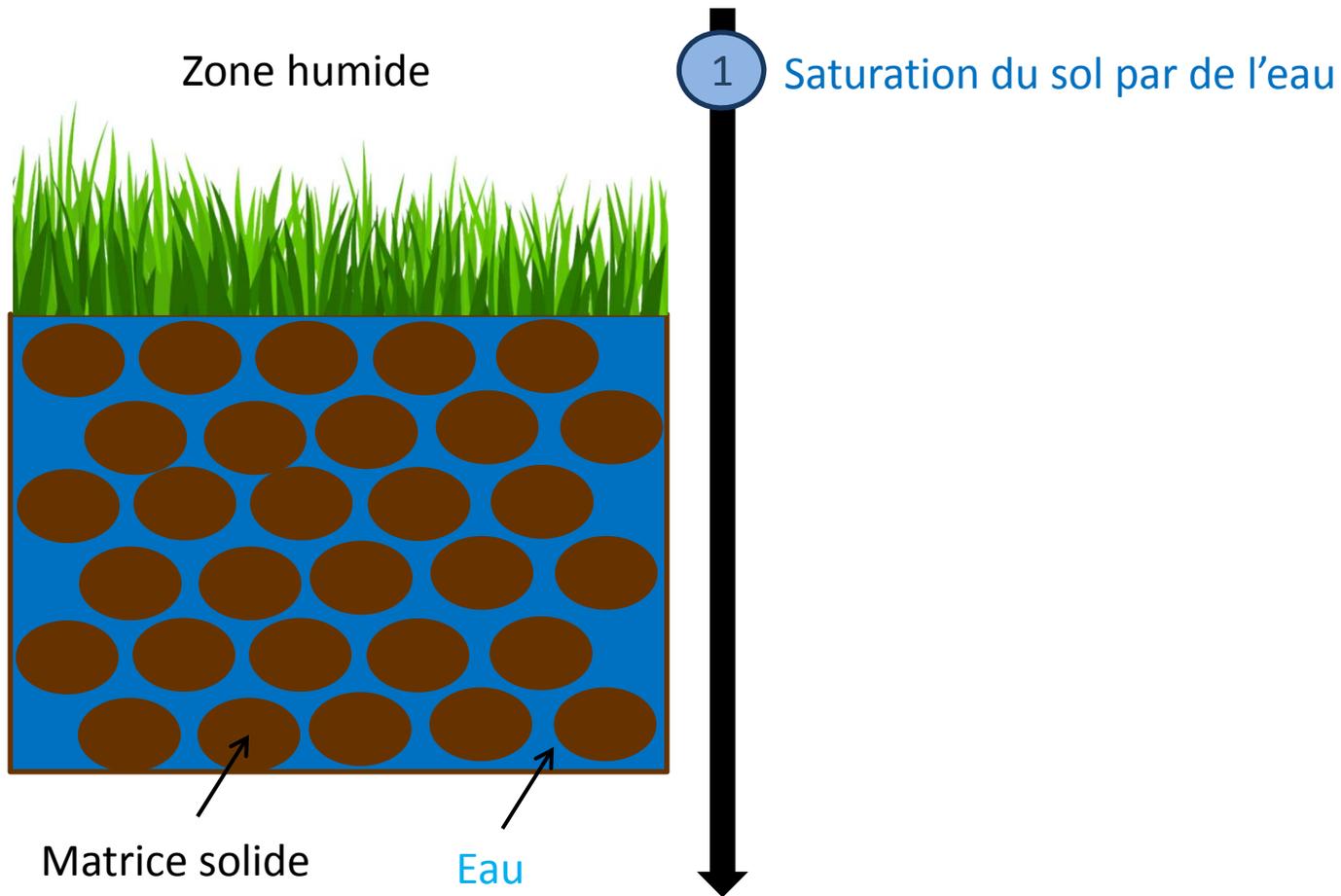


Impact de l'apport d'azote et phosphore sur la mobilité de l'antimoine (Sb) et de l'arsenic (As) du sol vers l'eau : Exemple d'une zone humide de l'ouest du massif central utilisée pour l'élevage bovin

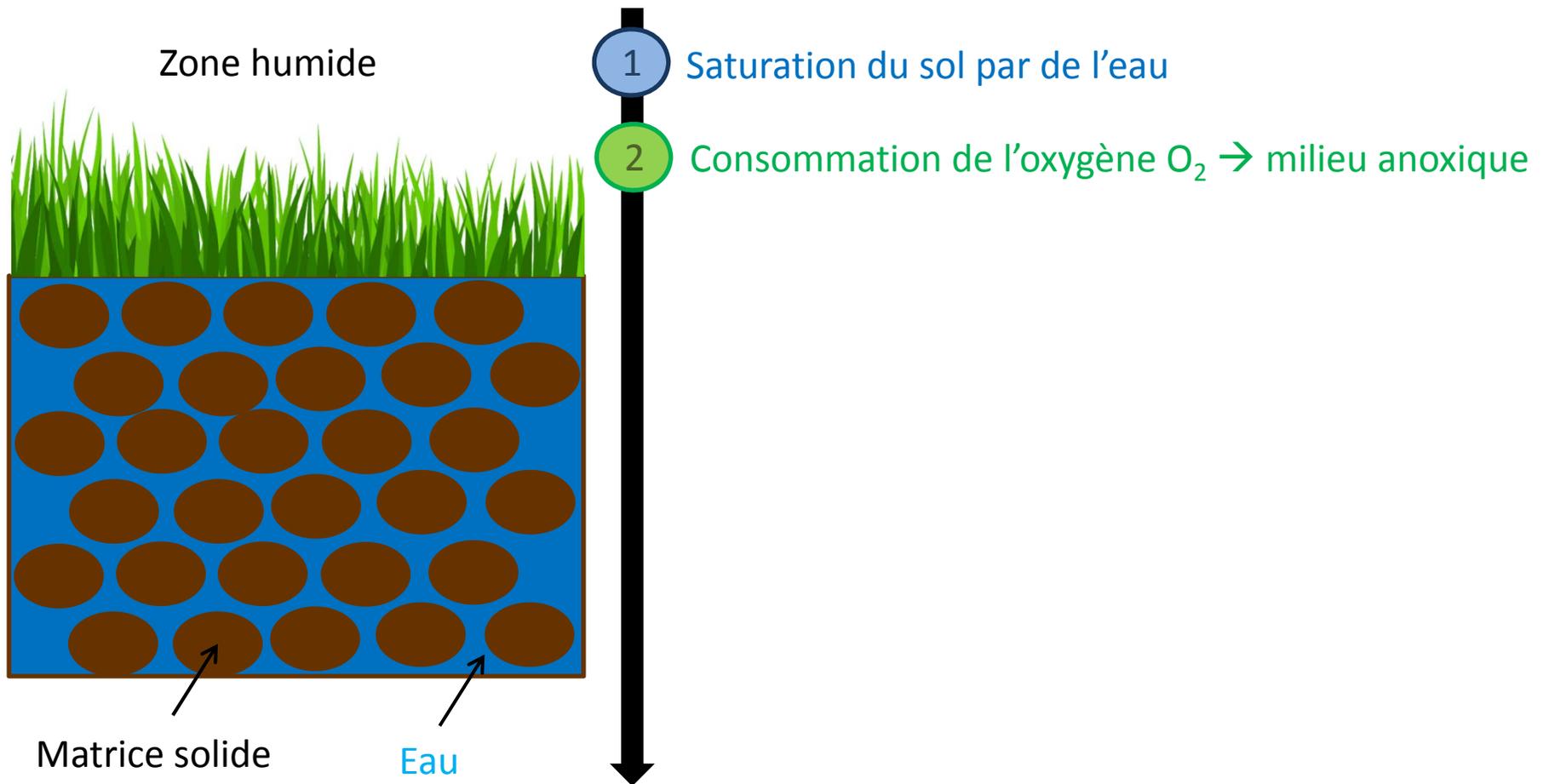
M. Rabiet, M. Grybos, A. Rouwane, I. Bourven, G. Bernard, G. Guibaud



