

# Au croisement des cycles de l'eau et du carbone, quelle est la contribution des tourbières de montagne dans l'hydrochimie des bassins versants ?



Thomas Rosset (1), Laure Gandois (1), and Stéphane Binet (2)

(1) EcoLab, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, France

(2) Université d'Orléans, CNRS/INSU, BRGM, ISTO Orléans, France



18 et 19 octobre 2018 - Annecy

**5<sup>e</sup>**  
**Université**  
**des Alpes**

.....  
Prix  
Jeunes  
Chercheurs  
Alpins

L'EAU DES MONTAGNES  
UN BIEN COMMUN  
*mais à quel prix ?*



Penny Ice cap, Nunavut, Canada  
© Nasa / Michael Studinger



Etang de Bassies, Ariège, France  
© Espace trail couserans

# Qu'est ce qu'une tourbière?

Contexte



© Ilgonisf/Shutterstock



© Steve Aylward

# Tourbières et carbone

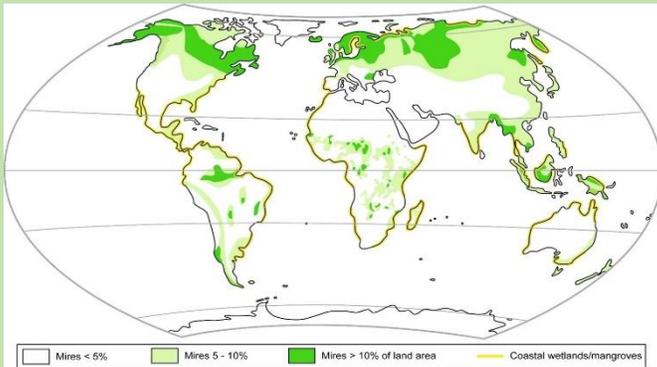
Contexte

## Changement climatique & pressions anthropiques

2-3% des surfaces émergées

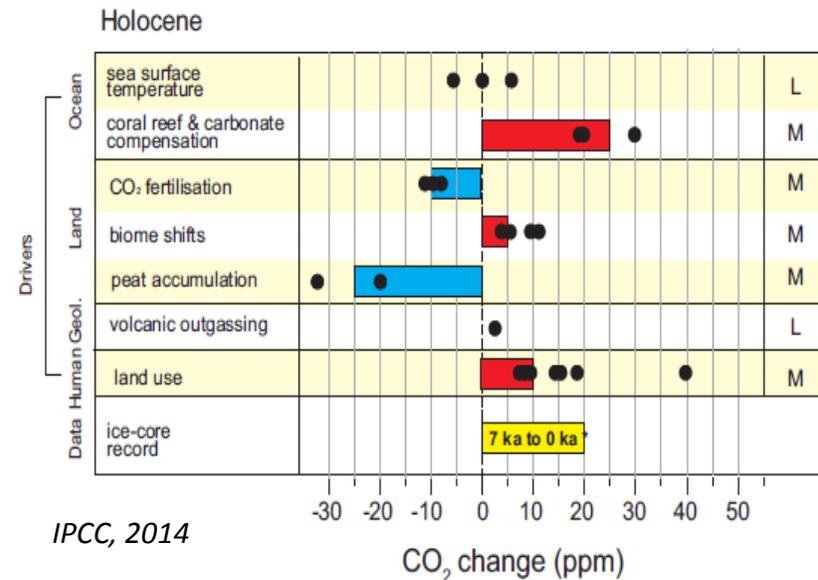


Gorham, 1991



F. De Vleeschouwer, d'après Lappalainen, 1996

### Régulatrices du taux de dioxyde de carbone atmosphérique durant l'Holocène



### Puits de carbone

~ 20 and 30 % du stock de carbone organique des sols



Gorham et al. 1991,  
Scharlemann et al. 2014,  
Leifeld and Menichetti 2018

**Tourbières : 400-600 GT C**  
**Végétation : 560 GT C**  
**Atmosphère : 850 GT C**

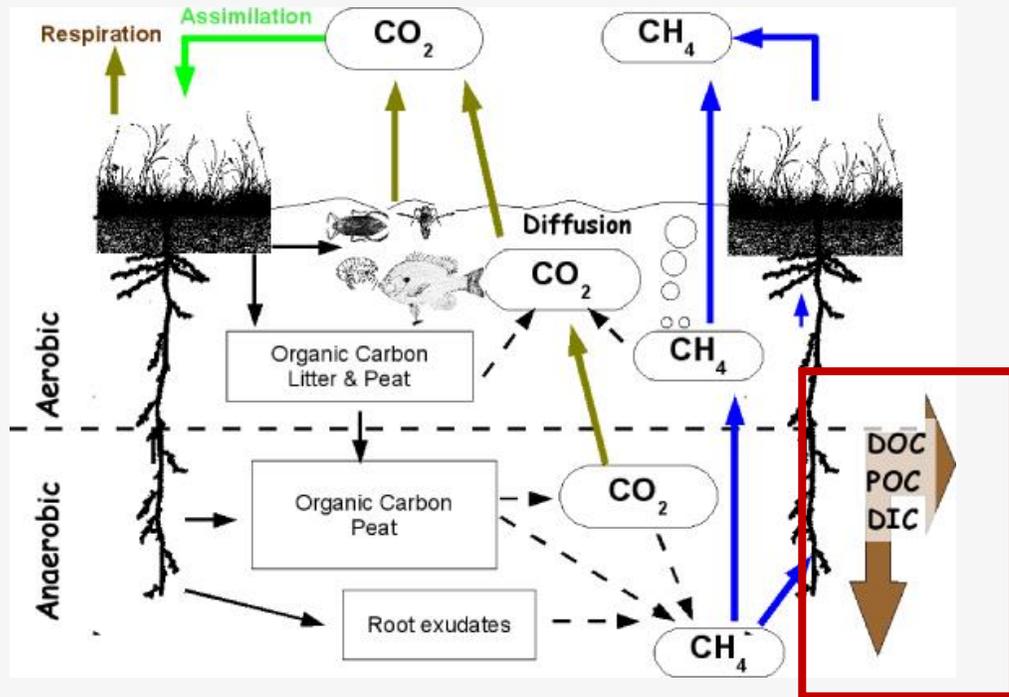
IMPACTS

Rétroactions? Positives? Négatives?

