HAL
open science

Bioréduction de ferrihydrite substituée par du Cu et du Pb:impact sur la biodisponibilité de ces éléments?

Fatima Meite, Patrick Billard, A. Zegeye

To cite this version:

Fatima Meite, Patrick Billard, A. Zegeye. Bioréduction de ferrihydrite substituée par du Cu et du Pb:impact sur la biodisponibilité de ces éléments?. IXe Colloque de l'Association Francophone d'Ecologie Microbienne, Nov 2019, Bussang, France. . hal-03215253

HAL Id: hal-03215253

https://hal.science/hal-03215253v1

Submitted on 15 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LABORATOIRE INTERDISCIPLINAIRE DES ENVIRONNEMENTS CONTINENTAUX

Biodisponibilité du Cu et du Pb au cours de la bioréduction de ferrhydrite substituée avec ces éléments par la bactérie *Shewanella oneidensis* MR-1

Fatima Meite, Patrick Billard, Asfaw Zegeye ; LIEC, UMR 7360 CNRS-Université de Lorraine, France ; Email : *fatima.meite@univ-lorraine.fr*

Contexte et objectif de l'étude

- Evaluation de la ***spéciation et de la biodisponibilité des métaux et éléments traces*** nécessaire en raison de la menace qu'ils représentent pour la santé humaine et la qualité des écosystèmes[1,2]
- Interaction de ces éléments dans les sols avec la matière organique et différents minéraux comme les ***oxyhydroxydes de Fe***[3], parmi lesquels, la ***ferrhydrite*** à laquelle les métaux sont fortement adsorbés ou co-précipités en raison de ses propriétés de surface[4]
- Une redistribution de ces métaux entre la solution de sol et des minéraux bioformés peut survenir suite aux ***transformations anaérobiques*** subis par la ferrhydrite en présence de ***bactéries réductrices de Fe par dissimilation*** (DIR bacteria, en anglais)[5]

Partage du Cu et du Pb co-précipités à de la ferrhydrite entre le milieu liquide et les minéraux formés après sa bioréduction par *Shewanella oneidensis* MR-1 et biodisponibilité de ces métaux ?

Matériel et méthodes

- **Synthèse de ferrhydrite (Fh)**

1. $FeCl_3$; $FeCl_3 + CuCl_2$; $FeCl_3 + Pb(NO_3)_2$ → + NaOH 4 M jusque pH 7 → Fh ; Fh à 2 et 5 $\%_{molaire}$ Cu ; Fh à 2 et 5 $\%_{molaire}$ Pb
2. Dialyse jusque $G_{eau} < 20\ \mu S\ cm^{-1}$; Lyophilisation

- **Culture des bactéries *S. oneidensis* MR-1**

Culture solide TSA → Culture liquide TSB (12 h) → Lavage NaCl 9 ‰

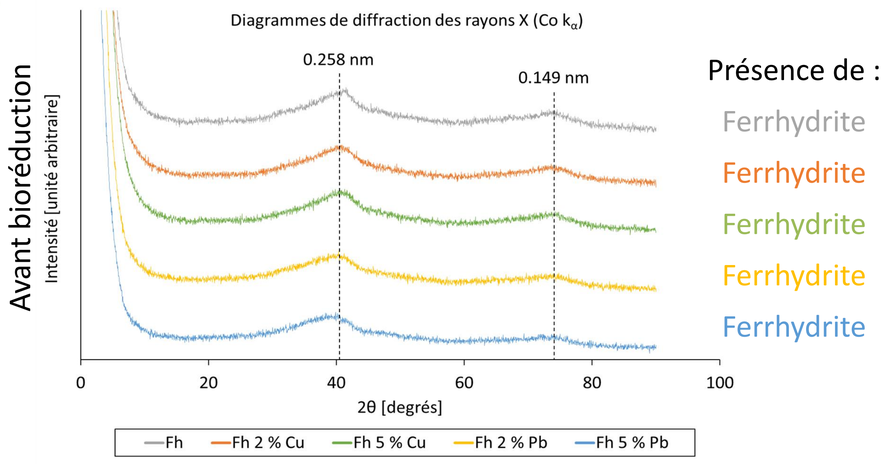
- **Préparation des milieux de bioréduction**

