



**Ali KASSIR**

# **Effets des nanoparticules et des composés organiques sur la mobilité d'éléments traces métalliques dans les eaux du système Grand Canal d'Alsace**

**Sous la direction de Dr. Mirella DEL NERO**

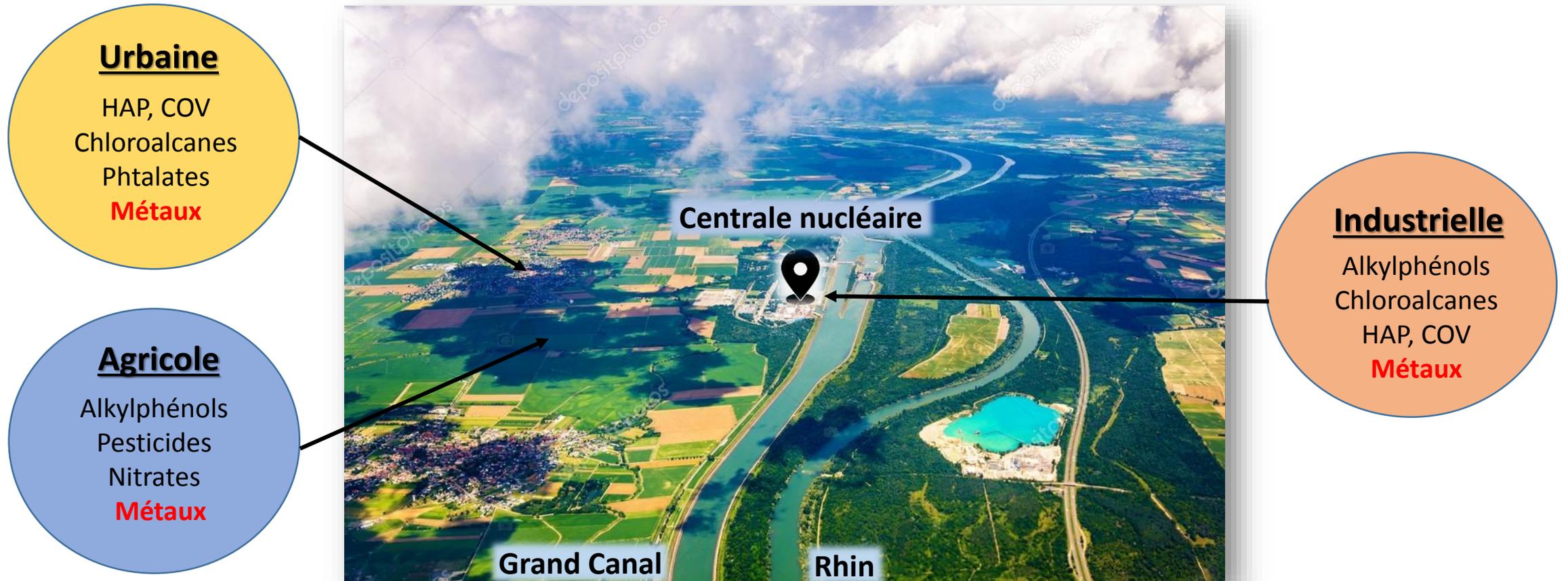
**Equipe de Radiochimie, IPHC**

**Master 2 Sciences analytiques, Université de Strasbourg**

**2 Juillet 2019**

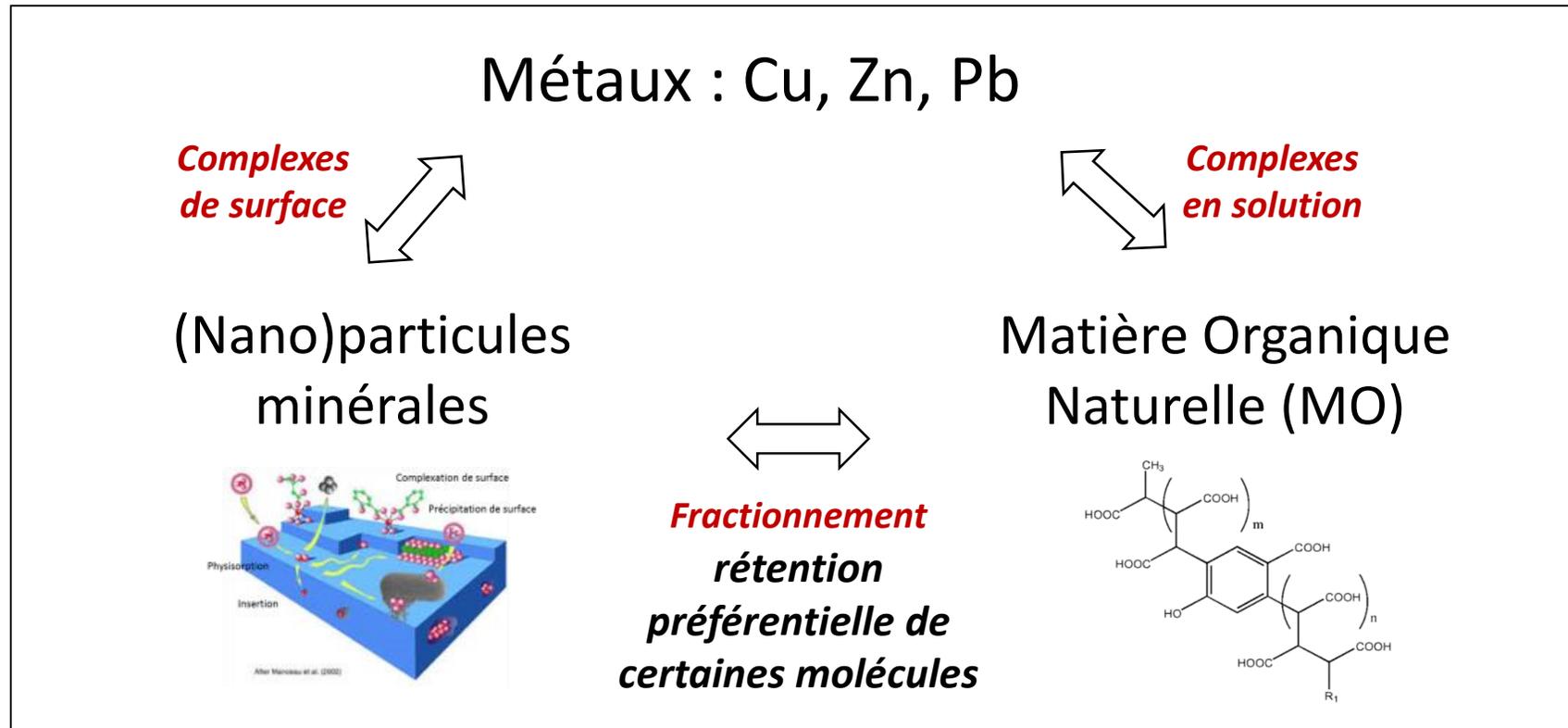
# Introduction

❑ Cet écosystème est soumis à des fortes pressions anthropiques



# Introduction

- Différents vecteurs influencent la mobilité des métaux dans les eaux naturelles



La MO et les nanoparticules minérales jouent un rôle majeur dans la mobilité/rétention des éléments traces métalliques.