# Le carbone organique aquatique

Contexte

## Le cycle du carbone dans une tourbière

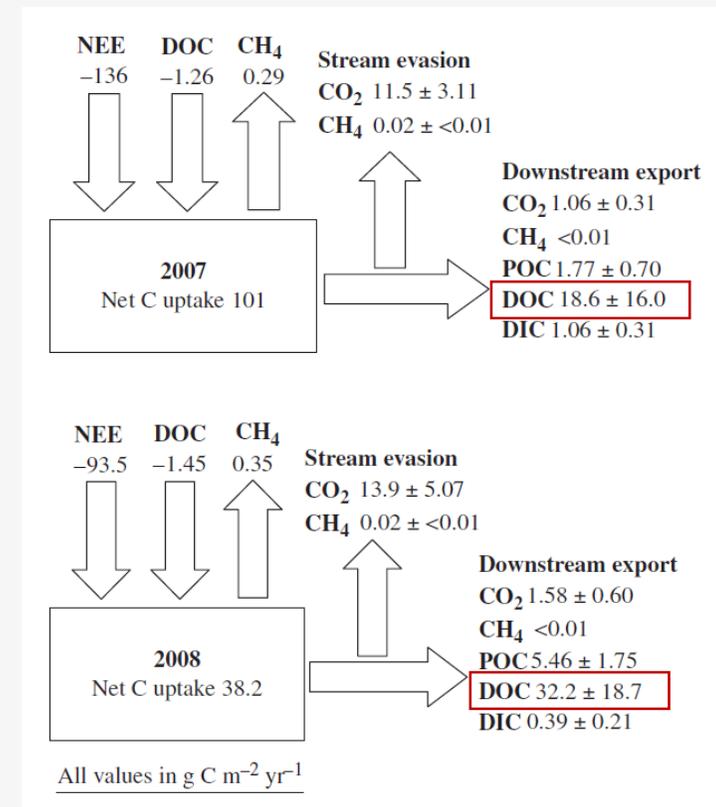


Lloyd et al. 2013

**Carbone aquatique exporté =  
~ 40% carbone stocké (NEE)**

Leach et al. 2016

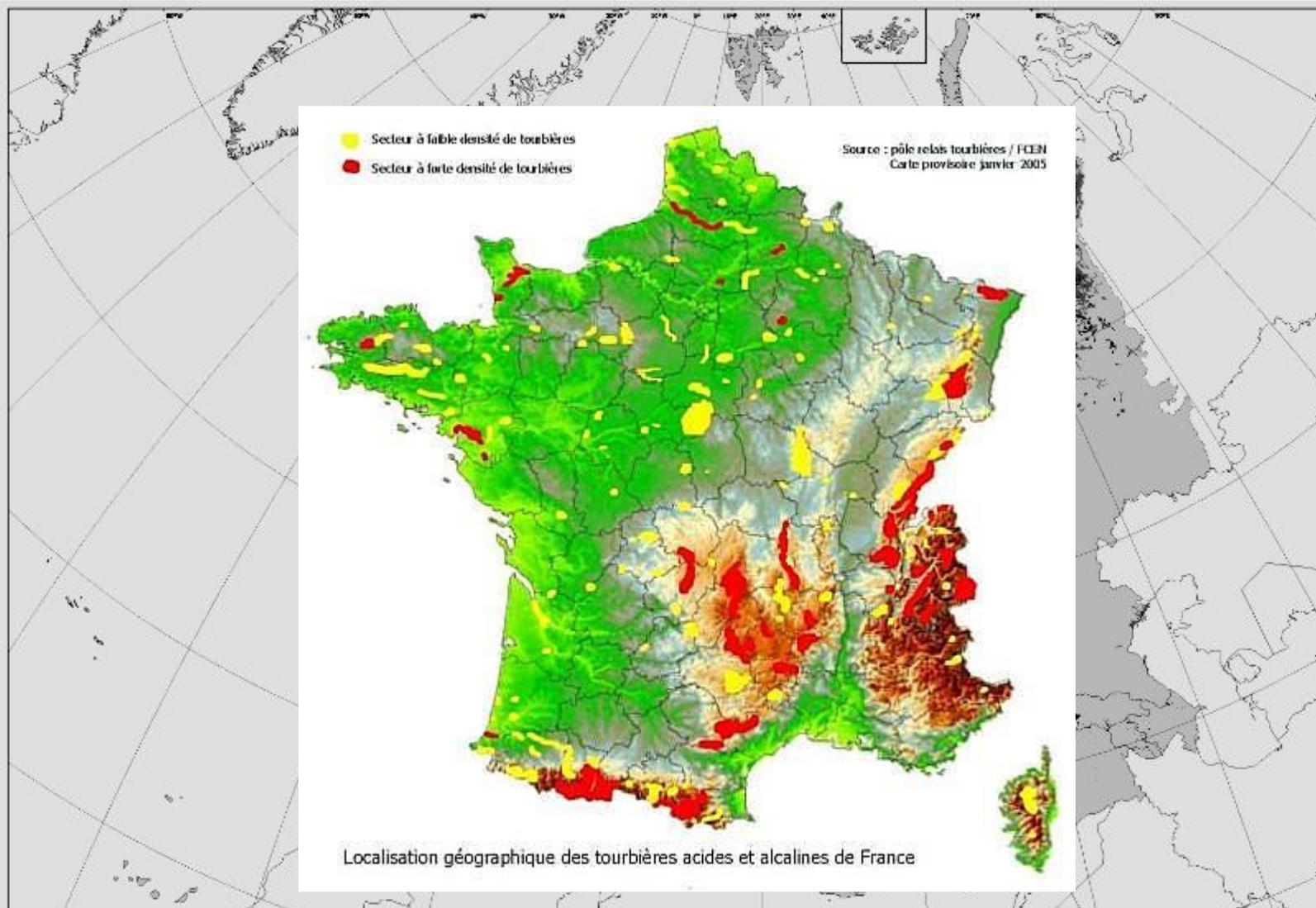
## Variabilité et prédominance du carbone organique dissous dans les exports aquatiques