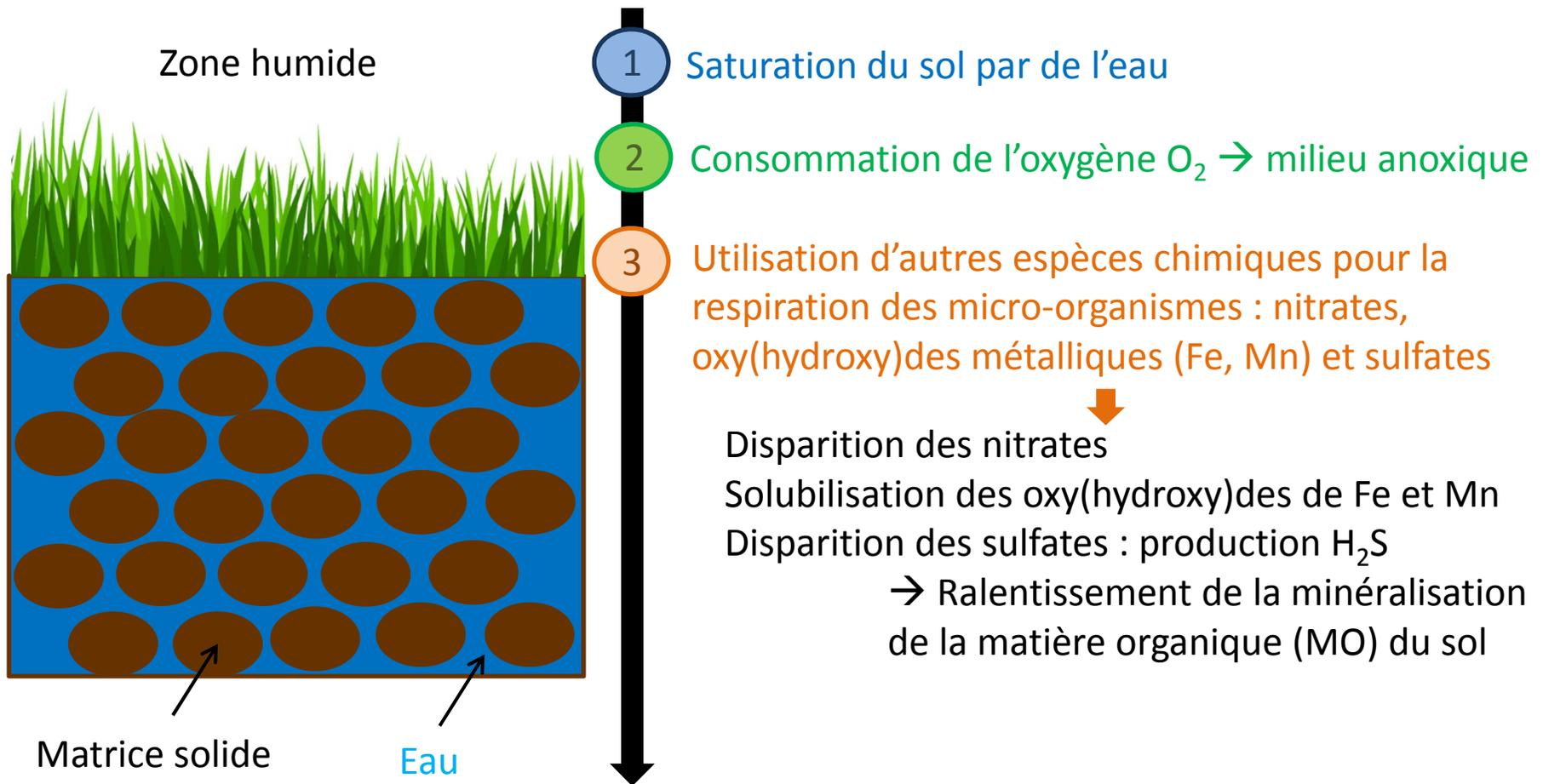
# Introduction



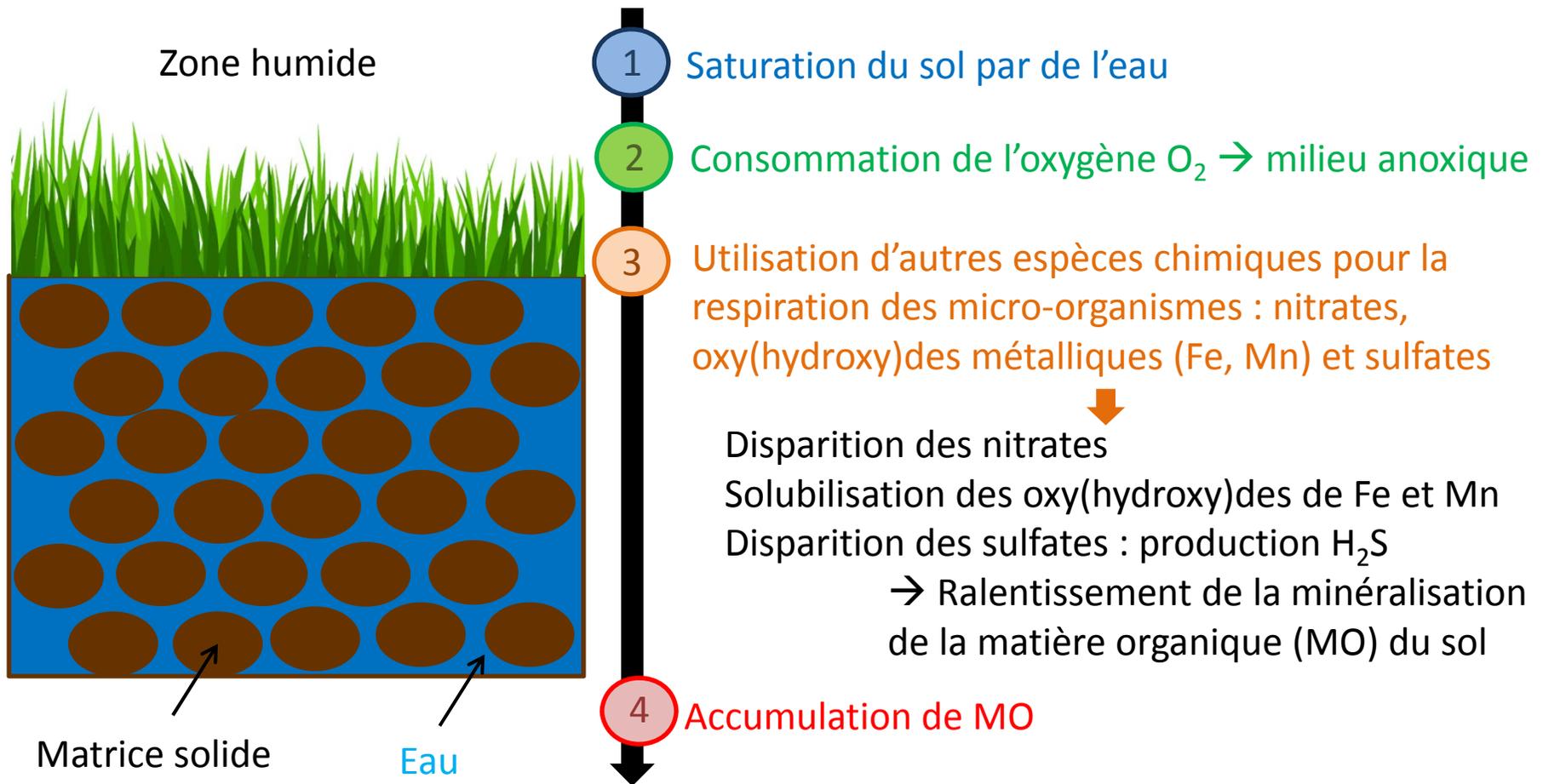
# Introduction



# Introduction

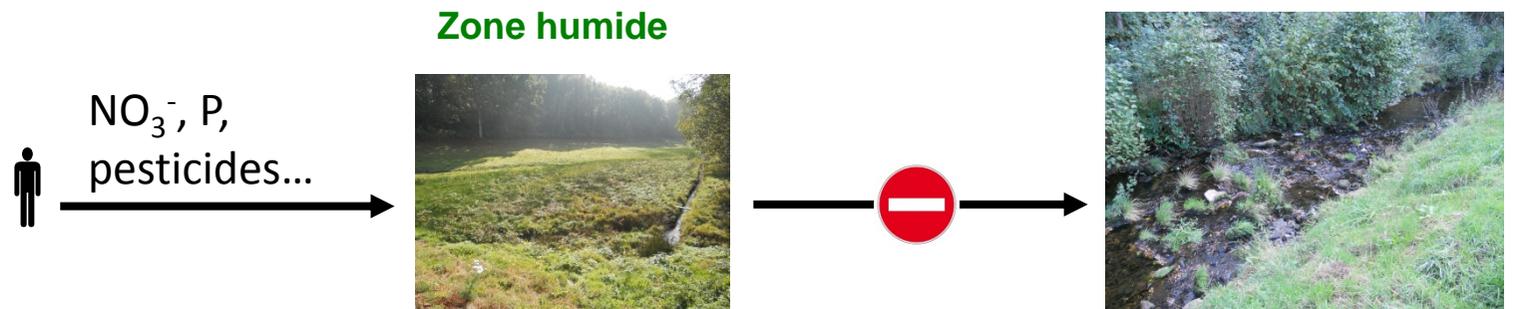


# Introduction



# Introduction

- Rôle « puits » des ZH



# Introduction

---

- ❑ Rôle « puits » des ZH

Zone humide



ETM ??

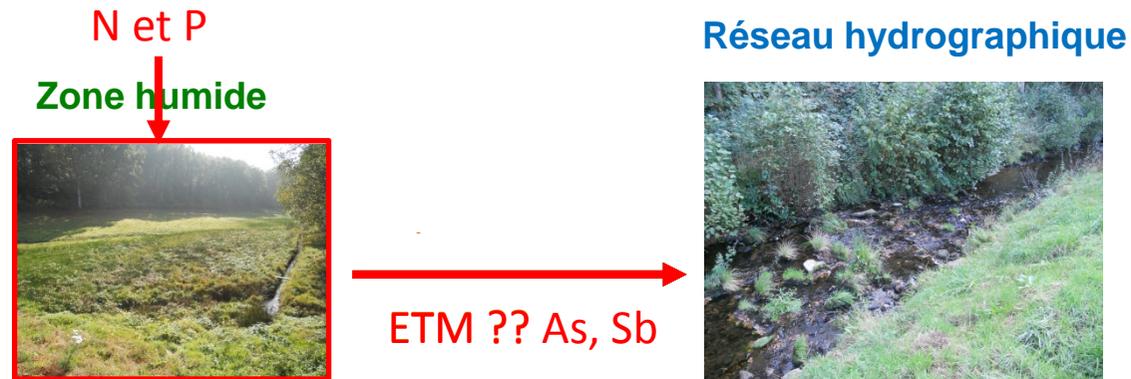
Réseau hydrographique



- ❑ Mais également rôle « source » des éléments :
  - Stockage temporaire des intrants (réversibilité)
  - Relargage d'éléments traces métalliques/metalloïdes (ETM)

# Introduction

- ❑ Rôle « puits » des ZH



- ❑ Mais également rôle « source » des éléments :

- Stockage temporaire des intrants (réversibilité)
- Relargage d'éléments traces métalliques/metalloïdes (ETM)

- ❑ En Limousin, abondance de ZH situées dans les parcelles agricoles

→ Impact de l'activité agricole (élevage extensif) sur le relargage de As et Sb issus du fond géochimique (naturellement présents dans le sol)

## Démarche

---

2 volets complémentaires:

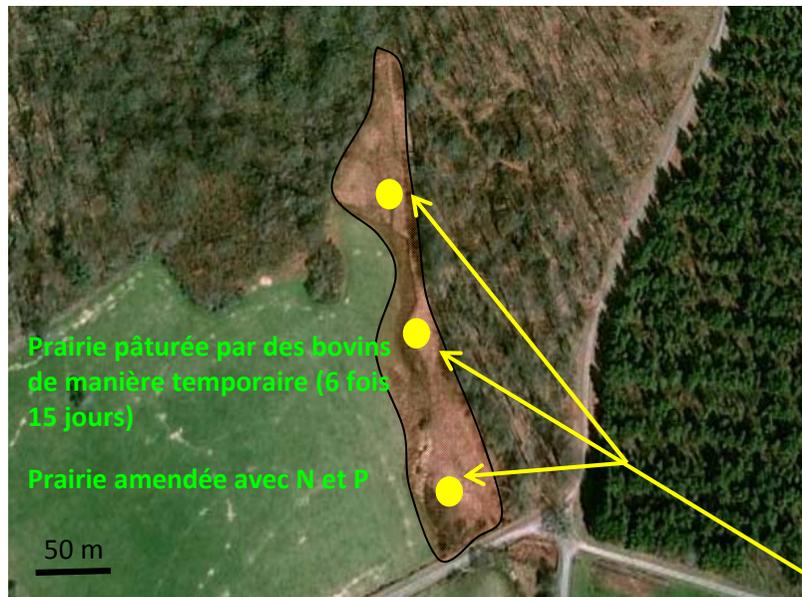
- Etat des lieux de la concentration en As et Sb dans une ZH agricole en Limousin → Suivi sur une année hydrologique de la qualité de l'eau dans la ZH
- Identification des mécanismes : simulations en conditions contrôlées en laboratoire de l'effet de l'apport de N et P (déjection animale, amendement)



## Présentation du site d'étude

Site d'étude issu du programme Casdar « Milieux Humides Agricoles » 2008-2013

ZH localisée en Haute-Vienne



Suivi du 06/2011 à 07/2012

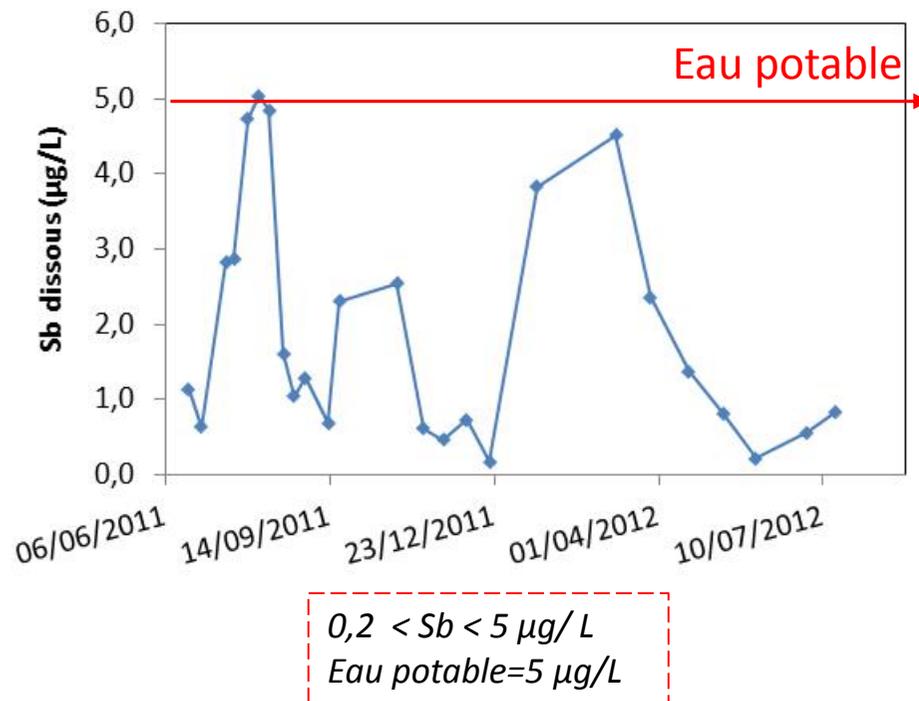


Installation de piézomètres le long de la zone humide

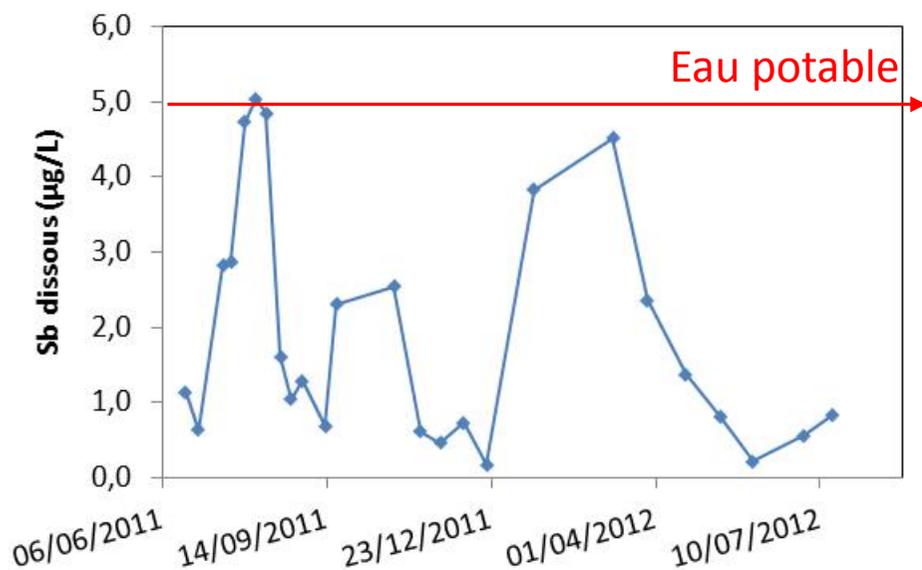
**Contexte géologique** : socle cristallin (granites, schistes)

**Climat** : océanique humide, pluviométrie région 1100 mm/an

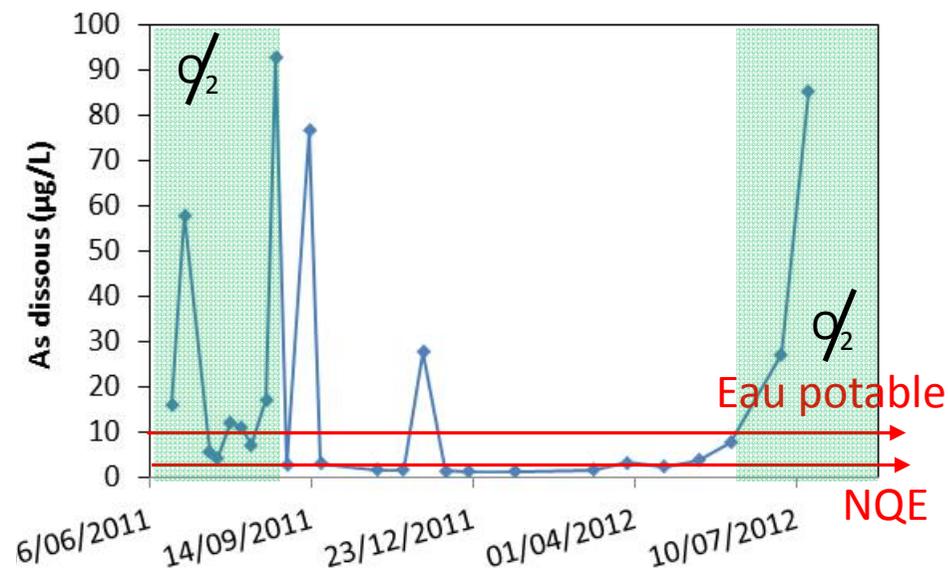
## Constat terrain



## Constat terrain

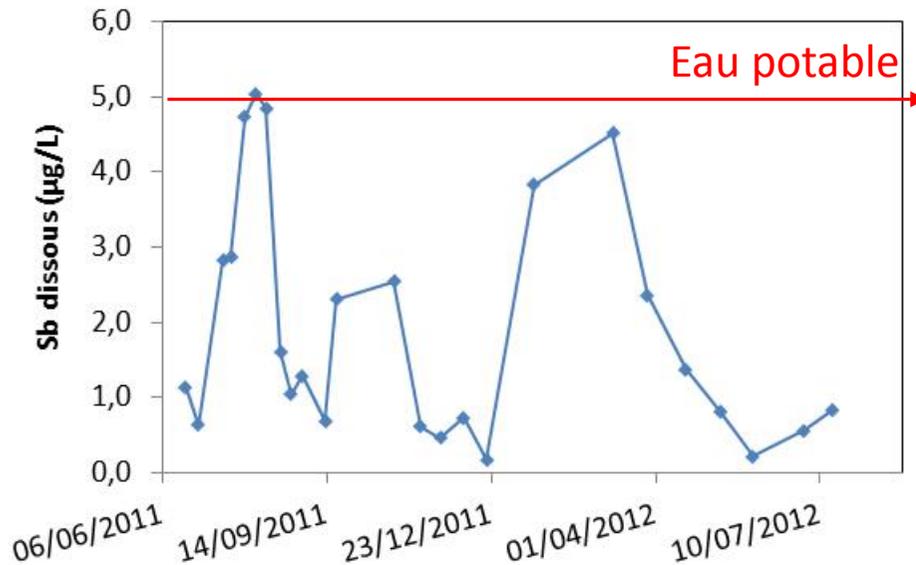


$0,2 < Sb < 5 \mu\text{g/L}$   
 Eau potable =  $5 \mu\text{g/L}$

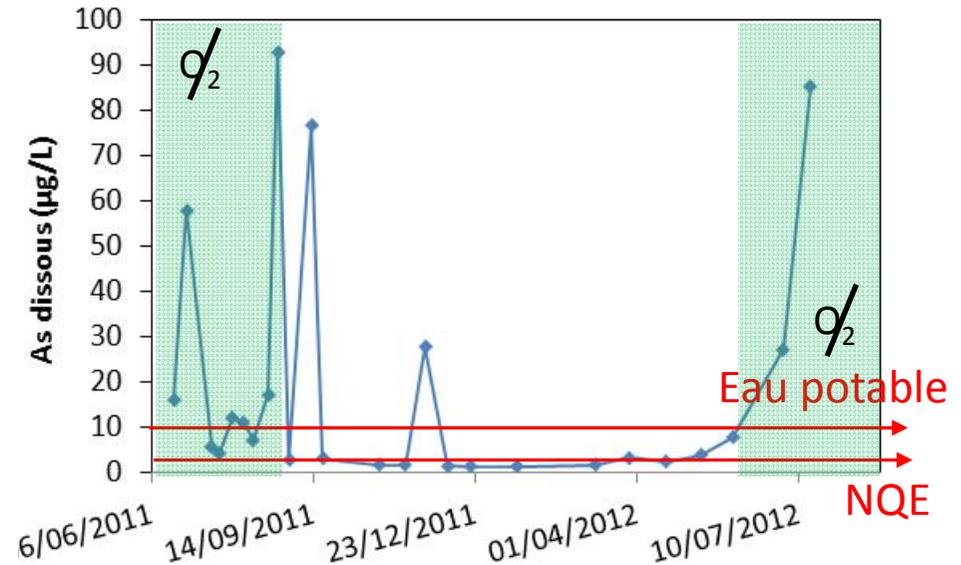


$1,3 < As < 93 \mu\text{g/L}$   
 $As \gg NQE = 4,2 \mu\text{g/L}$  Eau potable =  $10 \mu\text{g/L}$