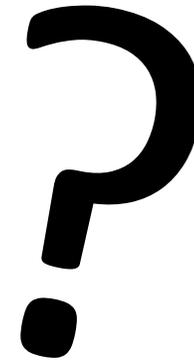
- Comprendre les interactions qui gouvernent le comportement des ETMs dans les eaux du Grand Canal d'Alsace.

## 1. Analyse de terrain

- Prélèvements d'eau
- Caractérisation des échantillons d'eau
- Extraction de la MO

## 2. Approches expérimentales

- Réalisation des modèles expérimentaux du système minéral-MO-ETMs



# Analyse de terrain

## 1. Prélèvement

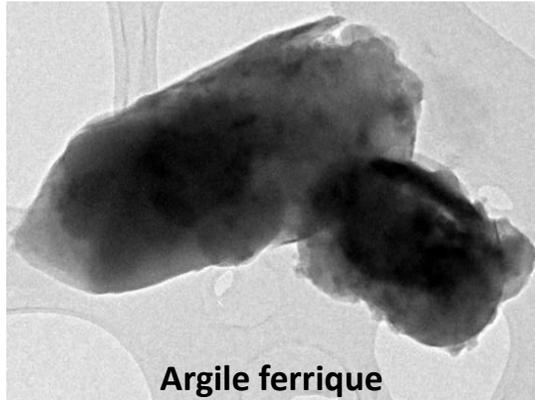


Collection des échantillons d'eau :

- ✓ Du Rhin et du grand canal
- ✓ En amont et en aval de la centrale

## 2. Caractérisation

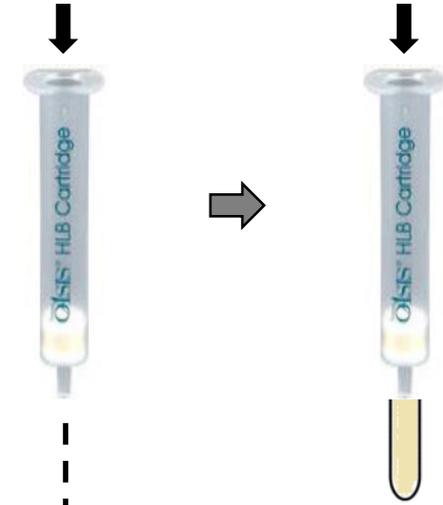
- Analyse des ETMs par ICP-MS
- Analyse du carbone organique total COT
- Analyse des nanoparticules minérales