Net Ecosystem Carbon Balance, Dinsmore et al. 2010

# Les zones montagneuses

Contexte

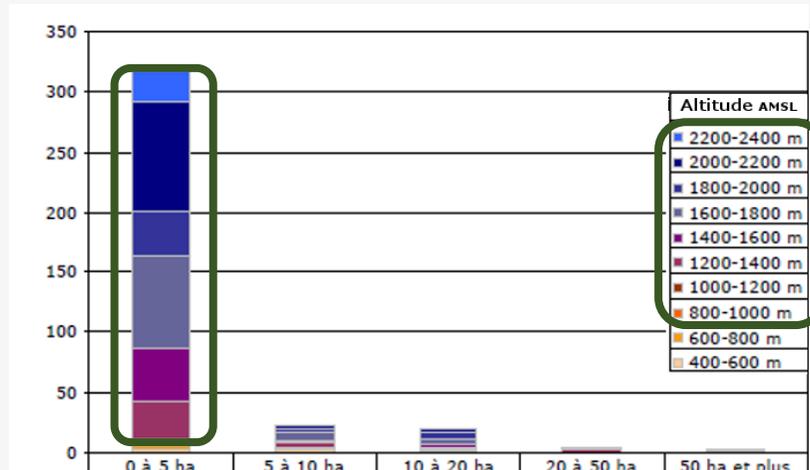


# Les zones montagneuses

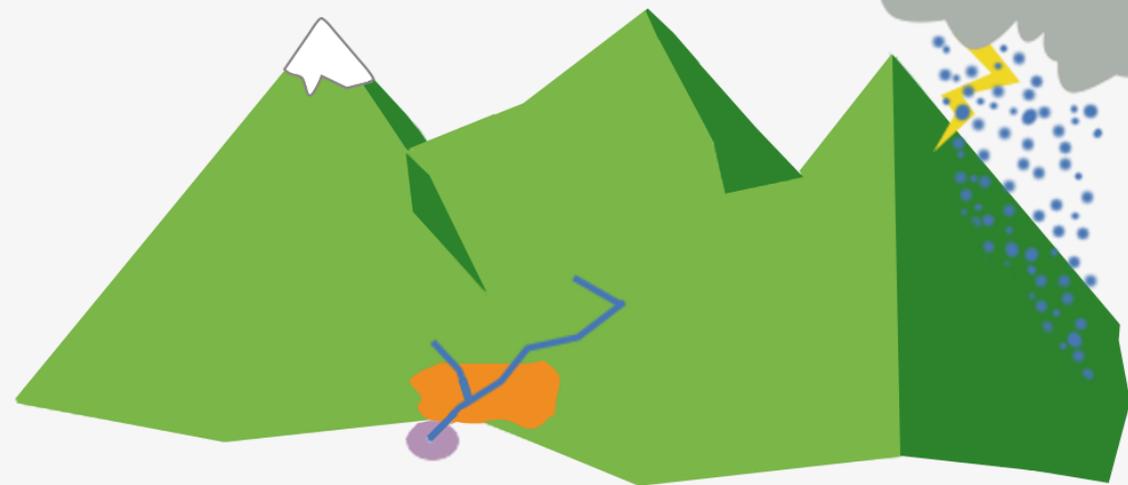
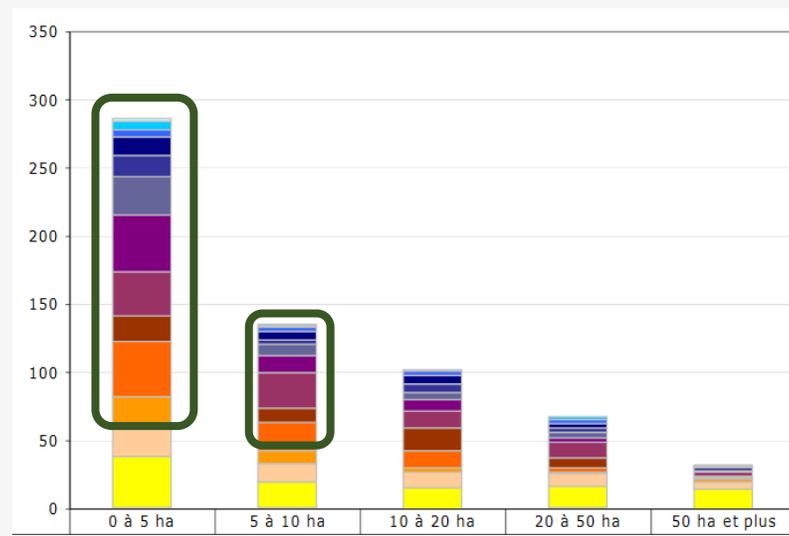
Contexte

## Distribution des tourbières:

en Midi-Pyrénées



en Rhône-Alpes



Petites tourbières  
situées majoritairement  
au dessus de  
800 m

# Les zones montagneuses

Contexte

Nombreux potentiels de variabilité :

- Topographiques
- Climatiques
- Evènements extrêmes



• Sensibles aux changement climatique  
→ Sentinelles

1. Dans quelles mesure les tourbières de montagnes (Pyrénéennes) exportent du carbone organique aquatique?  
Est-ce que ces exports sont comparables aux tourbières de plaine (boréales, tempérées, tropicales)?

2. Quels sont les mécanismes qui contrôlent les exports à l'exutoire des tourbières de montagne?

$$\textit{Flux de Carbone} = \textit{Débit} * [\textit{Carbone}]$$

- a) Quels sont les mécanismes qui contrôlent le débit à l'exutoire des tourbières?
  - b) Quels sont les mécanismes qui contrôlent les concentrations en carbone organique à l'exutoire des tourbières?
3. Comment certaines activités anthropiques peuvent impacter les exports dans les bassins versants de montagnes?

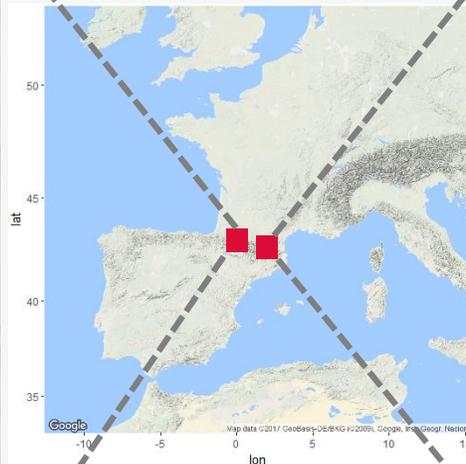
# Les sites d'études

Méthode

## Col d'Ech Omex (65)



Altitude	706 m
Surface de la tourbière	0,05 km <sup>2</sup>
Précipitations (moyenne 2014-2016)	~ 1600 mm.yr <sup>-1</sup>