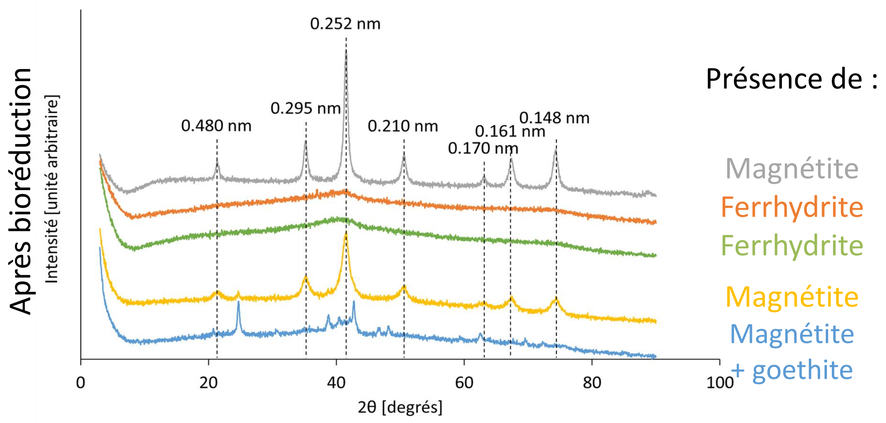
1. 55 mL milieu minimum[6] ; 10 mL HCOONa ; 5 mL AQDS ; 10 mL suspension bactérienne (*S. oneidensis* MR-1 (5 mL) ; H_2O (5 mL)) ; 0,5 g ferrhydrite
2. Incubation anoxique (28 °C, obscurité) ; Echantillonnage à t = 0, 4, 6 h, 1, 2, 5, 7, 14 et 21 j

- **Caractérisation des milieux**: DRX, MET, SAA-four, ferrozine[7] (Fe^{2+})
- **Biodisponibilité des métaux**: Bioluminescence émise par des biocapteurs

Résultats

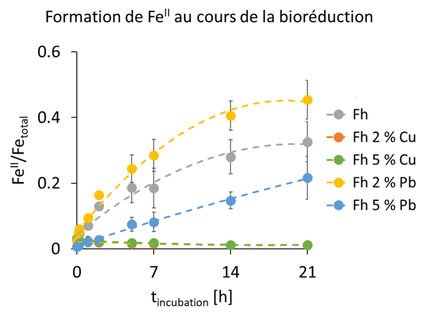
Ferrhydrite de départ et minéraux obtenus

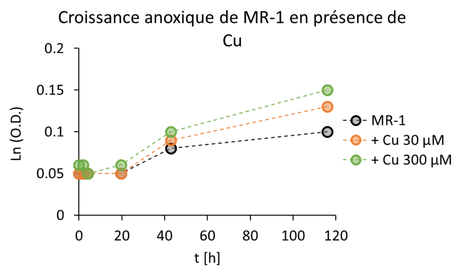


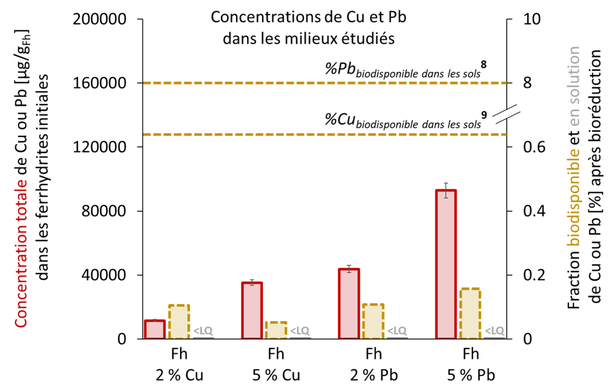


- Ferrhydrite conservée en présence de Cu
- **Bioréduction de ferrhydrite en magnétite**
- Formation d'un minéral secondaire : goethite