Argile ferrique

## 2. Extraction de la MO

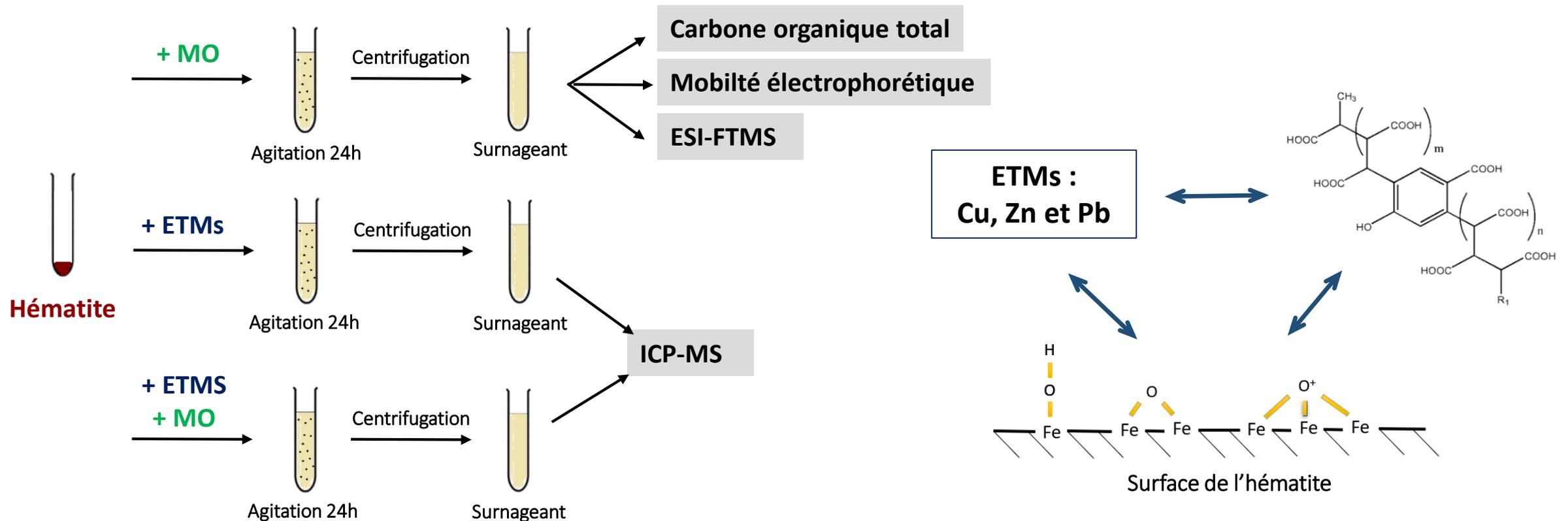
10 L Echantillon d'eau      10 ml MeOH/eau (90:10)



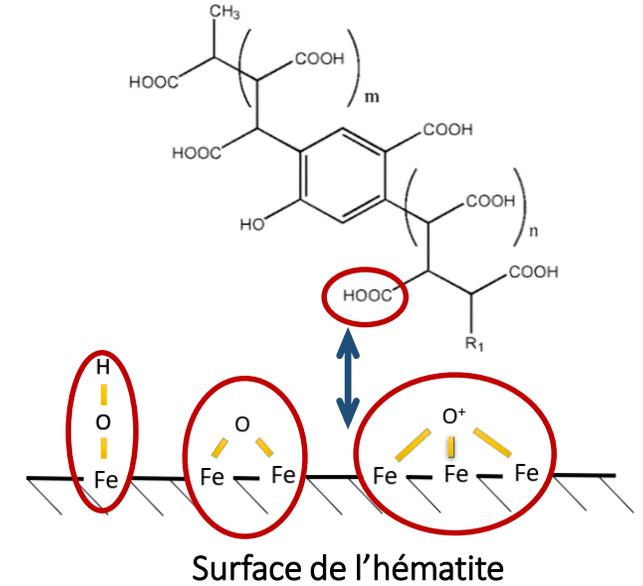
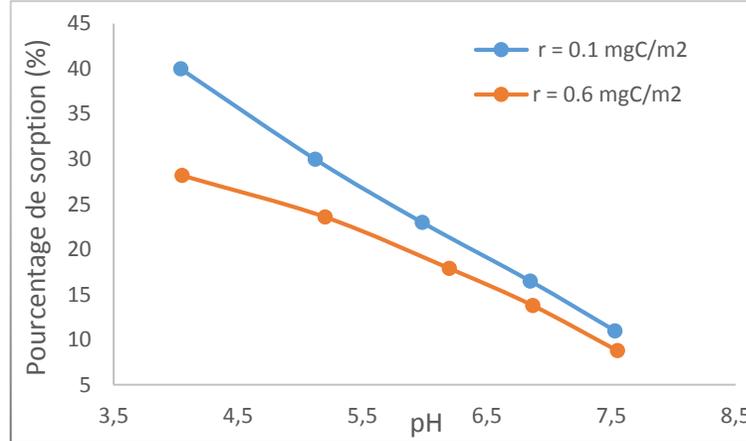
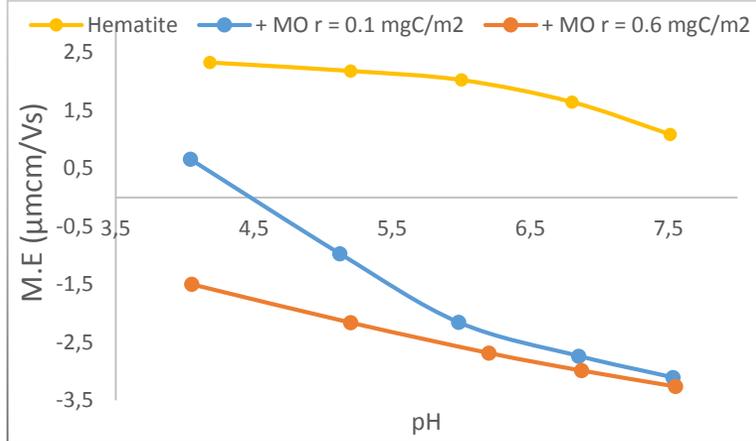
**Cartouche OASIS :**  
Adsorbant copolymère  
hydrophile/lipophile

