

## **Les sédiments de la Xian river (Hunan, Chine) : sources et mobilité de quelques éléments traces**

Sediments of the Xian river (Hunan, China): sources and mobility of selected trace elements

Grosbois, C.<sup>a</sup>, Desmet, M.<sup>a</sup>, Zhang M.<sup>b</sup>, Luo, L.<sup>c</sup>, Shumskykh, M.<sup>a</sup>, Gassama, N.<sup>a</sup>, Peng, Q.<sup>d</sup>, Battaglia, F.<sup>e</sup>,

a Université de Tours. EA 6293 GéHCO, Tours (France) (marc.desmet@univ-tours.fr; cecile.grosbois@univ-tours.fr; mykyta.shumskykh@univ-tours.fr; nathalie.gassama@univ-tours.fr)

b Central South University. School of metallurgy and environment. Changsha (Hunan, Chine) (416651553@qq.com)

c Hunan Agriculture University. College of resource and environment. Changsha (Hunan, China). (luolin69@qq.com)

d ASEM Water Resources Research and Development Center. Changsha (Hunan, China). (asemwater@asemwater.org)

e B.R.G.M. Orléans (France) (f.battaglia@brgm.fr)

### **RÉSUMÉ**

La province du Hunan a une politique de développement économique très active depuis la fin des années 1990, basée à la fois sur la riziculture et des activités minières des plus importantes à l'échelle de la Chine (charbon, antimoine, plomb et zinc). Celles-ci ont alors engendrées un développement industriel important et une augmentation démographique qui, aujourd'hui, dépasse les 10 millions d'habitants pour le triangle urbain Changsha-Zhuzhou-Xiangtan. En étudiant la variabilité spatio-temporelle des éléments traces dans, à la fois les sédiments de la rivière Xian, affluent du Yang Tsé qui traverse ce triangle urbain et de nombreux districts miniers, ainsi que dans une carotte sédimentaire à l'aval d'activités minières (Pb, Zn), la caractérisation des principaux apports en métaux pouvait se mettre en place. De plus, une fois l'identification des métaux les plus enrichis dans les sédiments réalisée, il devenait important de savoir si ce stock de contaminants pouvait être relargué vers la fraction aqueuse et sous quelles conditions ce relargage était maximal. Des expériences de lessivage ont alors été menées dans des conditions stériles ou non, aérobies ou non.

### **ABSTRACT**

Since the late 1990s, the Hunan province has actively developed economic activities, from rice paddies to mining related activities in one of the major mining districts of China (coal, Sn, Pb and Zn). Population increased, being higher 10 millions of inhabitants in the Changsha-Zhuzhou-Xiangtan area. In this study about trace element concentration variability in bed sediments of the Xian river basin and in a core sediment downstream a (Pb, Zn) mining district, the main natural and anthropogenic inputs to the river sediment infill were characterized. In addition, it was more than important to realize if these enriched trace elements could be remobilized towards the interstitial and surface waters and under which specific conditions (aerobic or not, sterile or not). This part of the study was carried throughout leaching experiments during 30 days.

### **MOTS CLES**

Sédiments, Hunan, Xian river, métaux, mobilité, lessivage

## 1 OBJECTIFS ET SITE DE L'ETUDE

La province du Hunan a une politique de développement économique très active depuis la fin des années 1990, basée à la fois sur la riziculture et des activités minières des plus importantes à l'échelle de la Chine (charbon, antimoine, plomb et zinc). Celles-ci ont alors engendrées un développement industriel important et une augmentation démographique qui aujourd'hui dépasse les 10 millions d'habitants pour le triangle urbain Changsha-Zhuzhou-Xiangtan. Les objectifs de ce projet étaient doubles : 1- pouvoir caractériser les impacts sur la qualité des sédiments d'un très large développement urbain et industriel dans un contexte minier très marqué, et 2- pouvoir identifier les conditions favorisant un relargage maximal des contaminants stockés initialement dans le réservoir sédimentaire. Le premier objectif a été réalisé grâce à des campagnes d'échantillonnage de sédiments de surface sur l'ensemble du linéaire fluvial (bassin de la rivière Xiang et ses affluents dans le bassin du Yang Tse (Figure 1) et au prélèvement d'une carotte sédimentaire à l'aval d'un district minier (Pb, Zn) à titre d'exemple pour mieux connaître l'historique des activités minières. Le second objectif a été réalisé en laboratoire avec la mise en place de microcosmes simulant le lessivage des sédiments dans différentes conditions

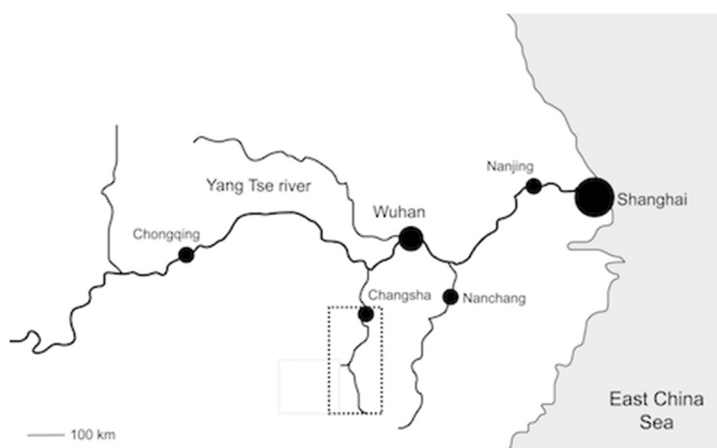


Figure 1 : Localisation du bassin versant étudié avec le principal pôle urbain Changsha-Zhuzhou-Xiangtan.

