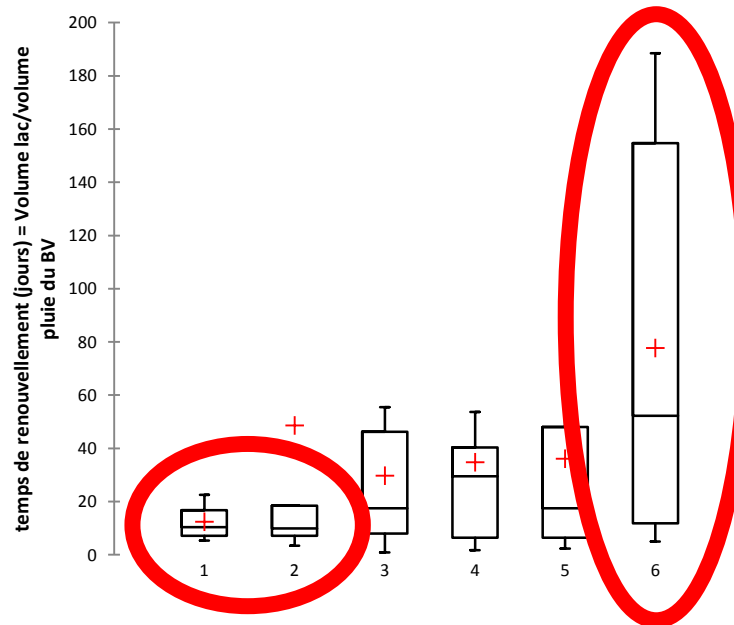
Hypothèses :

- Vent/vagues ?
- Broutage par macroinvertébrés ?
- Durée de prise en glace ?

# Les communautés sont elles homogènes ?

- ❖ Le temps de renouvellement de eaux >> turbulence ?
  - ❖ Calcul quantité pluie BV = altitude + surface BV
- ❖ Temps de renouvellement moyen annuel :
  - ❖ de qqes jours à ~ 200 jours

Box plots (temps de renouvellement (jours) = Volume lac/volume pluie du BV)



Communautés  
Homogènes

Uniquement des lacs  
« chasse d'eau »

Communautés  
Hétérogènes

Lacs avec plutôt des temps  
de résidence long, mais assez  
hétérogènes cependant.

# Conclusions lacs d'altitude

- ❖ Les communautés diatomées sont influencées par la typologie du lac et du BV (taille BV et lac).
- ❖ Importance du marnage (espèces aérophiles)
- ❖ La géologie a un impact secondaire : géologie mélangée dans les Alpes, pas le cas d'autres études sur les lacs (cf. Irlande), et très différent des rivières
- ❖ Leur utilisation comme indicateur de niveau trophique : secondaire pour les lacs d'altitude qui ont des BV faiblement anthropisés



