

# **Recherche de candidat.e pour une thèse sur l' Impact de l'érosion et du transfert particulaire sur la dispersion des contaminants en contexte industriel ou d'après-mine**

Mots-clés: Impacts environnementaux, Métaux, Transfert réactif, Érosion

## Résumé :

Depuis la révolution industrielle, de nombreux sites industriels ou miniers sont entrés en exploitation puis ont été fermés lorsque leur rentabilité n'était plus assurée. La dispersion potentielle de contaminants, tels que les Eléments Traces Métalliques (ETMs) depuis ces sites vers l'environnement, est une problématique environnementale majeure. Sous l'effet de la pluie, les ETMs qu'ils contiennent peuvent être transférés sous phase liquide (par infiltration et ruissellement) ou solide (érosion et transport de particules associés à l'impact des gouttes de pluie et au ruissellement). Les contaminants transférés vers l'aval peuvent avoir des effets délétères sur l'environnement et générer des problèmes sanitaires, en fonction de la concentration en ETMs. Le mode de transfert (phase liquide ou solide) va directement modifier les distances de transfert des contaminants et fortement conditionner les plans de gestion à mettre en place pour en limiter les effets. Dans ce contexte, il est donc important de comprendre les mécanismes de transferts d'ETMs dans l'environnement, sous phase liquide et solide. Toutefois, les connaissances permettant de correctement décrire le transfert d'ETMs à la fois sous forme dissoute et particulaire restent très lacunaires dans le cas du ruissellement. C'est pourtant un enjeu particulièrement important dans le contexte du changement climatique, qui se traduit notamment par des événements pluvieux plus violents et plus fréquents.

Ce travail visera donc à la compréhension de la dynamique des ETMs sous forme dissoute et particulaire, par une approche utilisant mesures et modélisation. Il permettra d'améliorer notre compréhension du transfert d'ETMs par ruissellement et érosion dans l'environnement, préalable indispensable à la définition de plan de gestion d'anciens sites industriels ou miniers.

Le travail de thèse se divisera en trois axes :

1. La phase bibliographique qui aura pour objectif i) de permettre à l'étudiant.e d'affiner ses connaissances en termes de mesures et de modélisation de l'érosion et des ETMs ii) d'analyser les modélisations couplées déjà mises en œuvre dans la littérature et de relever les points clés à retenir dans chacun des modèles iii) de définir si des suivis autres que ceux pressentis (proposés ci-dessous) seront nécessaires au paramétrage des modélisations et à leurs validations.
2. Un travail de terrain sera effectué tout au long de la thèse. Ce suivi impliquera un travail sur i) la quantification de l'érosion à l'échelle du site et ii) la détermination des phases porteuses des ETMs.
  - L'érosion sera évaluée à l'échelle du site par le croisement de différentes méthodes : suivi ponctuel simple (piquets de suivis) et suivi spatialisé (relevé par scanner laser terrestre). Chaque méthode présentant des avantages spécifiques en terme de précision et d'étendue de suivi, les deux méthodes seront inter-comparées et croisées.
  - Des prélèvements de sols seront effectués pour analyser leurs contenus en ETMs. Des analyses par fraction granulométriques seront effectuées car cette caractéristique impacte les distances de transport par le ruissellement et donc le transfert vers l'environnement. La minéralogie de la phase solide sera également analysée, et des extractions séquentielles réalisées afin de déterminer les phases porteuses des

contaminants. Cela permettra, en outre, d'implémenter les mécanismes régissant le transport des ETMs (p.ex. sorption) dans les modèles.

- Il est attendu que cette phase de terrain permette de quantifier le transport solide à l'échelle du site, et le contenu de la phase solide en terme d'ETMs. Parallèlement, les prélèvements liquides aux résurgences et dans le cours d'eau, les expériences de lixiviations permettront de quantifier les mécanismes à l'origine du transport dissous afin de les extrapoler à l'échelle du site. Les données acquises alimenteront la réflexion de l'étudiant et serviront à identifier les manques en termes de paramétrage du modèle d'érosion-géochimie.
3. Un travail de modélisation qui portera sur la simulation des processus de transfert des ETMs dans l'environnement à l'échelle du site.
- Il sera dans un premier temps nécessaire d'évaluer la capacité du modèle à reproduire la dynamique érosive du site. Une partie des données acquises pendant la phase de suivi de terrain seront utilisées afin de caler le modèle et une autre partie afin de l'évaluer. Une attention particulière sera donnée à l'évaluation du modèle selon deux critères : sa capacité à reproduire les ordres de grandeurs des taux d'érosions mais également à identifier correctement les zones d'érosion et de dépôt. En parallèle, la prise en compte des mécanismes géochimiques aura au préalable été validée sur des expériences dédiées en laboratoire.
  - À la suite de cela, un effort important sera consacré au couplage entre modèle d'érosion et modèle géochimique. L'étudiant.e profitera en ce sens du travail qui a été réalisé lors d'un projet dédié au Transport de Polluants par Ruissellement et Érosion.

L'étudiant communiquera ses résultats au travers des communications orales lors de congrès et workshop et des publications.

**Profil recherché :** master ou école d'ingénieur en Sciences de la Terre, chimie, ou physique, avec une spécialisation en environnement. Des compétences validées en hydrologie, géochimie/minéralogie, et/ou érosion/géomorphologie sont attendues, soit sur le terrain, soit en laboratoire, soit en modélisation. Des déplacements sur le terrain sont nécessaires, et le permis B serait donc un plus.

**Contacts :** Mathieu Debure ([m.debure@brgm.fr](mailto:m.debure@brgm.fr)) pour l'aspect géochimie/minéralogie, Thomas Grangeon ([t.grangeon@brgm.fr](mailto:t.grangeon@brgm.fr)) pour l'aspect érosion/géomorphologie, Christophe Tournassat ([christophe.tournassat@univ-orleans.fr](mailto:christophe.tournassat@univ-orleans.fr)) pour l'aspect modélisation numérique.

**Date limite de candidature :** les premières candidatures seront analysées à partir du 15 mai et le poste sera ensuite ouvert jusqu'à ce qu'il soit attribué.

**Début de la thèse :** octobre 2022