## Constat terrain



$0,2 < Sb < 5 \mu\text{g/L}$   
*Eau potable* = 5 µg/L



$1,3 < As < 93 \mu\text{g/L}$   
 $As \gg NQE = 4,2 \mu\text{g/L}$  *Eau potable* = 10 µg/L

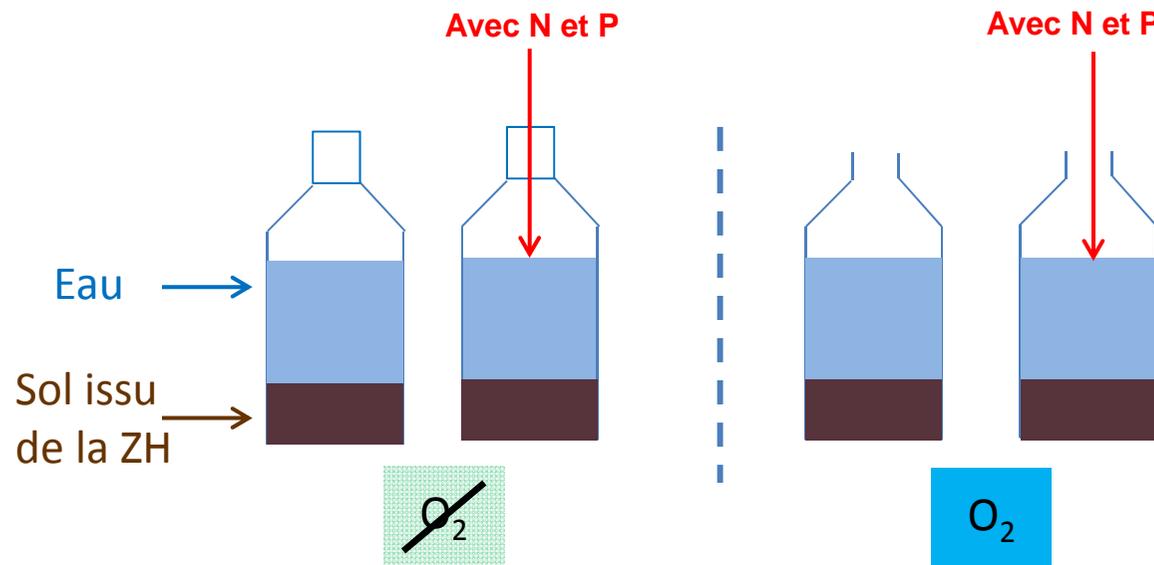
- ❑ Forte variabilité temporelle : alternance de périodes favorables au relargage d'ETM  
→ périodes «source »
- ❑ Comportement variable selon les éléments étudiés → mécanismes complexes
- ❑ As : mobilisé lors des périodes de stagnation de l'eau dans le sol (appauvrissement en O<sub>2</sub>)

## Partie expérimentale

Prélèvement sol de la ZH

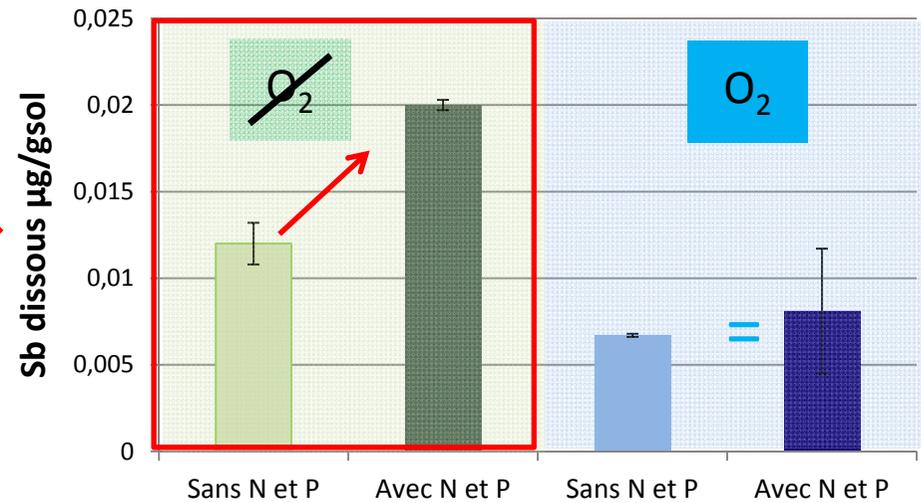
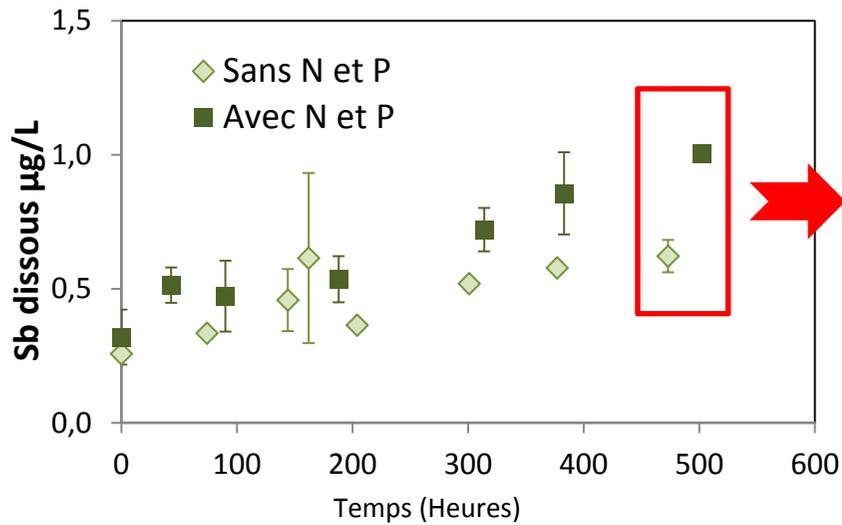
Mise en contact sol/eau de la ZH avec ou sans ajout de N et P:

- Simulation période de stagnation de l'eau (absence d'oxygène)
- Simulation période de recharge de la zone humide (avec oxygène)



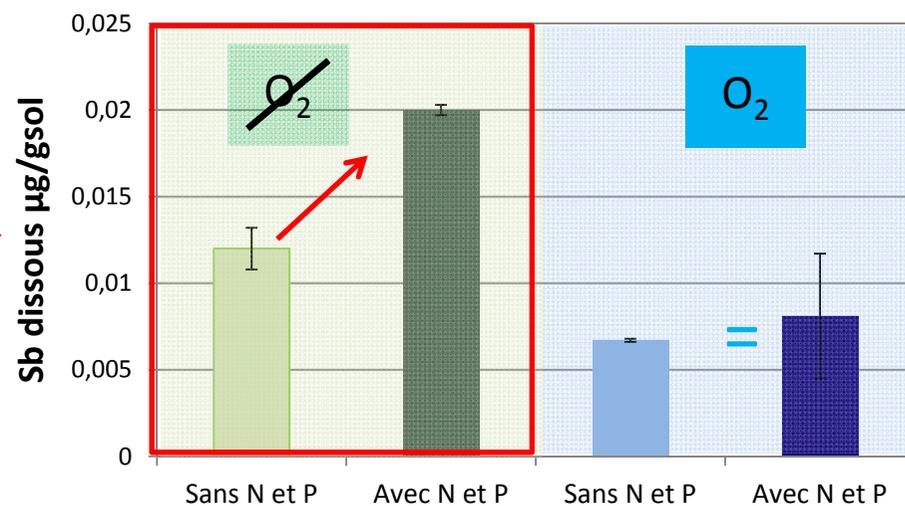
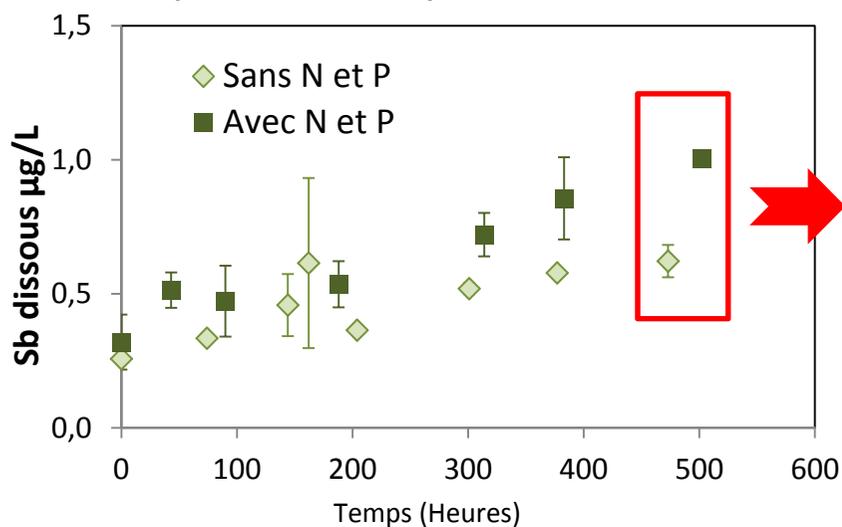
# Antimoine (Sb)