## Sorption de la MO et des ETMs à la surface du minéral

- MO : extraite des eaux du canal en aval de la CNPE.
- Minéral : Oxyde de fer (Hématite), modèle des argiles ferriques trouvées.
- ETMs : Cu, Zn et Pb



## 1. Sorption de la MO à la surface du minéral



❖ Mobilité électrophorétique M.E en présence de MO :

pH  $\nearrow$   $\rightarrow$  M.E.  $\searrow$   $\rightarrow$  Stabilisation des particules

Inversion du signe de la M.E.  $\rightarrow$  Interaction hematite-MO forte lors de la sorption

❖ Pourcentage de sorption :

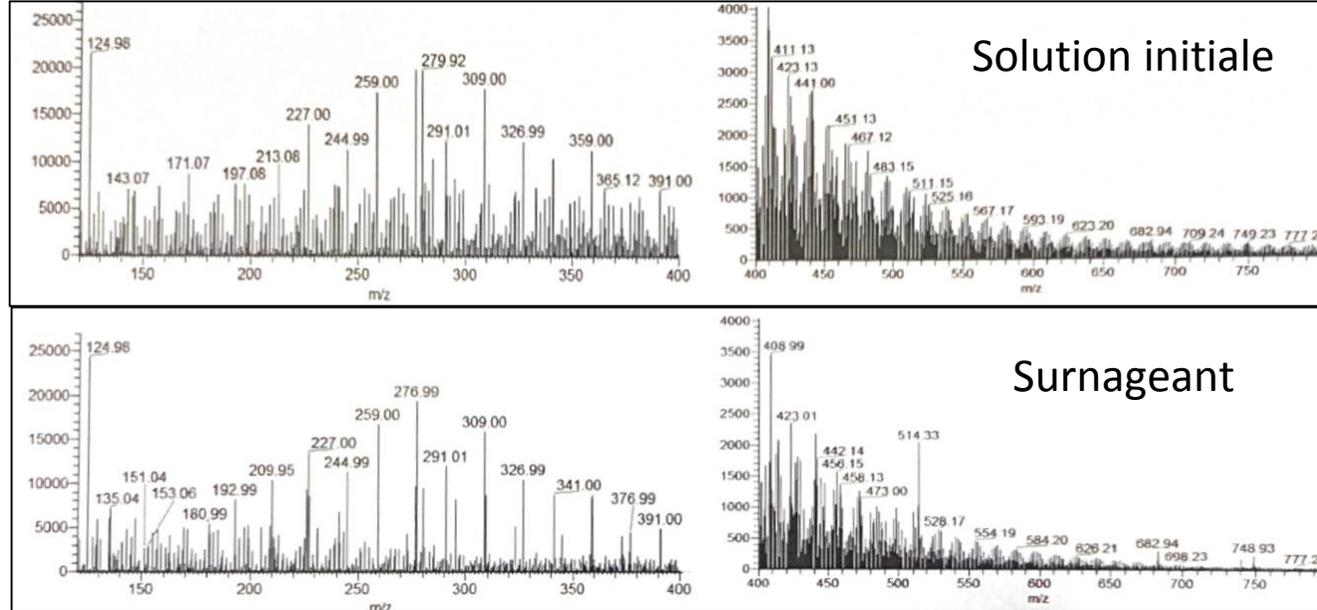
pH  $\nearrow$   $\rightarrow$  % de sorption  $\searrow$  (déprotonation des sites  $-\text{Fe}(\text{OH})_{\text{surface}}$  et  $-\text{COOH}$   $\rightarrow$  interactions électrostatiques  $\searrow$ )