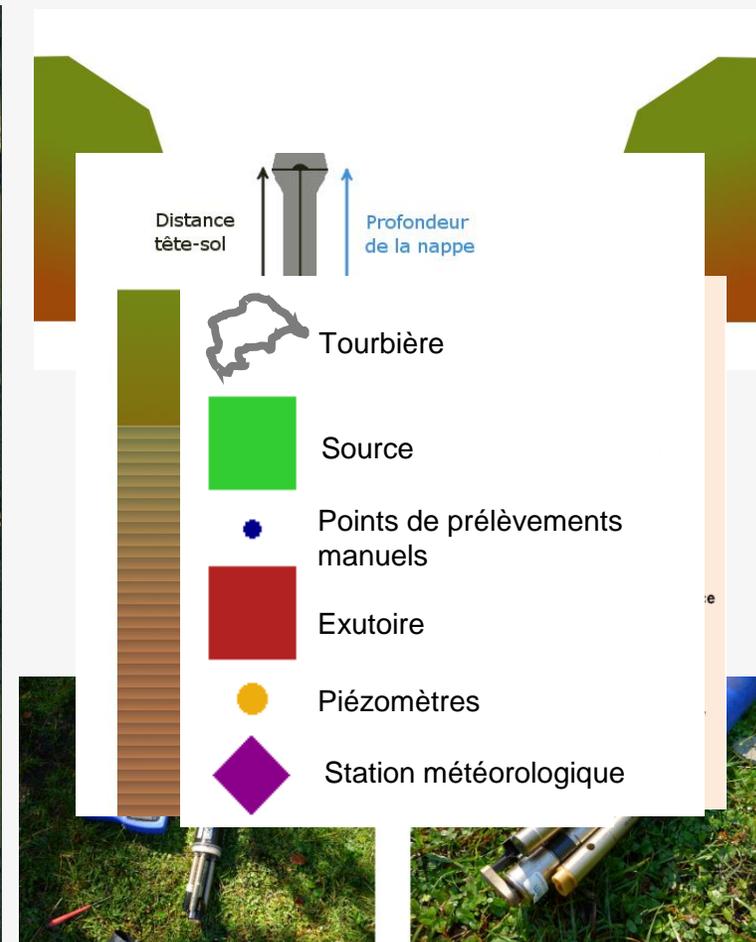
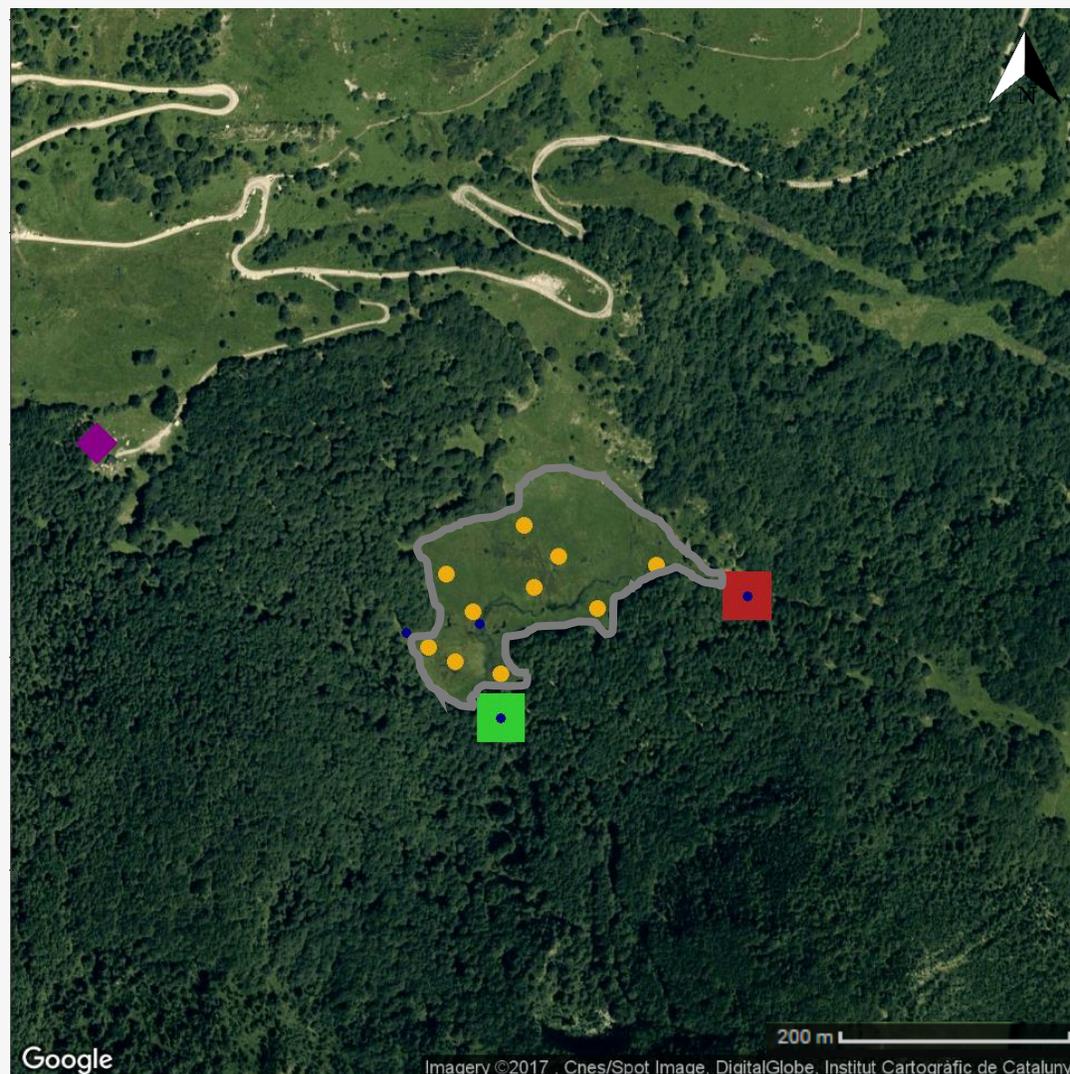
## Bernadouze Suc et sentenac (09)



Altitude	1343 m
Surface de la tourbière	0,03 km <sup>2</sup>
Surface du bassin versant	1,4 km <sup>2</sup>
Précipitations (moyenne 2014-2016)	~ 1700 mm.yr <sup>-1</sup>