Exemple de cinétique obtenu :



## Antimoine (Sb)

Exemple de cinétique obtenu :

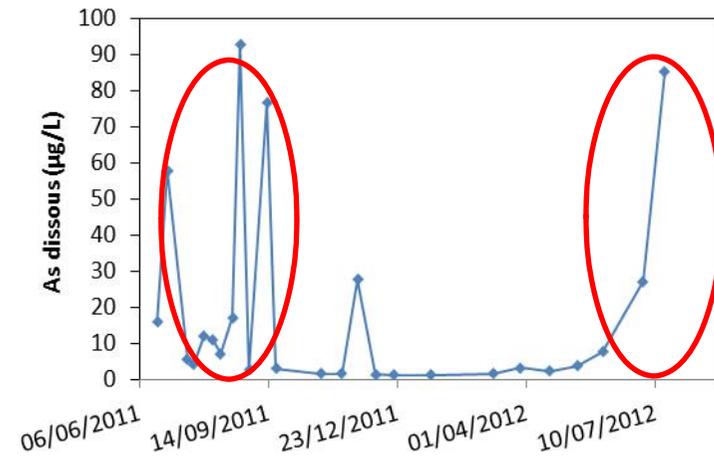
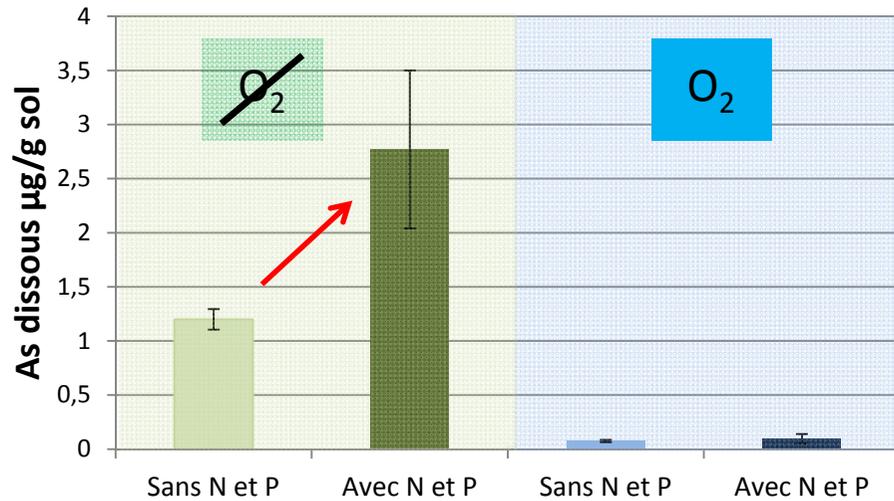


↳ Mobilisation préférentielle en absence de  $O_2$  (2×)

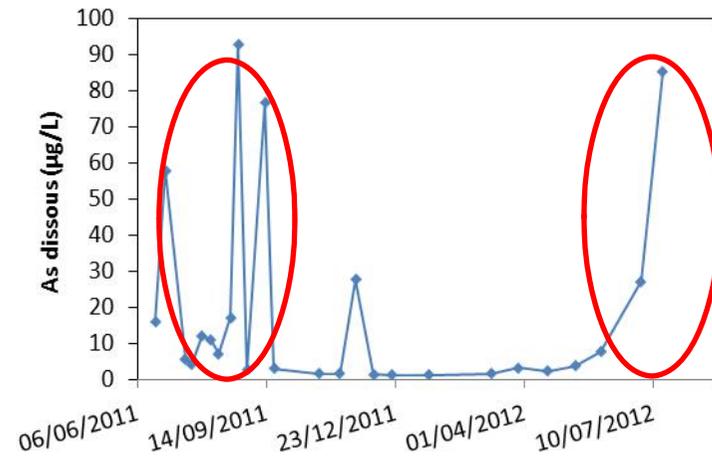
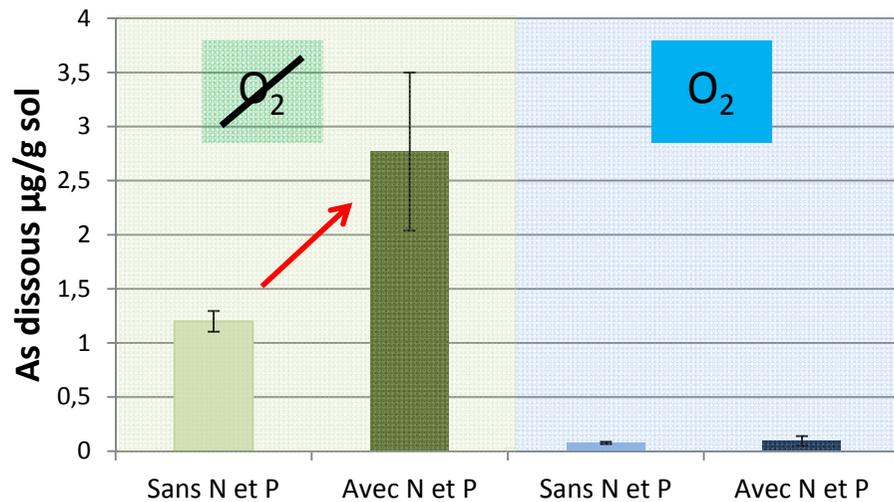
Augmentation du relargage de Sb (+70%) si enrichissement du milieu en N et P

→ Conditions favorables à la mobilisation de Sb: Sans  $O_2$  / avec N et P

## Arsenic (As)



## Arsenic (As)

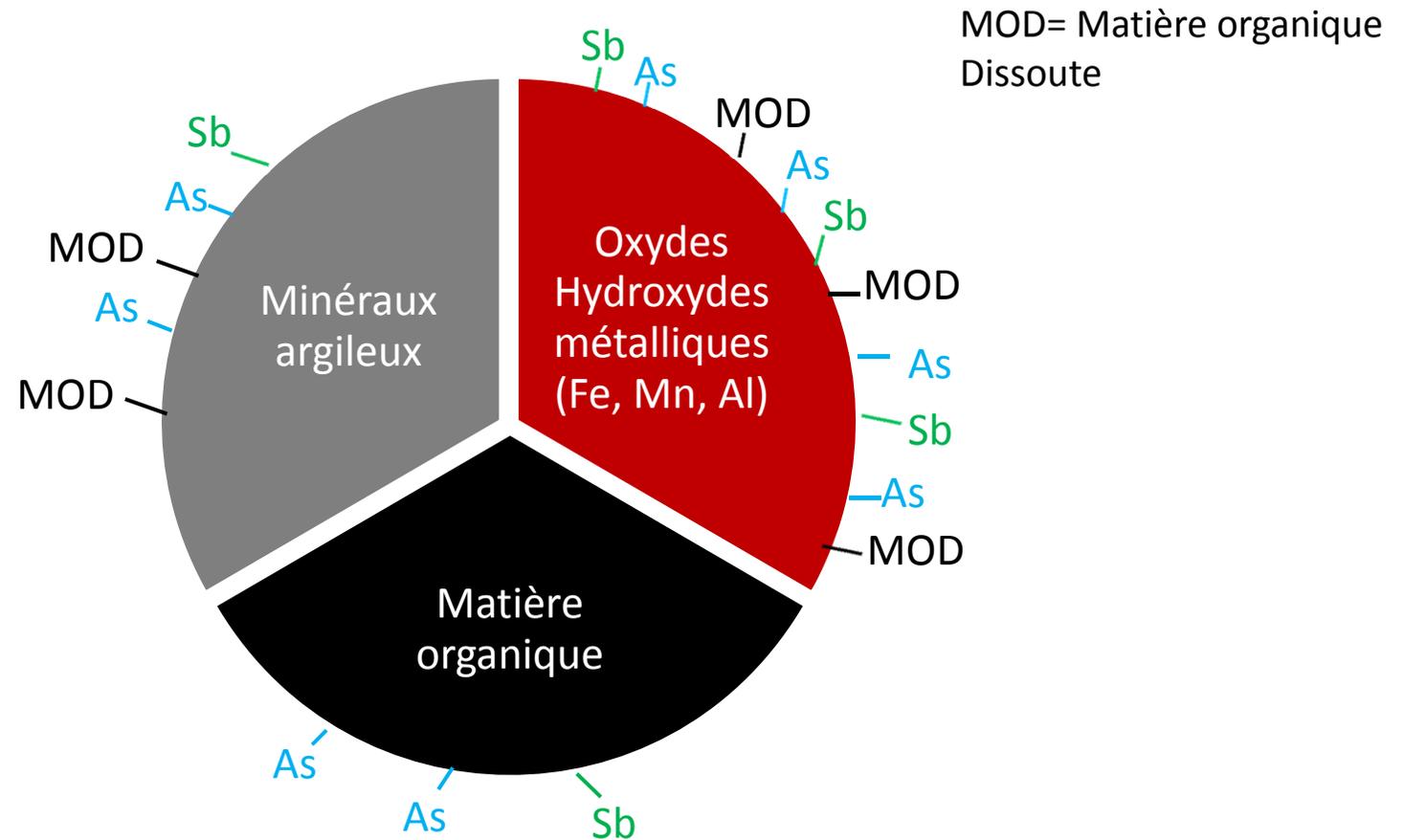


↪ Mobilisation préférentielle en absence de  $O_2$  : mobilité 16× plus importante sans  $O_2$   
 Augmentation du relargage de As si enrichissement du milieu en N et P : 1,2 à 2,8 µg/g