A pH acide : (r)  $\nearrow$   $\rightarrow$  % de sorption  $\searrow$  (saturation des sites fortes)

A pH > 6 : pas d'effet de (r) sur le pourcentage de sorption (sites forts déjà déprotonés)

## 1. Sorption de la MO à la surface du minéral

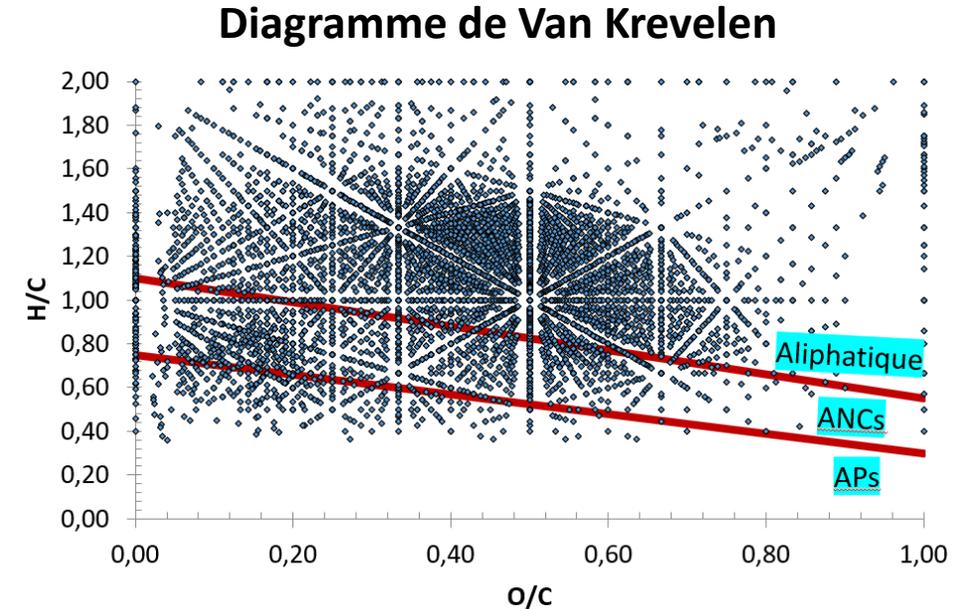
Sorption à l'échelle moléculaire



Spectres de masse ESI(-)-FTMS ; expérience à pH 4 et  $r = 0.1 \text{ mgC/m}^2$

$$I = \frac{\text{Intensité normalisée de l'ion dans le surnageant}}{\text{Intensité normalisée de l'ion dans la solution initiale}}$$

$I \uparrow \rightarrow$  Degré de sorption  $\downarrow$



Aliphatique : I.A.  $\leq 0.5$

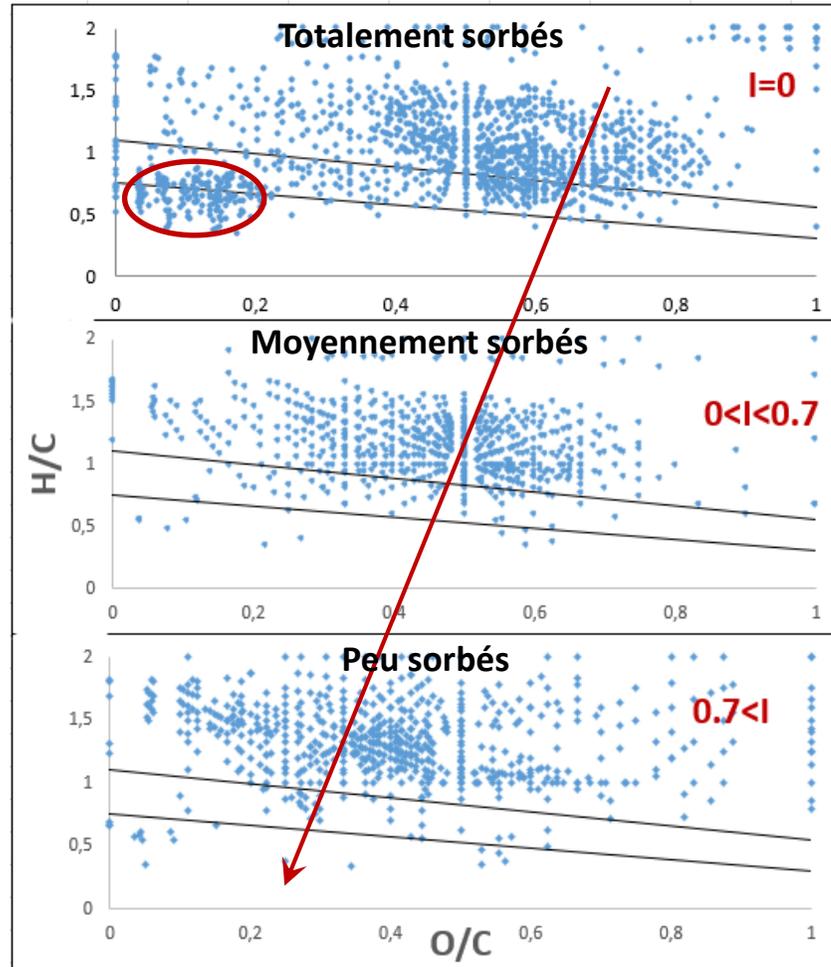
Aromatiques non condensés :  $0.5 < \text{A.I.} \leq 0.67$