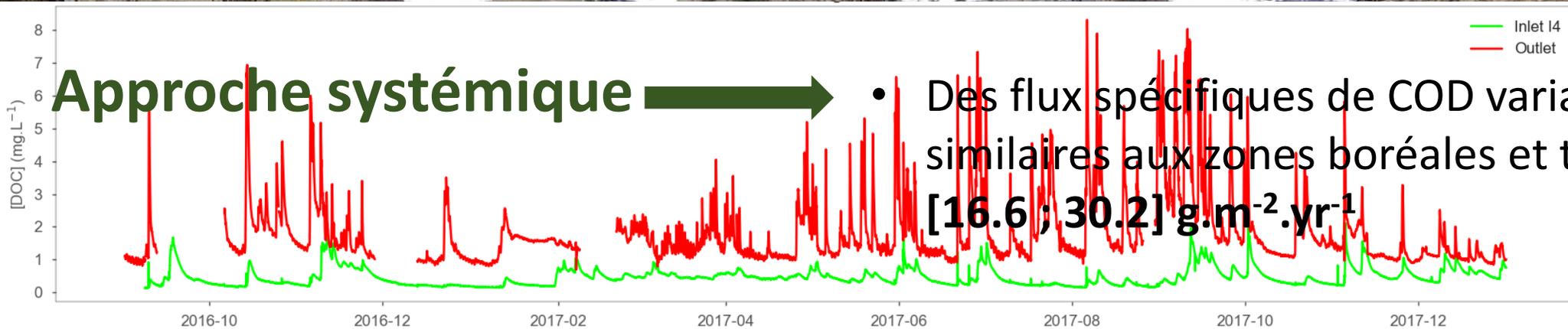
# Les équipements de mesure

Matériel



# La tourbière de Bernadouze, Source principale de COD dans le bassin versant

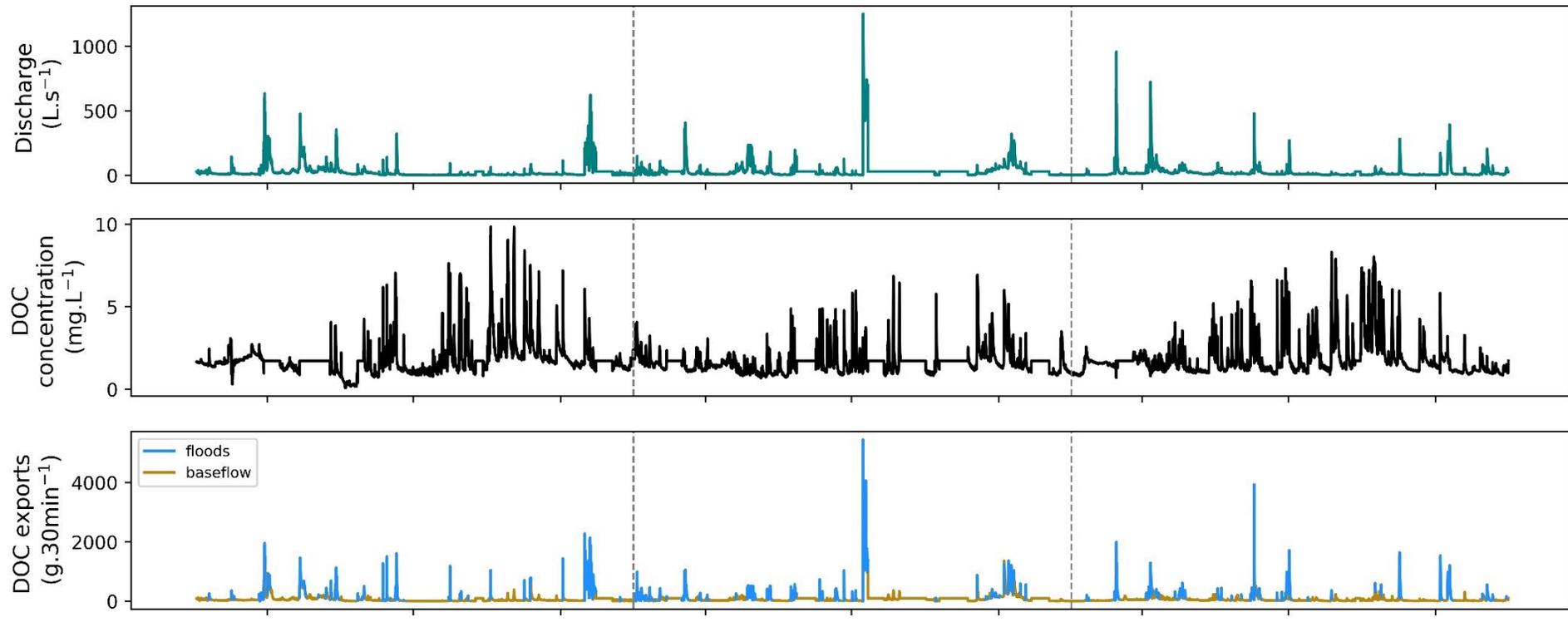
Résultats



- Des flux spécifiques de COD variables mais similaires aux zones boréales et tempérées [16.6 ; 30.2] g.m<sup>-2</sup>.yr<sup>-1</sup>

# L'hydrologie contrôle les exports

Résultats



Ordre de grandeur  
**3** fois plus  
importants



**Crues = 9 % de la série  
temporelle**

3

1. Dans quelles mesure les tourbières de montagnes (Pyrénéennes) exportent du carbone organique aquatique?  
Est-ce que ces exports sont comparables aux tourbières de plaine (boréales, tempérées, tropicales)?

2. Quels sont les mécanismes qui contrôlent les exports à l'exutoire des tourbières de montagne?

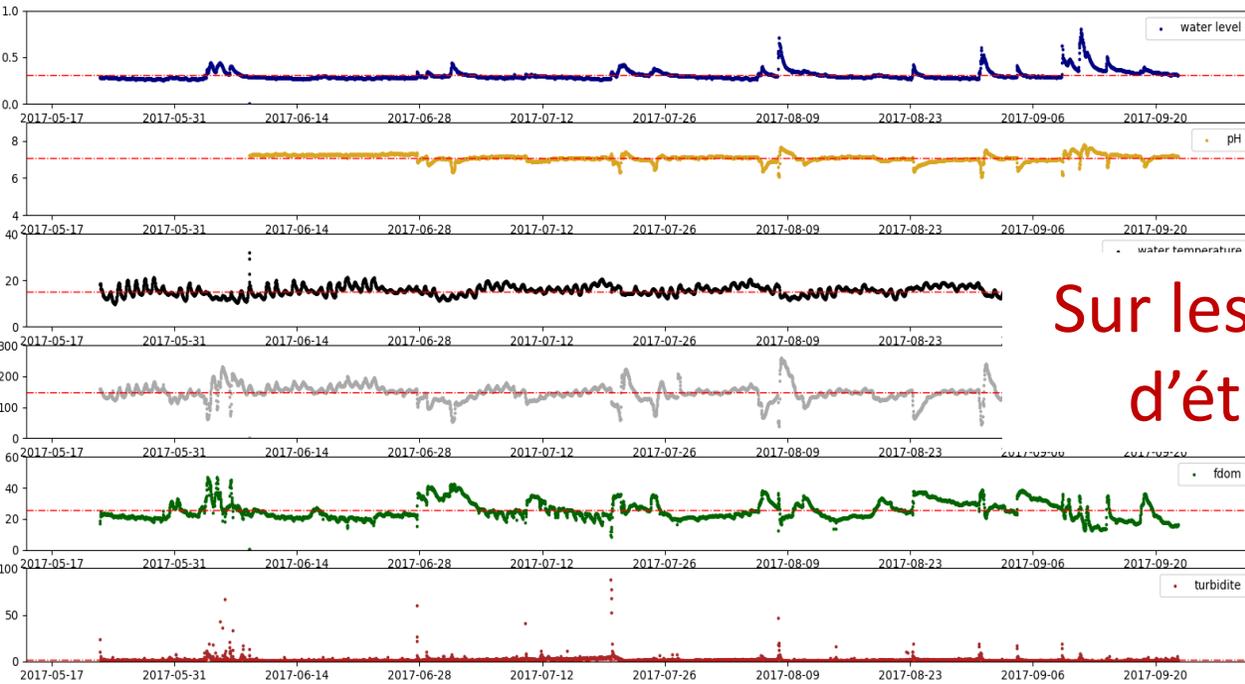
$$\textit{Flux de Carbone} = \textit{Débit} * [\textit{Carbone}]$$

- a) Quels sont les mécanismes qui contrôlent le débit à l'exutoire des tourbières?
  - b) Quels sont les mécanismes qui contrôlent les concentrations en carbone organique à l'exutoire des tourbières?
3. Comment certaines activités anthropiques peuvent impacter les exports dans les bassins versants de montagnes?