→ Conditions favorables à la mobilisation de As: Sans  $O_2$  / avec N et P

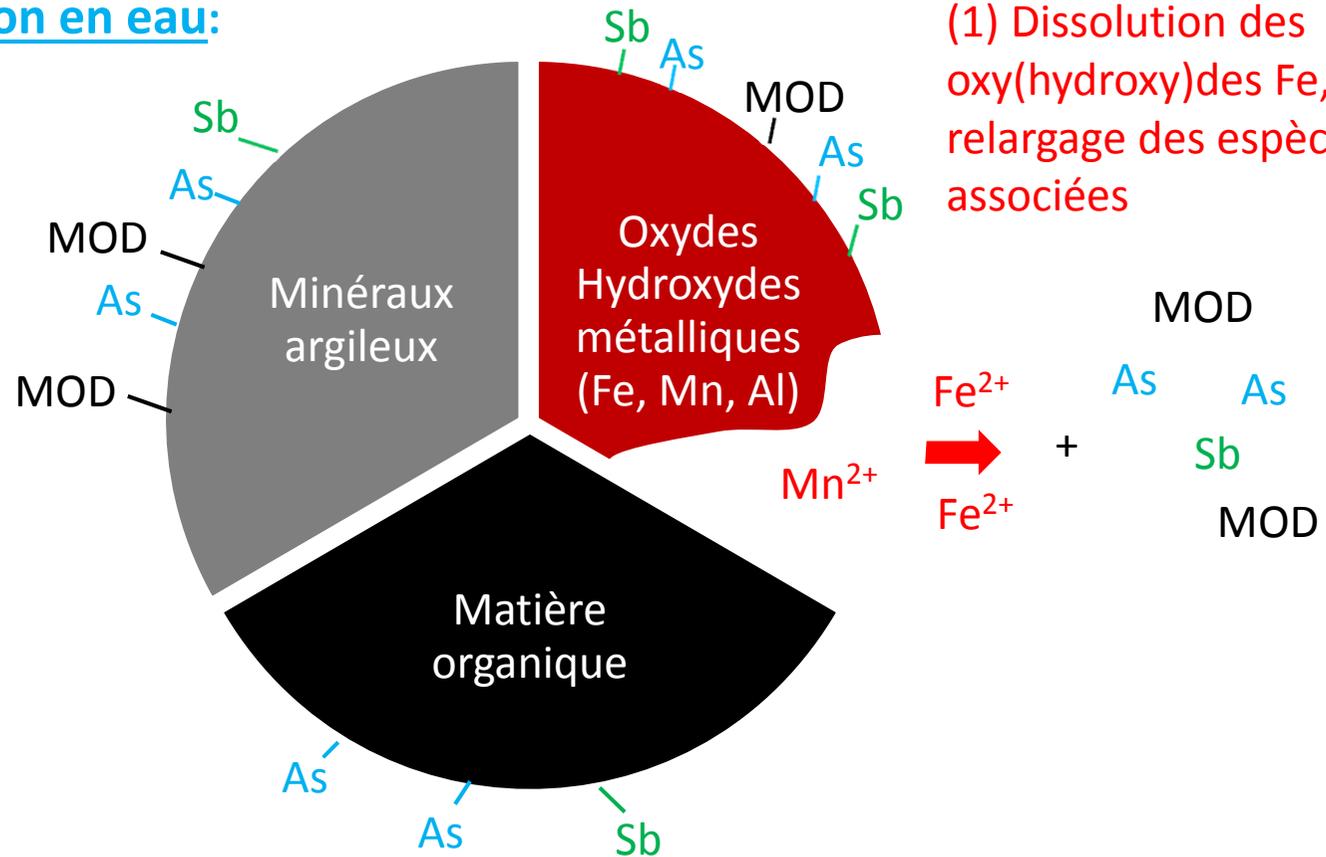
Correspondant à la période de stagnation de l'eau dans la ZH (observée en été lors du suivi); cohérent avec les observations de terrain

# Mécanismes



# Mécanismes

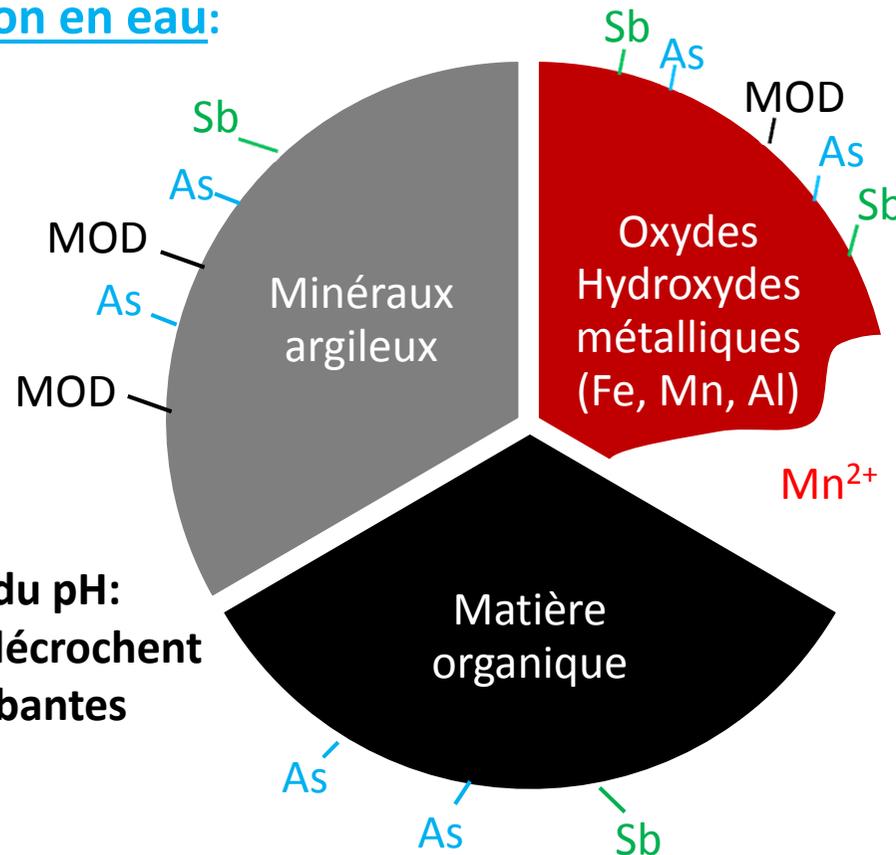
## Lors de la saturation en eau:



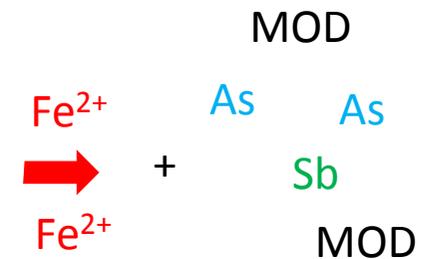
(1) Dissolution des oxy(hydroxy)des Fe, Mn : relargage des espèces associées

# Mécanismes

## Lors de la saturation en eau:



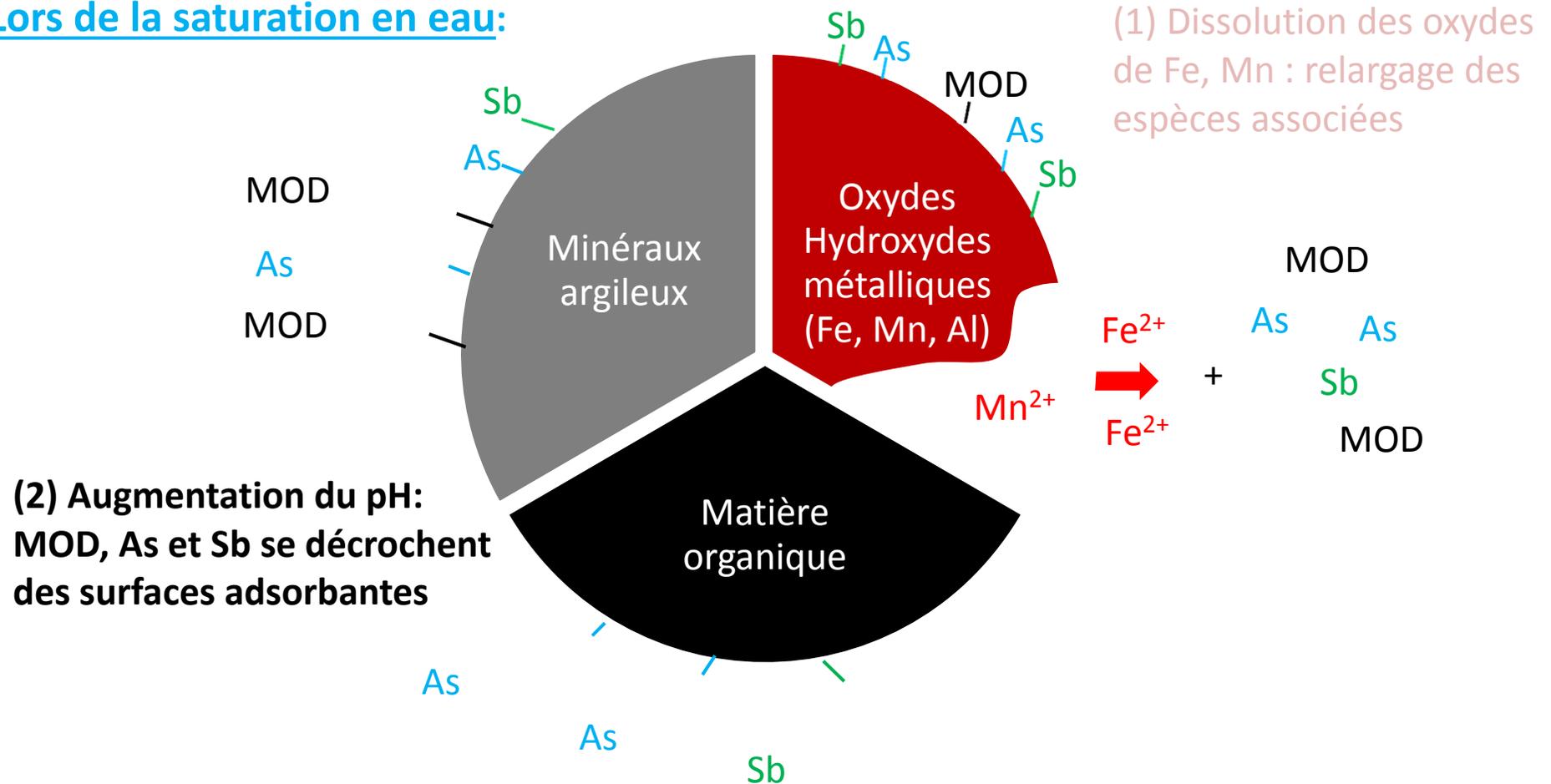
(1) Dissolution des oxydes de Fe, Mn : relargage des espèces associées