Bioréductions et spéciation des métaux





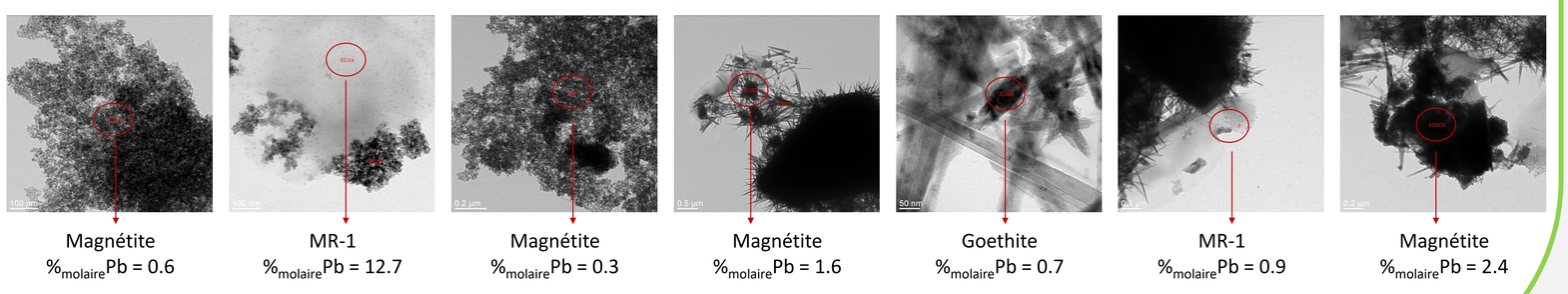


- Différentes cinétiques de bioréduction suivant la substitution en Pb
- **Absence de bioréduction en présence de Cu**
- Toxicité du Cu ? : croissance de MR-1 en présence de Cu en solution

- Teneurs en Cu et Pb
  - i) **biodisponibles : faibles**
  - ii) en solution : négligeables

⇒ ***Adsorption/co-précipitation du Pb sur les phases solides des milieux ?***
⇒ ***Biodisponibilité du Cu et Pb associés aux minéraux ?***

Images MET : Système Fh 2 % Pb, après bioréduction — Images MET : Système Fh 5 % Pb, après bioréduction



Magnétite	MR-1	Magnétite	Magnétite	Goethite	MR-1	Magnétite
$\%_{molaire}Pb = 0.6$	$\%_{molaire}Pb = 12.7$	$\%_{molaire}Pb = 0.3$	$\%_{molaire}Pb = 1.6$	$\%_{molaire}Pb = 0.7$	$\%_{molaire}Pb = 0.9$	$\%_{molaire}Pb = 2.4$

- **Pb associé aux bactéries et minéraux** présents dans les systèmes de bioréduction

Conclusion et perspectives

- Bioréduction de ferrhydrite en magnétite
- La présence de métaux (Cu, Pb) impacte la cinétique de bioréduction et la formation de minéraux secondaires
- Faibles teneurs de métaux en solution, faible biodisponibilité
- En fin de bioréduction, métaux (Pb) associés aux minéraux bioformés

Biodisponibilité des métaux dans les suspensions de minéraux ?

Cycles oxiques/anoxiques et concentration de l'inoculum ?

Etude de la bioréduction de ferrhydrite en présence de Cd et Zn ?

Références :

[1]Kumpiene, J. et al., 2017. Pedosphere, Special Issue 27, 389–406.
[2]Panagos, P. et al., 2013. J. Environ. Public Health. 2013, 11 pages.
[3]Alloway, B.J. (Ed.), 2013. Springer Netherlands.
[4]Tiberg, C., 2016. Swedish University of Agricultural Sciences (Doctoral thesis).
[5]Frierdich, A.J. et al., 2011. Geology 39, 1083–1086.
[6]Zegeye, A. et al., 2010. Geobiology 8, 209–222.
[7]Viollier, E. et al., 2000. Appl. Geochem. 15, 785–790.
[8]Ivask, A. et al., 2004. Chemosphere 55, 147–156.
[9]Brandt, K.K. et al., 2006. Env. Tox. and Chem. 25-7, 1738–1741.

Ce travail s'inscrit dans le projet SIGMABIO financé par L'Initiative Lorraine Université d'Excellence (LUE)