**05**

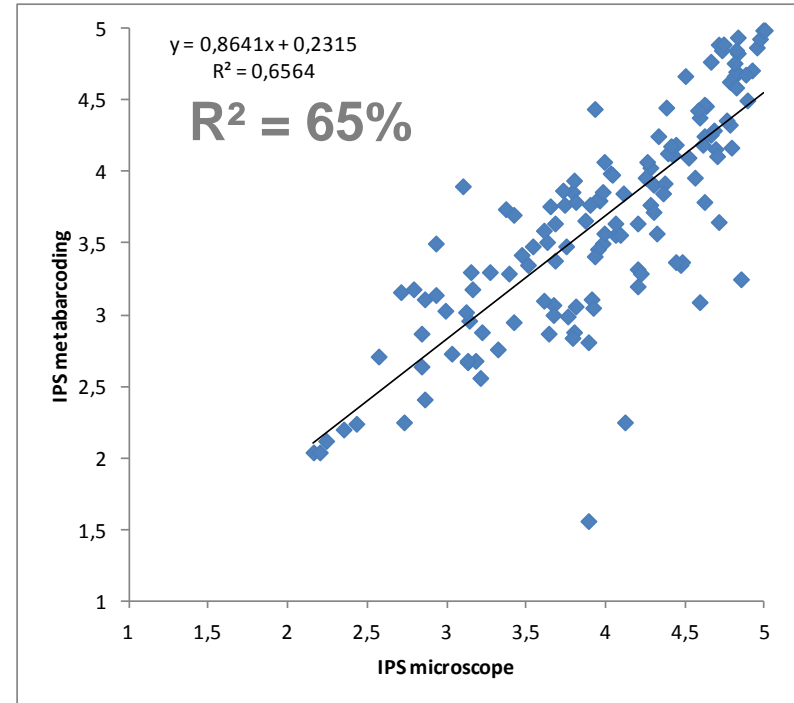
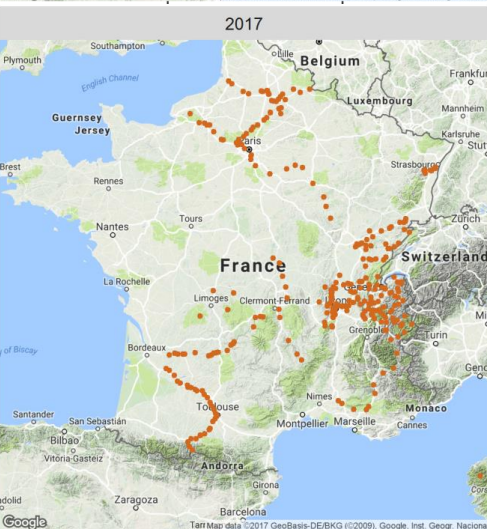
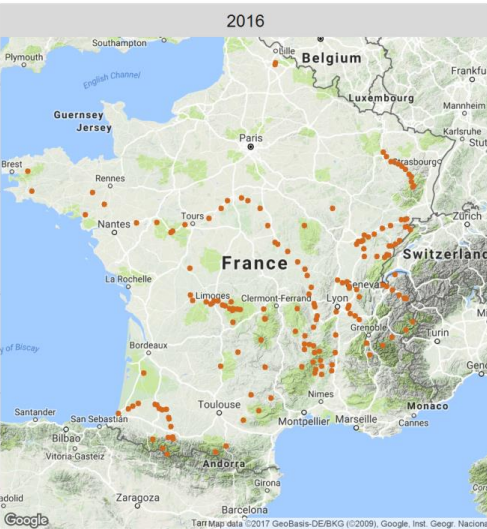
## **ADN** environnemental, **diatomées** et **lacs**

- ❖ **Quels apports ?**
- ❖ **Comparable à la microscopie ?**
- ❖ **Plus de débit ?**
- ❖ **Complémentarité ?**

