

# Etude des processus de sorption de micropolluants métalliques (Zn, Cu, Pb) dans un filtre planté de roseaux traitant des eaux pluviales strictes : les zones humides artificielles d'Ostwald

Ludovic Ribstein<sup>1</sup>, Mirella Del Nero<sup>1</sup>, Paul Bois<sup>2</sup>, Rémi Barillon<sup>1</sup> et Adrien Wanko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien, UMR 7178 Uds / CNRS, Strasbourg, France

<sup>2</sup> Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie, ICube, UMR 7357, Strasbourg

Les rejets urbains par temps de pluie (RUTP) de micropolluants métalliques impactent la qualité des écosystèmes. Une convention entre l'Eurométropole Strasbourg et Icube a mené à la réalisation de filières de dépollution des eaux pluviales strictes avant rejet dans un cours d'eau : l'Ostwaldergraben. On aborde ici la problématique des processus de « sorption » responsables du piégeage de métaux d'intérêts, e.g., cuivre, zinc et plomb, dans la matrice solide (sable) d'un filtre planté de roseaux d'une des filières. Acquérir des connaissances sur la rétention / spéciation des métaux piégés dans le filtre est nécessaire pour prévoir leur devenir (rétention vs. remobilisation à long terme).

## Les zones humides artificielles d'Ostwald :

des filières de dépollution efficaces des RUTP

Création en 2012 (ICube-ENGEEES / EMS)



Filière de traitement des RUTP (massif filtrant à écoulement vertical)

### Analyse des eaux de la filière de traitement:

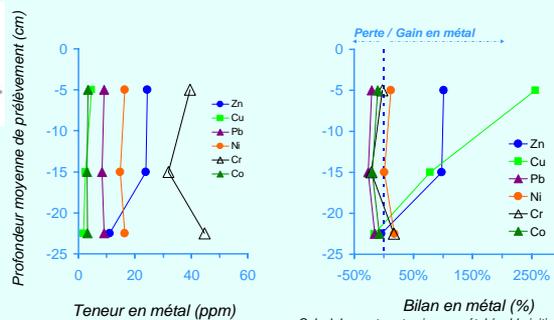
Abattement de la pollution des RUTP

Point de prélèvement	Cuivre (µg/L)	Zinc (µg/L)	Plomb (µg/L)
Déversoir	2,65	199,1	0,90
Piézomètre 1	0,52	13,5	<0,013 (LD)
Piézomètre 2	0,44	10,4	<0,013 (LD)

## Le massif filtrant planté de roseaux :

une zone de piégeage de certains métaux

### Analyse du sable issu du massif filtrant



Différents profils de rétention des métaux dans le massif filtrant (après 3 ans de fonctionnement)

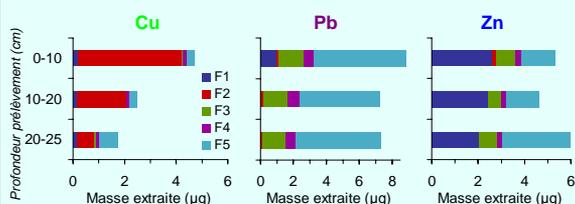
**Problématique : Quel devenir à long terme (immobilisation vs. remobilisation potentielles) des métaux d'intérêt, e.g., Cu, Pb et Zn piégés ou présents dans le massif filtrant ? ⇒ Nécessité d'identifier les processus de sorption des métaux dans le massif**

## Identification des processus de sorption de Cu, Pb et Zn dans le sable du massif filtrant :

une approche intégrée et multi-échelles

Phases à l'origine de la sorption des métaux dans le massif ?

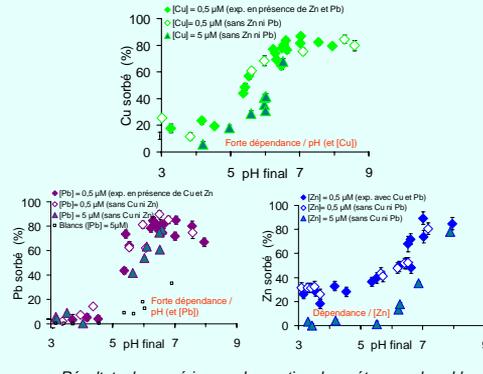
Extractions séquentielles sur des échantillons de sable prélevés à différentes profondeurs dans le massif filtrant



Processus responsables de la sorption ?

Expériences batch (labo) de la sorption de Zn, Cu et Pb sur des échantillons de sable, en fonction du pH et de la concentration en métal

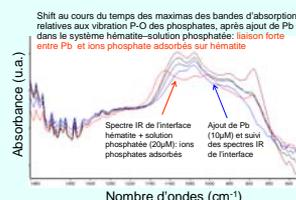
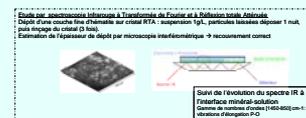
Ratio sable / solution: 1 g/L; [Métal]: 0.5 ou 5 µM; Mise en contact sable+ métal + solution: 24h, agitation 50 rpm; centrifugation; analyse solution centrifugée par ICP-MS.



Résultats des expériences de sorption des métaux sur le sable

Espèces métalliques formées ?

Etude spectroscopique par IRTF RTA des espèces formées aux interfaces minéral-solution-métal. Système modèle: oxyde de fer (hématite) - Pb - ions phosphate (présents dans les eaux du massif)



Suivi de la spéciation in-situ des ions phosphate à l'interface hématite - Pb - solution phosphatée

5 extractions successives sur un échantillon; extractants (notés E) de force croissante  
 - Protocole: méthodes de Tessier et du Bureau Communautaire de Référence  
 - Récupérations de 5 fractions du métal: F1 = échangeable (E: MgCl<sub>2</sub>); F2 = liée aux minéraux carbonatés (E: CH<sub>3</sub>COONa); F3 = liée aux (oxy)hydroxydes de Fe et Mn (E: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); F4 = liée à la matière organique (E: HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>); F5 = résiduelle (E: HF, HClO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>/HCl).

Résultats des extractions séquentielles sur des échantillons de sable du massif

**Cu** : minéraux carbonatés

**Pb** : oxo-hydroxydes (Fe,Mn)+résidu

**Zn** : fraction échangeable (argiles)

-----> Adsorption multi-sites et / ou précipitation

-----> Adsorption multi-sites

-----> Echange d'ions (+adsorption)

Complexes de surface ternaires Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - phosphate - Pb

Notre approche intégrée a permis de montrer que Cu, Pb et Zn sont piégés dans le massif par des minéraux et processus différents: Zn est dans l'interfoliaire des argiles (i.e., potentiellement mobile) alors que Pb et Cu sont (co-)adsorbés à la surface des oxydes de fer et carbonates, respectivement (rétention forte mais pH-dépendante). Ces données et connaissances seront utilisées pour prévoir la rétention et remobilisation des métaux à long terme dans le massif filtrant.