Aromatiques polycycliques :  $0.67 < \text{A.I.}$

## 1. Sorption de la MO à la surface du minéral

Sorption à l'échelle moléculaire

Affinité augmente ↑



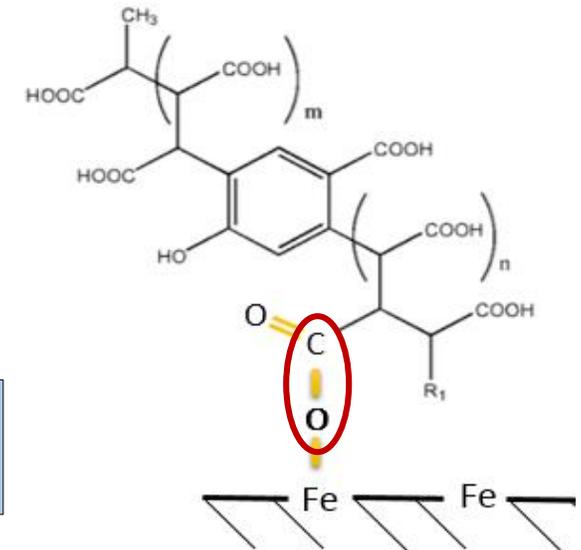
pH 4,  $r = 0.1 \text{ mgC/m}^2$

❑ Fractionnement important des composés organiques à l'interface minéral-solution :

➤ Les APs sont presque totalement sorbés.

➤ L'augmentation du nombre de fonctionnalités oxygénées des ANCs et les aliphatiques augmente leur affinité pour la surface.

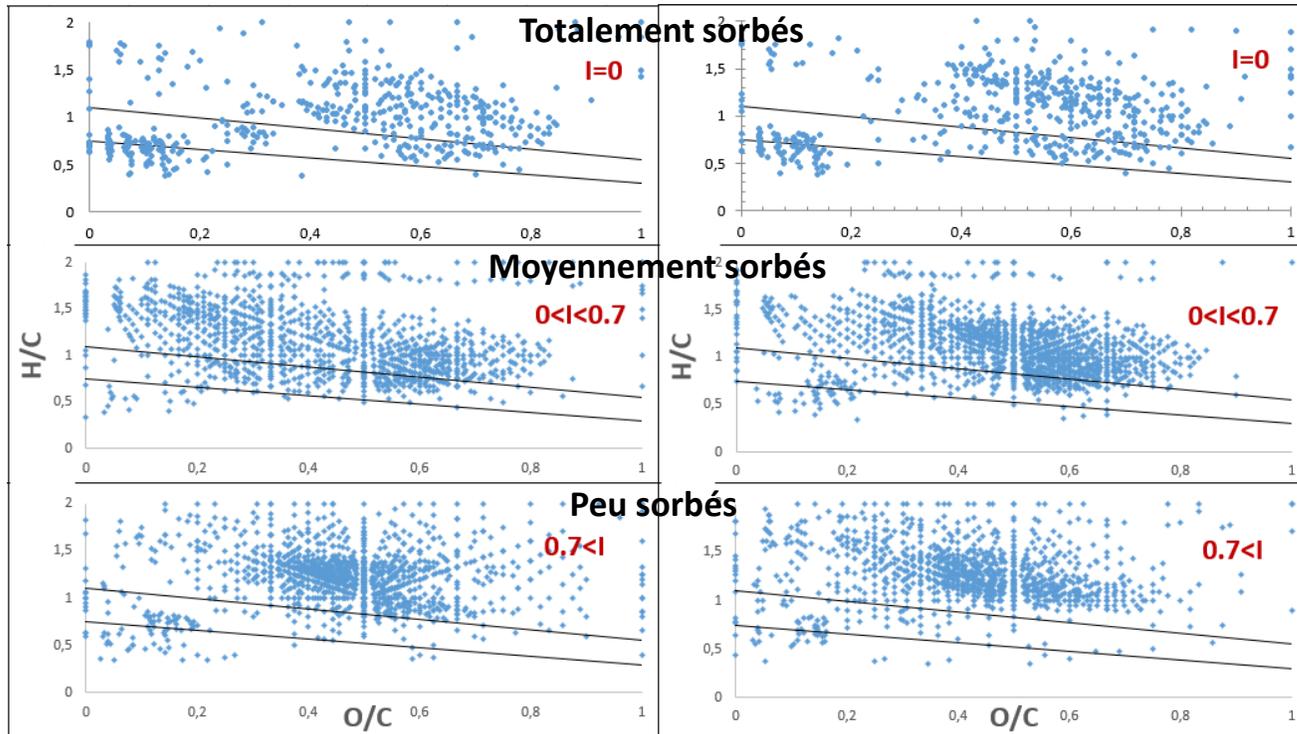
implication des sites forts de surface dans la sorption