# Analyse des pics de COD

Perspectives

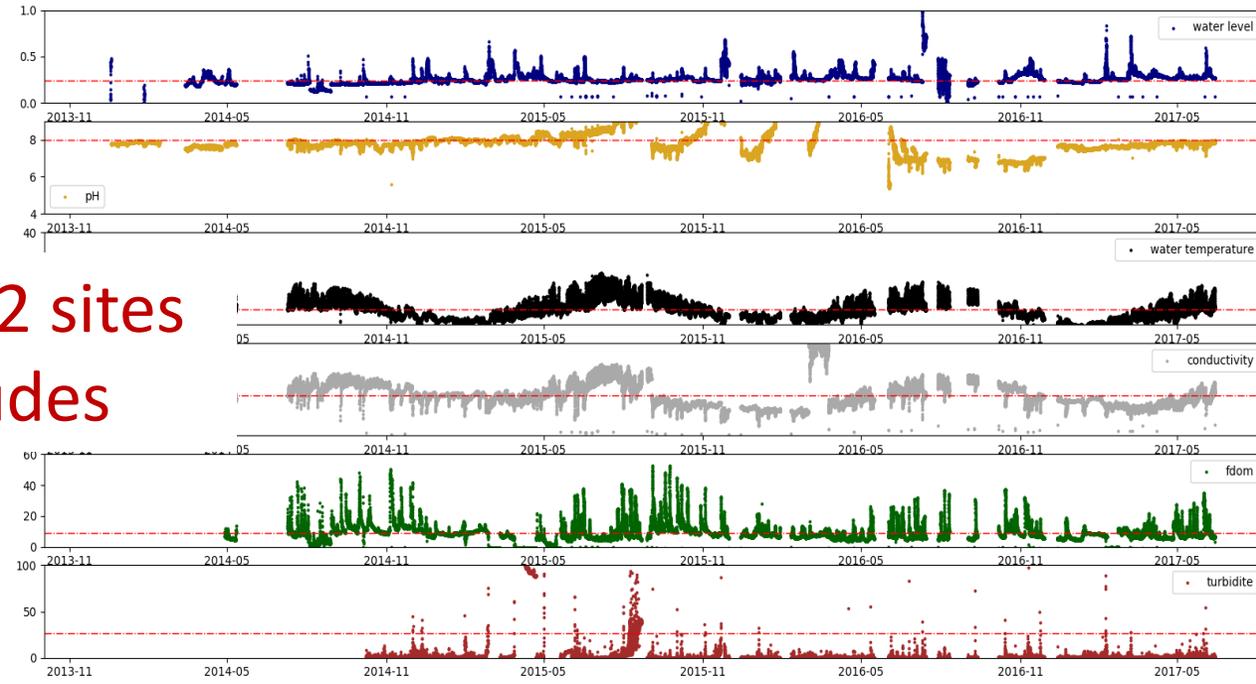
Raw signal from the EXO sonde at Col d'ECH



DOC peak sequencing

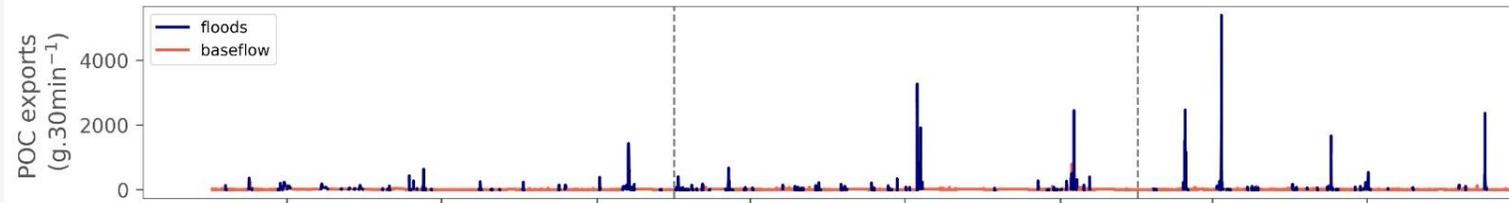
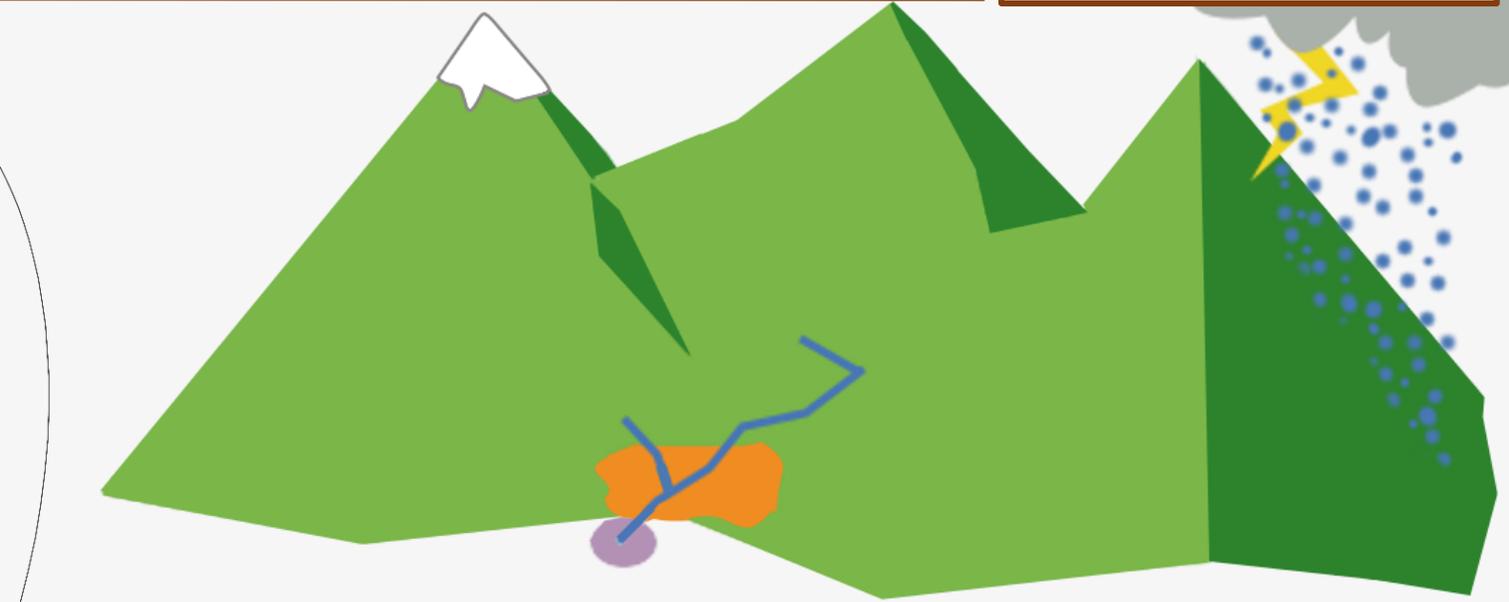
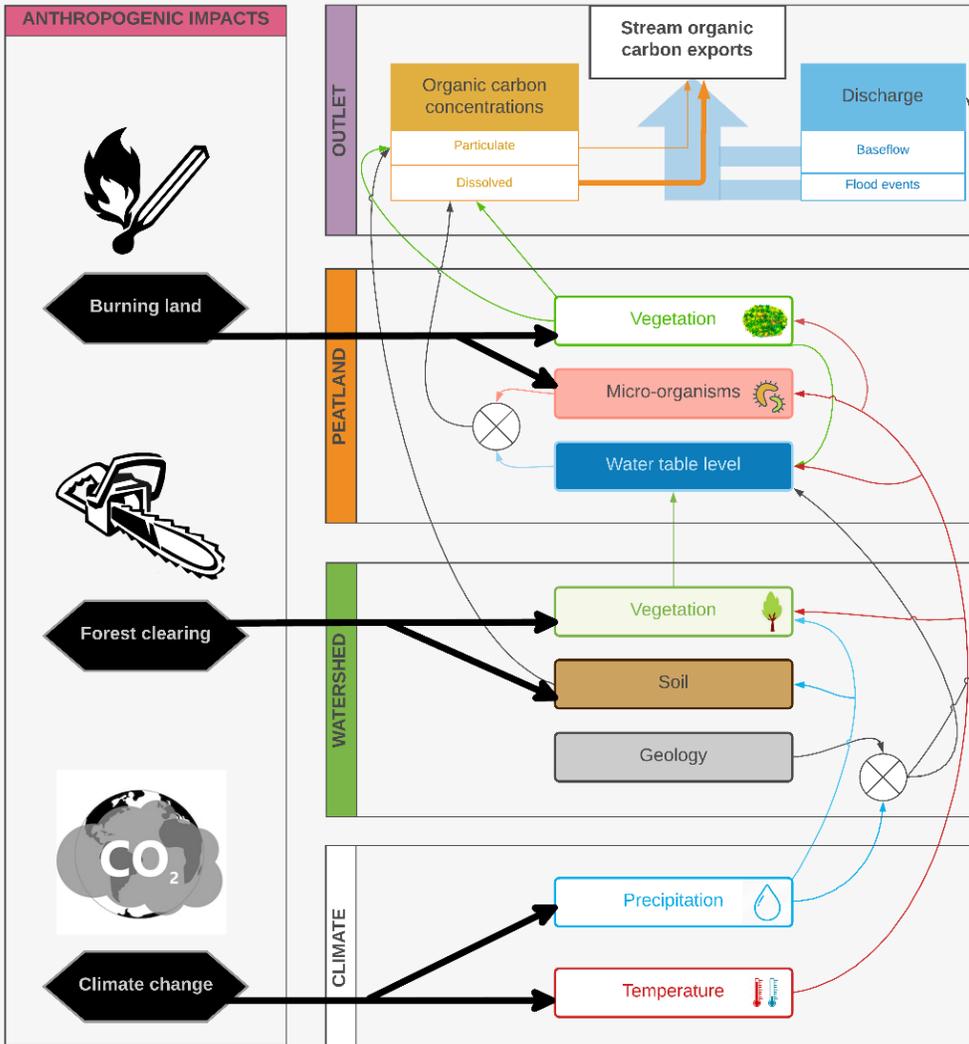
Sur les 2 sites  
d'études