# ADN comparable à la microscopie

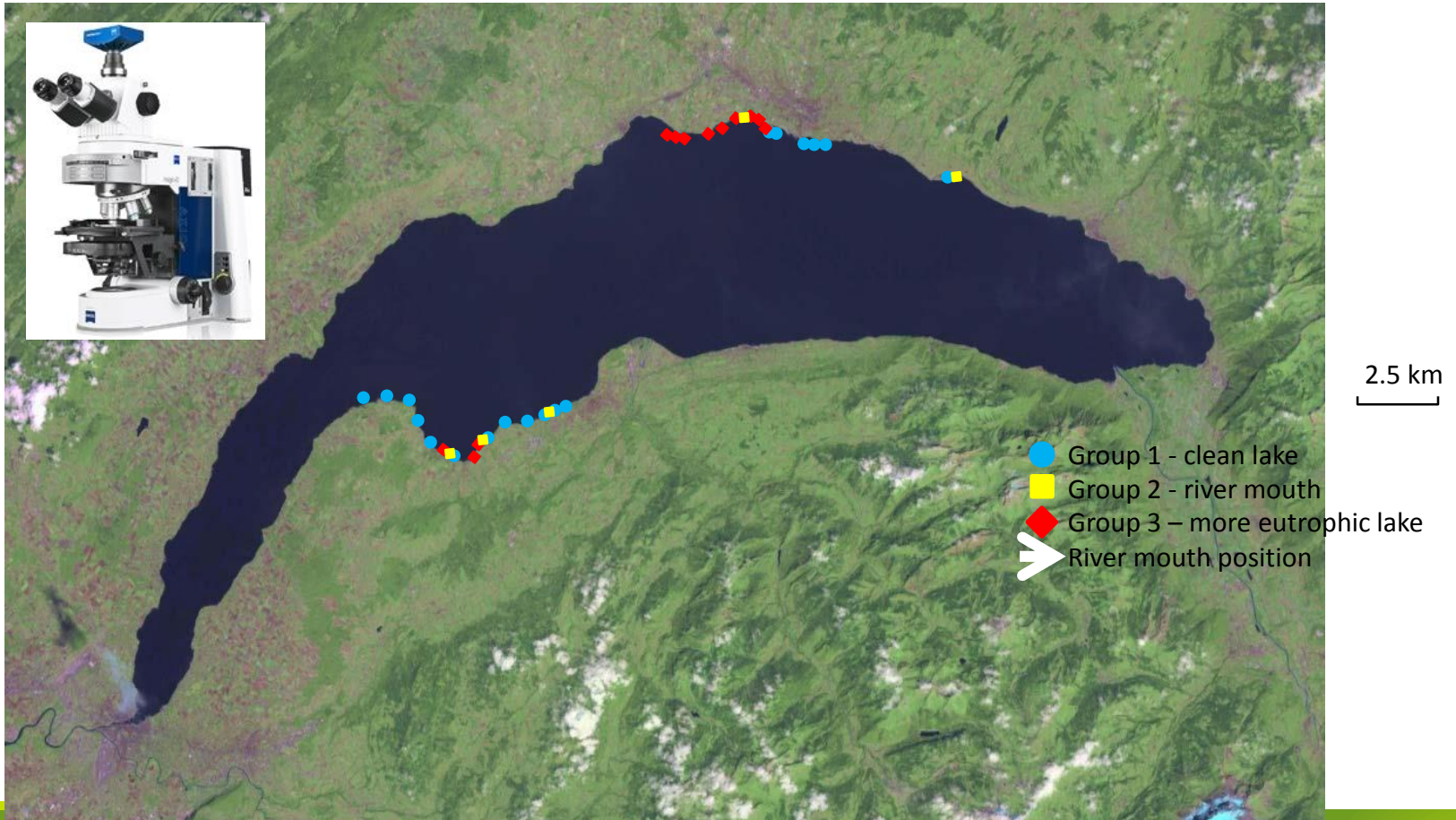
❖ 450 échantillons (2016+2017)

❖ Calcul d'indices diatomées ADN et microscopie



# ADN : du haut débit

❖ 18 échantillons (2010)



# ADN

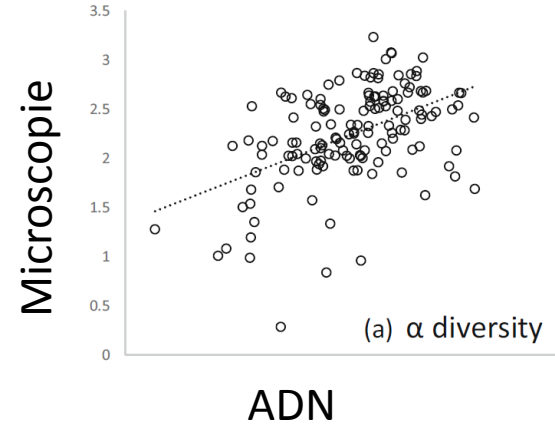
## ❖ 152 échantillons (2017)





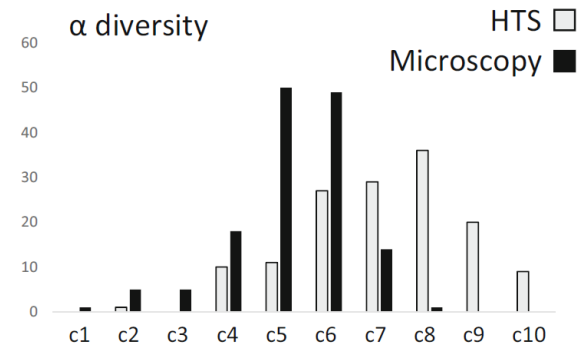
# ADN / microscopie : complémentaires ?

## ❖ Evaluation de la diversité



Diversités corrélées

Mais : diversités plus élevées avec ADN





# ADN / microscopie : complémentaires ?

- ❖ Etude de l'écologie des diatomées existe depuis 1,5 siècle
- ❖ Basé jusqu'à présent sur de la microscopie
- ❖ Héritage important !
- ❖ L'observation permet de savoir si l'espèce est mobile, fixée, sa taille ...
- ❖ ADN: débit de données, répétabilité, précision taxonomique