## 2 PRINCIPAUX RESULTATS

### 2.1 Variabilité spatio-temporelle et identification des sources des contaminants

Sur l'ensemble du cours de la rivière Xiang, les métaux les plus enrichis par rapport au bruit de fond naturel (Song et al, 2010), sont As, Cu, Pb, Sb et Zn (facteurs d'enrichissements compris entre 4 et 10) ainsi que Bi et Cd (compris entre 10 et 50 ; Figure 2). Tous ces éléments traces présentent une évolution des concentrations très fortement corrélées entre elles, indiquant des sources communes, naturelles et anthropiques. Plus spécifiquement, en corrélant les teneurs obtenues pour cette étude à celles d'une archive sédimentaire échantillonnée à l'aval d'un district minier (Pb, Zn) à titre d'exemple de source minière ou à celles d'études passées concernant des sédiments dans le secteur très industrialisé de Zhuzhou (Jiang et al, 2013), la source minière apparaît clairement pour As, Pb et Zn comme le pôle de mélange le plus concentré et les activités industrielles pour Cd et Cu (Figure 2). Les éléments traces reflétant l'influence potentiel du développement urbain sont, quant à eux, plus difficiles à mettre en évidence.

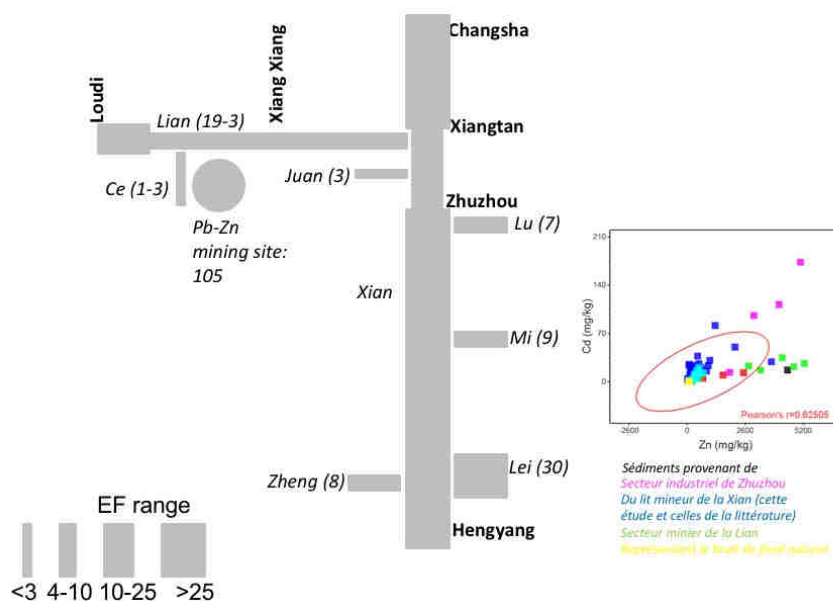


Figure 2 : Evolution spatiale du facteur d'enrichissement en Cd dans les sédiments du bassin de la Xiang

## 2.2 Mobilité des principaux éléments traces enrichis depuis le réservoir sédimentaire

Dans un second temps, 2 approches ont été privilégiées dans ce projet pour accéder à l'identification des paramètres qui contribuent à un plus grand relargage des éléments traces stockés dans les sédiments fluviaux vers la fraction aqueuse (eaux interstitielles et eaux de surface) :

- 1- la caractérisation minéralogique des principales phases porteuses des éléments enrichis est réalisée au MEB pour mieux estimer la stabilité des phases porteuses et comprendre ainsi la mobilité potentielle (=risque de relargage) de ces éléments traces vers la fraction aqueuse
- 2- des expériences de lessivage sont réalisées en conditions contrôlées au laboratoire pour quantifier le relargage des éléments traces sur 30 jours. Ces expériences sont faites avec un rapport sédiment/eau distillée de 10, dans des conditions d'agitation qui permettent aux particules de rester en suspension à la fois dans des conditions aérobies (stériles avec des échantillons passés aux rayons gamma et l'utilisation de matériel autoclavé et non stériles) et dans des conditions anaérobies (sous atmosphère d'azote avec de l'eau distillée désoxygénée, dans des conditions stériles et non stériles). L'ensemble des résultats est en cours d'analyse au moment du dépôt de ce résumé.

## BIBLIOGRAPHIE

- Jiang, M., Zeng, G., Zhang, C., Ma, X., Chen, M. et al, (2013). Assessment of heavy metal contamination in the surrounding soils and surface sediments in Xiawangagn river, Qingshuitang district. PloS ONE, 8, 8, 71176.
- Song, Y., Ji, J., Mao, C., Yang, Z., Yuan, X., Ayoko, G., Frost, R.L. (2010). Heavy metal contamination in suspended solids of Changjiang River — environmental implications. Geoderma, 159, 286-295.