Raw signal from the EXO sonde at Ber3



# Impacts des activités anthropiques contemporaines

Perspectives

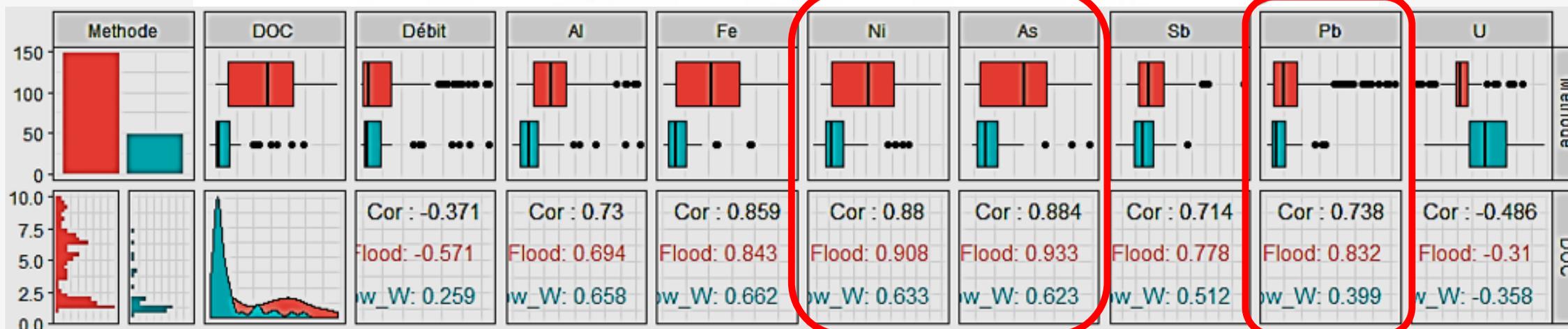
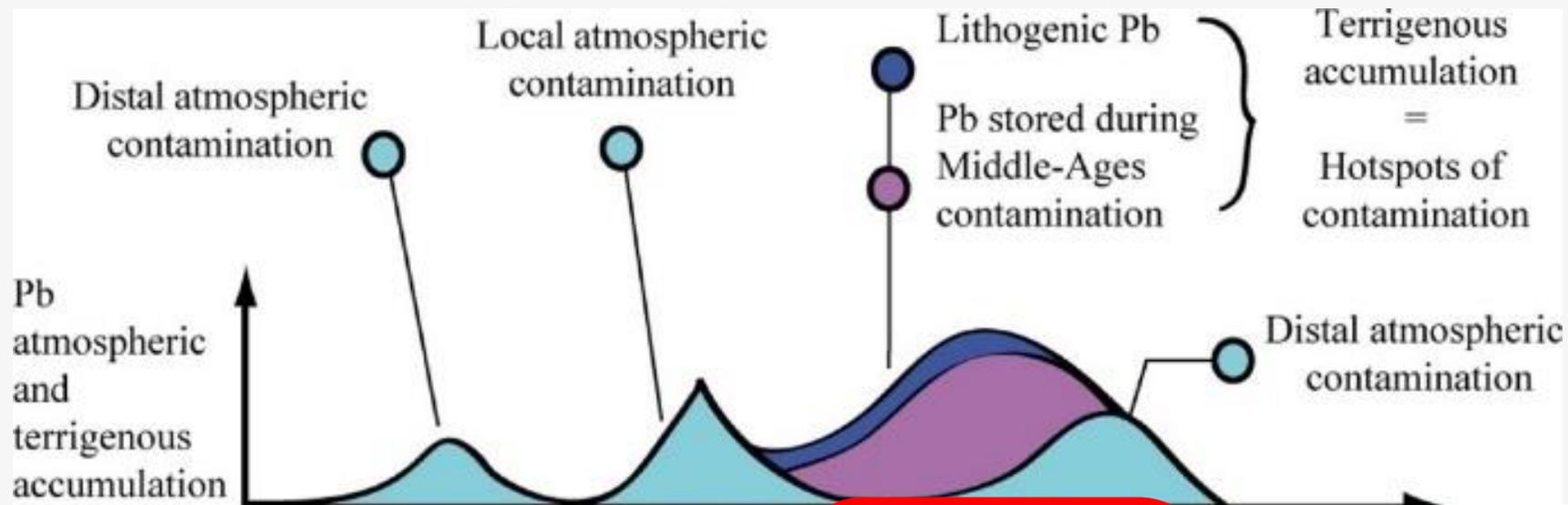


Analyses statistiques

- ➔ Remontée de nappe
- ➔ Moins de production de COD
- ➔ Moins d'exports

# Impacts des activités anthropiques passées

Perspectives



Légende ■ Flood event ■ Low Water ■ Total

# L'eau des montagnes, un bien commun mais à quel prix ?

Conclusion

## Tourbières

L'EAU DES MONTAGNES  
UN BIEN COMMUN  
*mais à quel prix ?*

- Stock de matière organique importants
- Petites surface dans les bassins versants de montagne
- Contribution importante dans l'hydrochimie des bassins versants de montagne:
  - Carbone organique aquatique
  - D'éventuels polluants métalliques