(2) Augmentation du pH: MOD, As et Sb se décrochent des surfaces adsorbantes

# Mécanismes

## Lors de la saturation en eau:

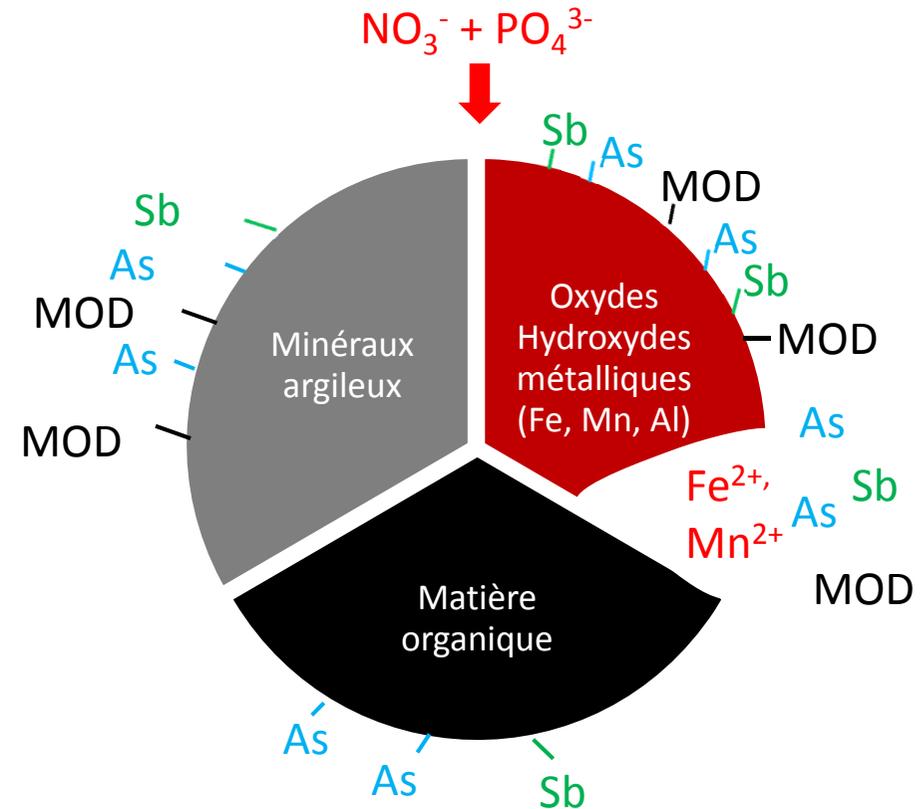


# Mécanismes

## Avec nitrates et phosphates:

*Que peut-il se passer?*

- **Augmentation de l'activité biologique :**  
 Dissolution des oxy(hydroxy)des Fe Mn  
 Désorption lié au pH



# Mécanismes

## Avec nitrates et phosphates:

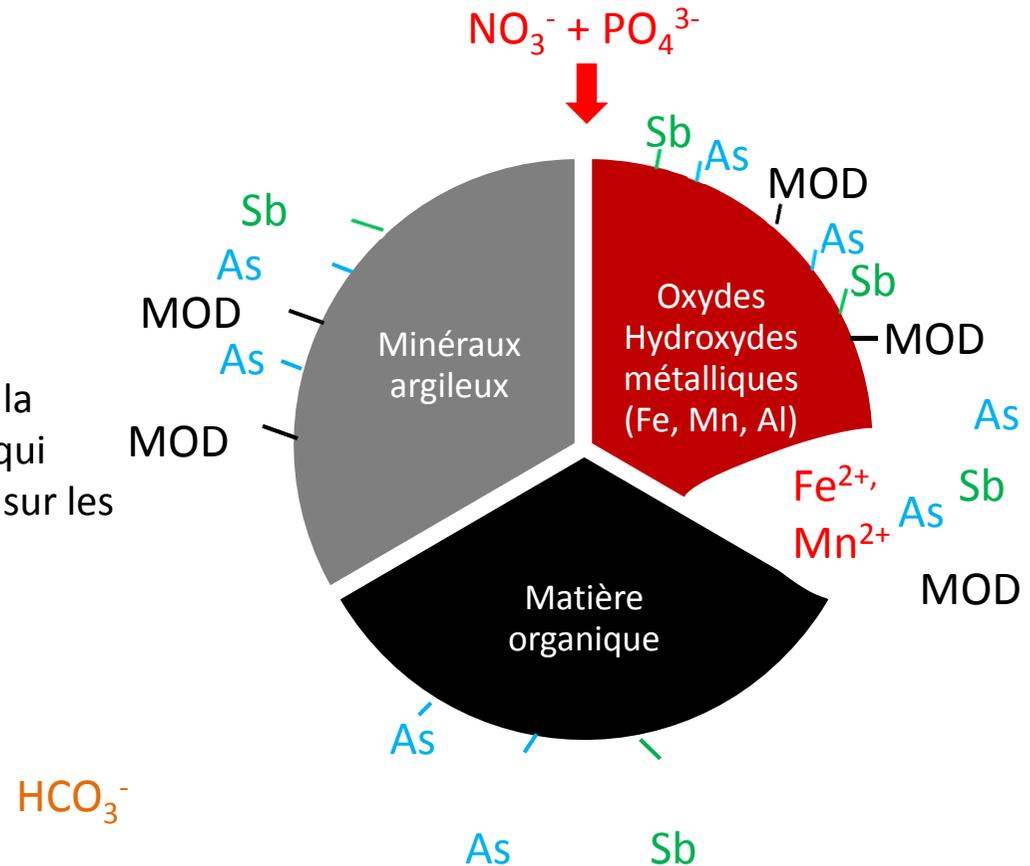
Que peut-il se passer?

- **Augmentation de l'activité biologique :**

Dissolution des oxy(hydroxy)des Fe Mn

Désorption lié au pH

Production d'alcalinité  $\text{HCO}_3^-$  (produit par la respiration des micro-organismes du sol) qui entre en compétition avec As, Sb et MOD sur les sites d'adsorption du sol



# Mécanismes

## Avec nitrates et phosphates:

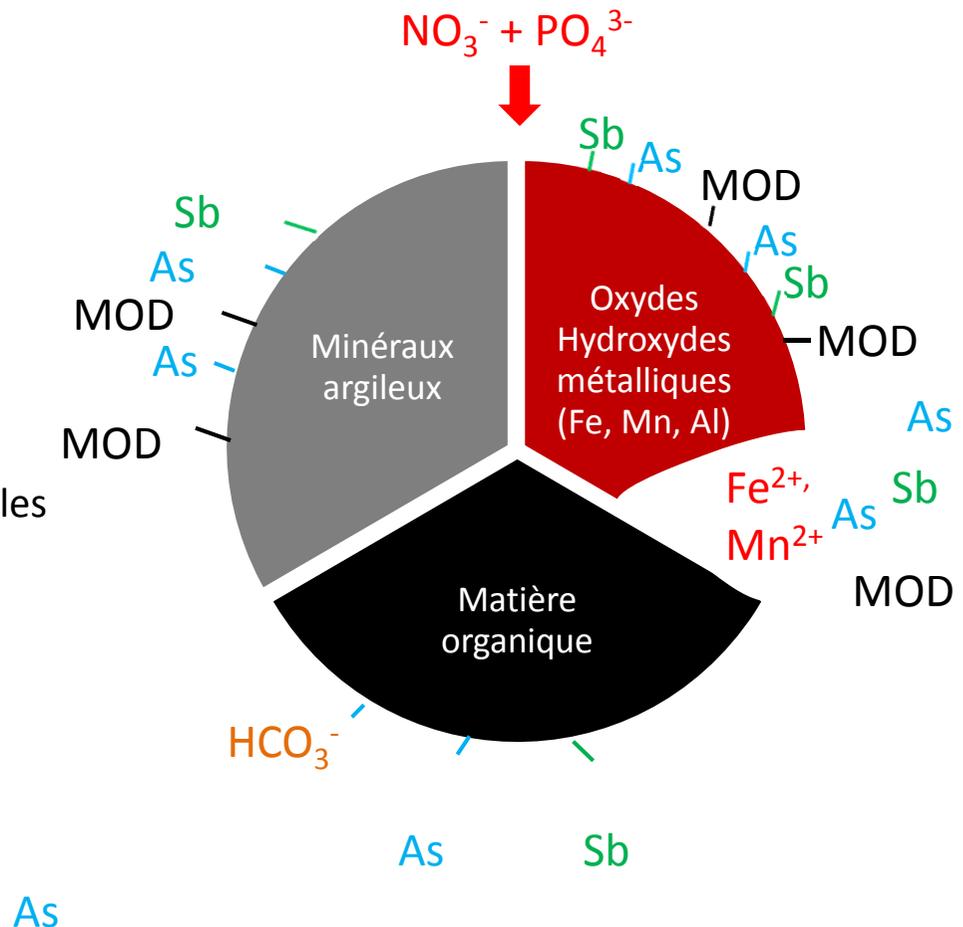
Que peut-il se passer?

- **Augmentation de l'activité biologique :**

Dissolution des oxy(hydroxy)des Fe Mn

Désorption lié au pH

Production d'alcalinité  $\text{HCO}_3^-$  (produit par la respiration des micro-organismes du sol) qui entre en compétition avec As, Sb et MOD sur les sites d'adsorption du sol



# Mécanismes

## Avec nitrates et phosphates:

Que peut-il se passer?