## 1. Sorption de la MO à la surface du minéral

Sorption à l'échelle moléculaire

Affinité augmente ↑

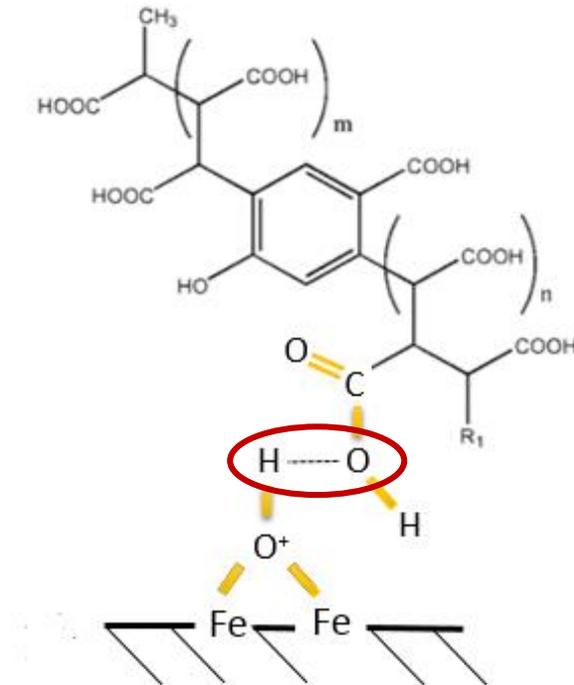


pH 8, r = 0.1 mgC/m<sup>2</sup>

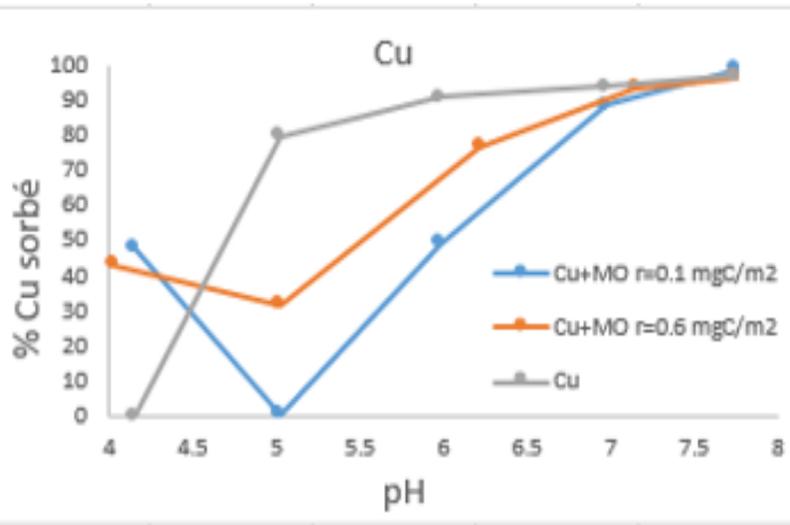
pH 4, r = 0.6 mgC/m<sup>2</sup>

Implication des sites faibles de surface dans la sorption

- Peu de molécules adsorbés totalement
- Sorption peu sélective



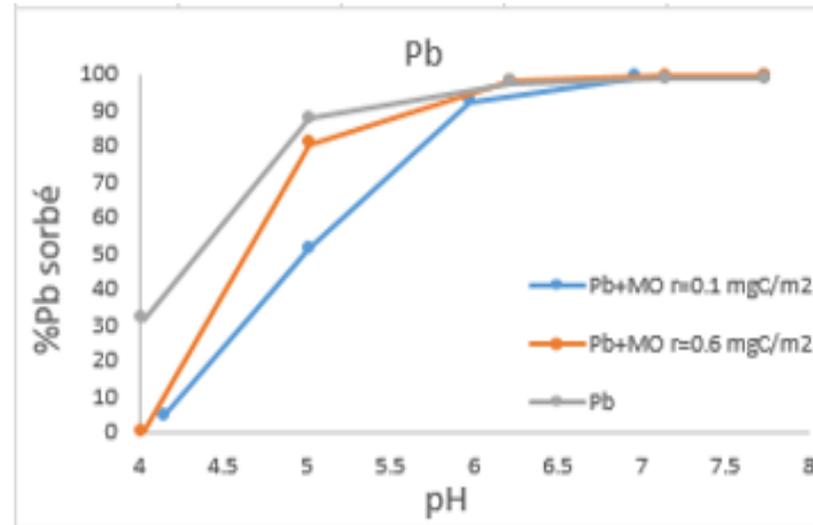
## 2. Sorption des métaux à la surface du minéral