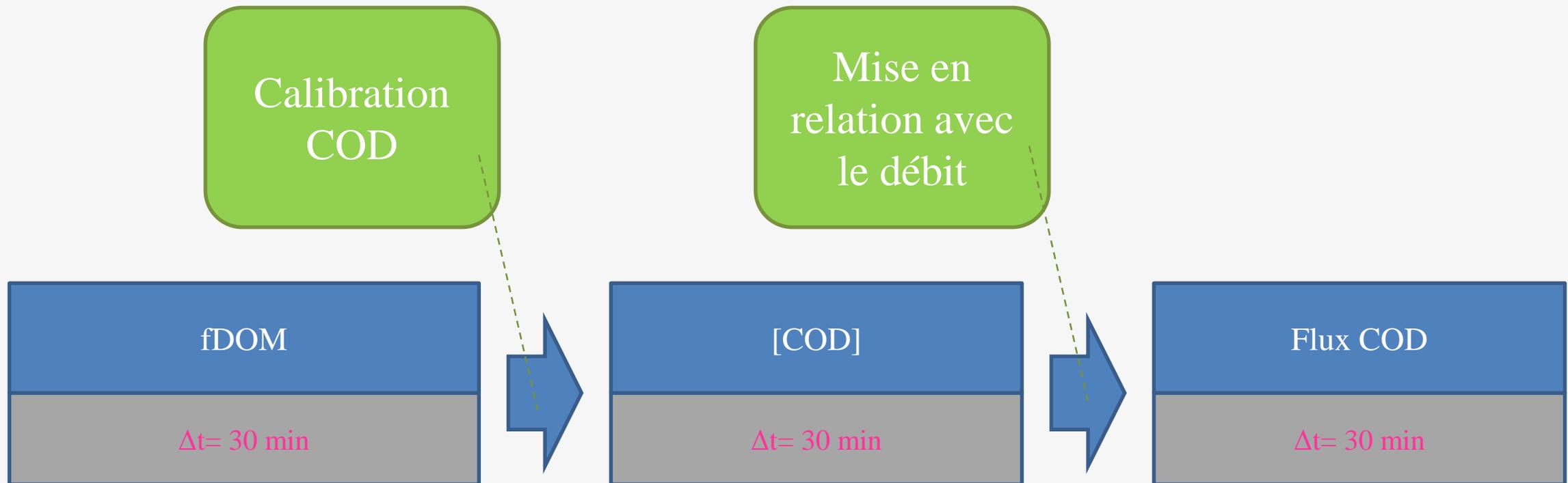
... Merci pour votre attention ...



Thomas Rosset – contact: [trosset@ensat.fr](mailto:trosset@ensat.fr)

# Matière organique dissoute

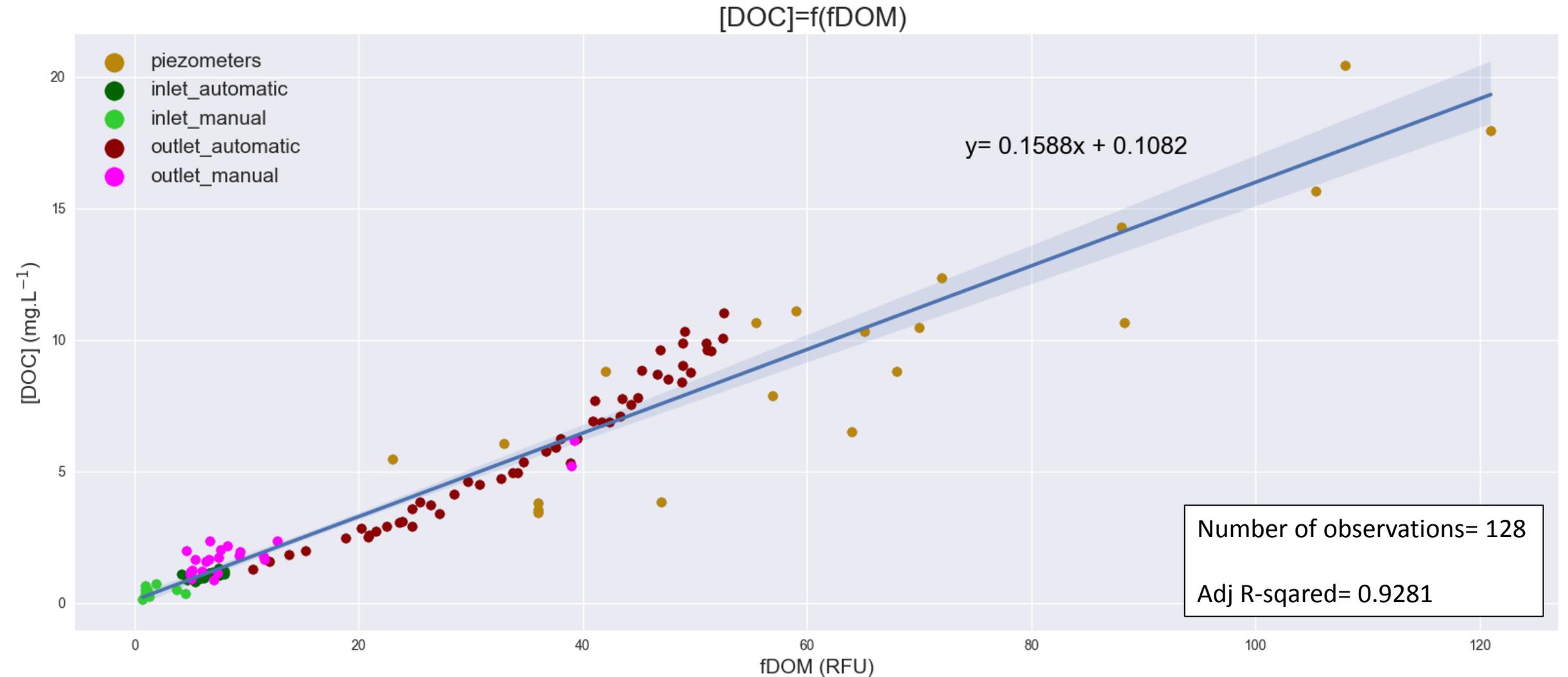
Matériel et Methode



**Monitoring de périodes courtes et intenses**

# Fluorescence sensor calibration

RESULTS



# Un suivi à différentes fréquences

- **Saisonnier**

- Composition de l'eau interstitielle de la tourbière
- Suivi de crues

- **(bi) Mensuel**

- Suivi de la composition des eaux de surface



- **Éléments majeurs :**
  - **Anions :** Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, F
  - **Cations :** Na, K, Ca, Mg, NH<sub>4</sub>
  - **Alcalinité**
- **Matière organique dissoute**
  - Quantitatif : teneur en **COD**
  - Qualitatif :
    - » Propriétés optiques (absorbance UV-Vis, fluorescence),
    - » composition moléculaire (biomarqueurs de la lignine)
- **Isotopes de l'eau :**  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ , du **carbone inorganique :**  $\delta^{13}\text{C-DIC}$
- **Éléments traces métalliques**

# Un suivi à différentes fréquences

Matériel et Méthode



- **Continu (30 minutes)**
  - Météo
  - Niveau d'eau dans la nappe phréatique
  - Hauteur d'eau et composition en entrée/sortie de la tourbière

- **Température**
- **pH**
- **Conductivité**
- **Turbidité**
- **Fluorescence de la matière organique dissoute (carbone)**
- **Hauteur d'eau**