- **Augmentation de l'activité biologique :**

Dissolution des oxy(hydroxy)des Fe Mn

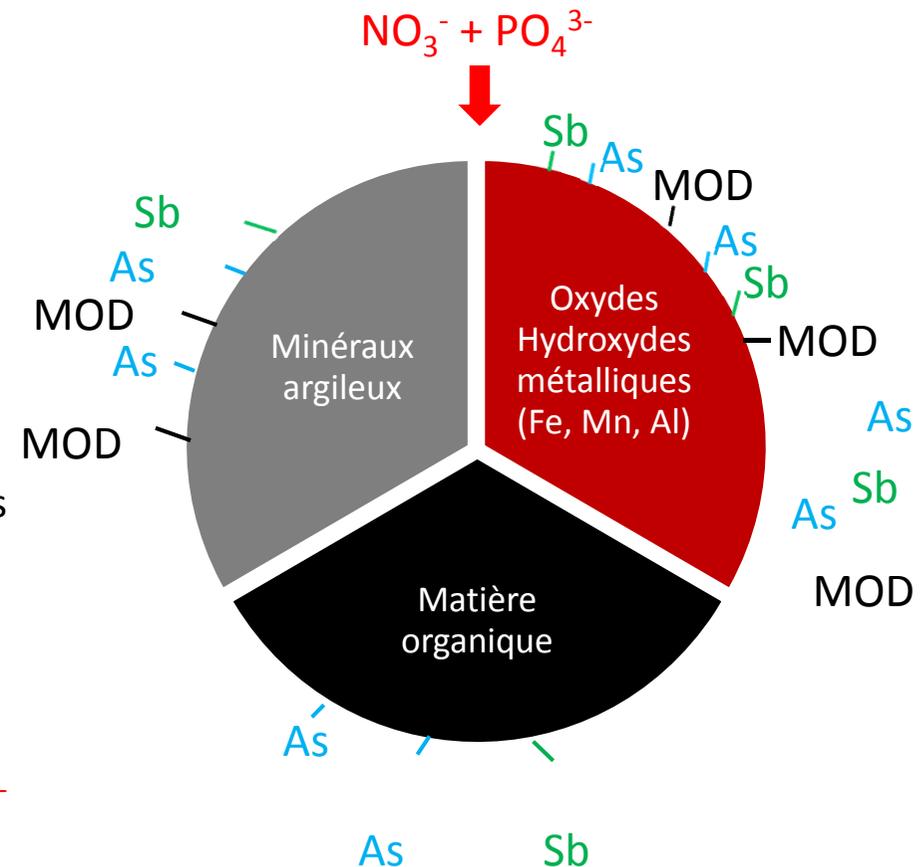
Désorption lié au pH

Production d'alcalinité  $\text{HCO}_3^-$  (produit par la respiration des micro-organismes du sol) qui entre en compétition avec As, Sb et MOD sur les sites d'adsorption du sol

- **Phosphates: effet compétition**

$\text{PO}_4^{3-}$  entrent en compétition avec As, Sb et MOD sur les sites d'adsorption du sol

→ désorption



# Mécanismes

## Avec nitrates et phosphates:

Que peut-il se passer?

- **Augmentation de l'activité biologique :**

Dissolution des oxy(hydroxy)des Fe Mn

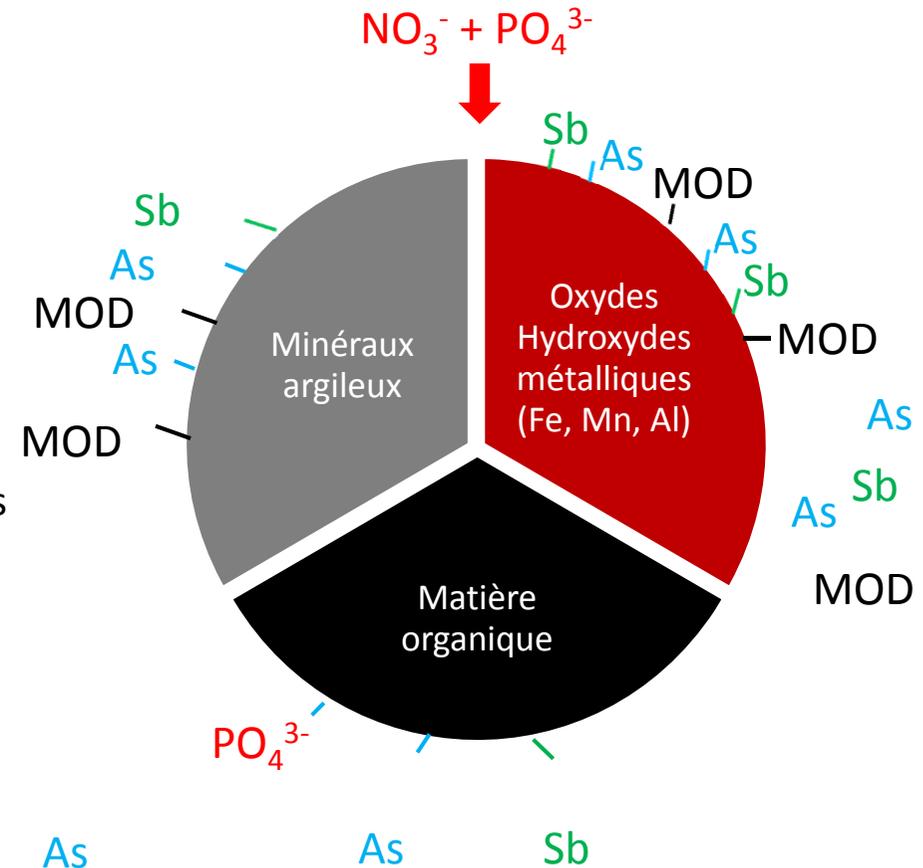
Désorption lié au pH

Production d'alcalinité  $\text{HCO}_3^-$  (produit par la respiration des micro-organismes du sol) qui entre en compétition avec As, Sb et MOD sur les sites d'adsorption du sol

- **Phosphates: effet compétition**

$\text{PO}_4^{3-}$  entrent en compétition avec As, Sb et MOD sur les sites d'adsorption du sol

→ désorption



# Mécanismes

## Avec nitrates et phosphate:

Que peut-il se passer?

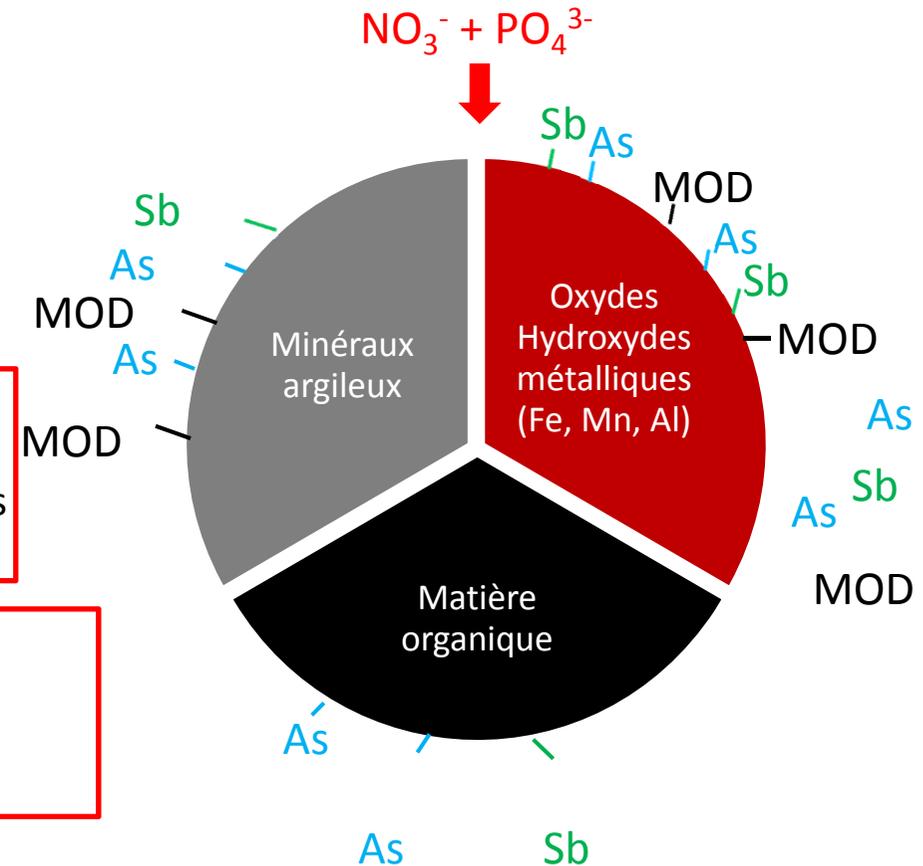
- **Augmentation de l'activité biologique :**

Dissolution des oxy(hydroxy)des Fe Mn  
 Désorption lié au pH

Production d'alcalinité  $\text{HCO}_3^-$  (produit par la respiration des micro-organismes du sol) qui entre en compétition avec As, Sb et MOD sur les sites d'adsorption du sol

- **Phosphates: effet compétition**

$\text{PO}_4^{3-}$  entrent en compétition avec As, ~~Sb~~ et MOD sur les sites d'adsorption du sol



## Conclusion

---

- ❑ Occurrence ETM dans la ZH avec périodes source  
Concentration As dans les eaux de la ZH jusqu'à 10 × supérieure aux normes de qualité environnementale ou eau potable
    - Risques ??? Environnement, sanitaire pour le bétail et l'homme,...
  
  - ❑ En labo, par simulation,
    - ❖ Mise en évidence du relargage des ETM favorisé en absence d'oxygène (période de stagnation des eaux)
    - ❖ Amplification du relargage des ETM en présence de N et P
    - ❖ Hypothèses majeures: dopage activité biologique + effet de compétition des ions phosphates et carbonates sur les sites d'adsorption du sol
- Gestion agricole de ces milieux ??

Merci de votre attention