A pH > 5 :

- Sorption défavorisée
- Competition entre complexation en solution et sur la surface du minéral du Cu et du Pb

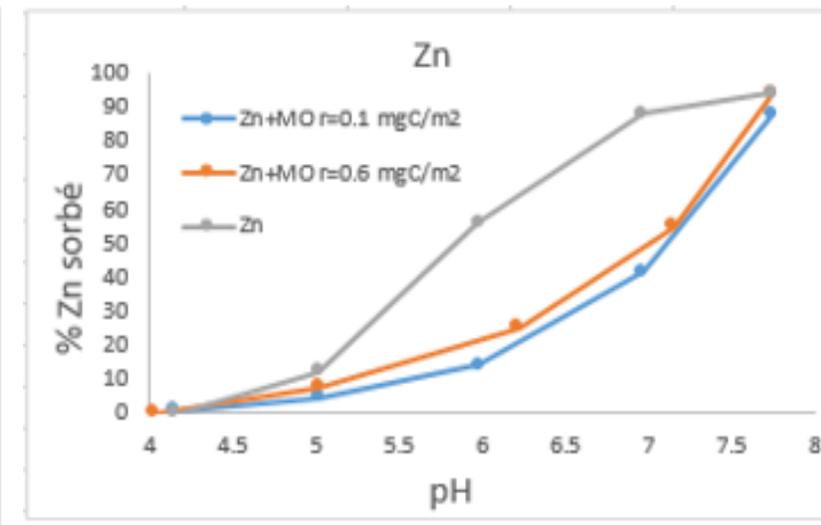
Ordre d'affinité conservé : Pb > Cu > Zn



A pH < 5 :

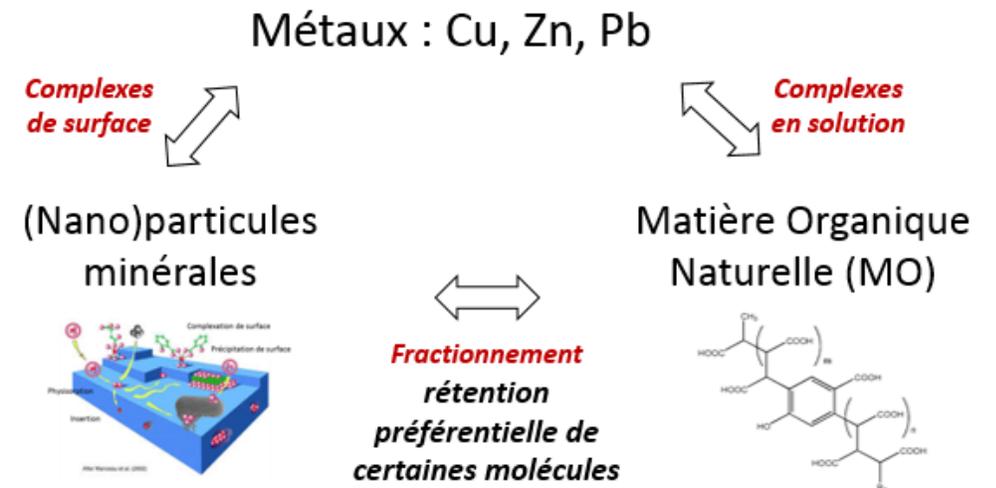
- Formation du complexe Cu-MO de forte affinité pour les sites forts de surface impliqués à pH faible
- Sorption du complexe Cu-MO par pontage direct du cuivre

Ordre d'affinité modifié : Cu > Pb > Zn



# Conclusion

- La présence des nanoparticules de type oxyde de fer, et le fractionnement de la MO du grand canal modifie le comportement des ETMs Cu, Zn, et Pb .
- Dans le grand canal, vu le pH élevé, on favorise la mobilité du Cu et Pb sous formes adsorbées à la surface des nanoparticules stabilisées par la MO et/ou sous formes complexes organométallique aqueux.
- Des conclusions et des hypothèses ont été données pour décrire les interactions dans ce système modèle ternaire hématite-MO-ETMs.
- Il est important de compléter cette approche avec des techniques de spéciation de surface tel que l'infrarouge à réflexion totale atténuée.





Merci pour votre attention