



UNIVERSITÉ
JEAN MONNET
SAINT-ÉTIENNE



CNRS UMR 6524 LMV

OFFRE DE THESE

Traçage des processus de transformation des agrégats métalliques d'origine anthropique (laitiers) par une approche multi-méthodes (magnétisme, minéralogie, chimie).

Type d'offre : offre de thèse

Financement : public, Université Jean Monnet, Saint Etienne, France

Lieu de travail : Faculté des Sciences et Techniques, UJM, Saint Etienne, France

Spécialité : Sciences de la Terre, Environnement, Sciences des matériaux

Date de fin de candidature : 30 avril 2017

La thèse s'effectuera au sein d'une équipe de recherche en sciences de la Terre (antenne stéphanoise du laboratoire Magmas et Volcans, CNRS UMR6524 LMV). Le laboratoire Magmas et Volcans comprend trois équipes : Géochimie, Pétrologie expérimentale et Volcanologie. Le sujet de thèse proposé s'appuie sur les domaines d'expertises et les moyens analytiques des équipes Géochimie et Pétrologie expérimentale et s'inscrit dans les travaux de recherche du GIS PILoT (Groupement d'intérêt scientifique Redéploiement Post-Industriel Loire et territoires urbains) centrés sur la requalification des sites industrielles.

Description du sujet de thèse

Le passé industriel du département de la Loire et plus largement de la région Rhône-Alpes a laissé en héritage de nombreux crassiers métallurgiques de superficie et volume importants limitant fortement les possibilités de dépollution et impliquant une gestion sur site. Ces matériaux anciens à forte teneurs en éléments traces métalliques (ETM) – Al, Cr, Zn, Mo etc - sont généralement caractérisés à l'issue de leur production ou lorsque la question de la mise en décharge se pose. Sont alors pratiquées des analyses chimiques totales sur le solide et des analyses chimiques des lixiviats. L'évolution des matériaux sous l'action de l'eau de pluie lors de leur stockage en surface sur de longues périodes de temps (plusieurs années à plusieurs décennies) n'est que peu abordée dans le cadre de leur gestion or les transformations minérales intervenant lors des processus d'altération chimique peuvent modifier la mobilité des contaminants et ainsi modifier l'impact environnemental de ces crassiers historiques.

Le programme de thèse s'attachera à tracer les processus de transformations minéralogiques des agrégats métalliques contenus dans les Laitiers d'Acierie à Four Electrique (LAFE) et donc à tracer les contaminants potentiels depuis les agrégats initiaux vers les agrégats secondaires. L'approche proposée est une approche multi-méthode (magnétisme, géochimie, et minéralogie) et multi-échelle spatiale (grain, agrégats, terrain) et temporelle (sous l'influence des conditions météorologiques réelles: étude terrain ; et accélérée : altération expérimentale). Le site d'étude est le site atelier de Châteauneuf – Loire (Réseau Safir ; <http://www.safir-network.com>).

Les questions scientifiques posées sont les suivantes :

- Quels sont les ETM mobilisés par l'action de l'eau ? En quelle proportion ?
- Quelles sont les transformations subies par les phases minérales/agrégats initialement présent(e)s ?
- Quel est le comportement des phases/agrégats secondaires lors de l'altération ?
- Quels sont les modes et la cinétique des transformations ?

Afin de répondre à ces questions sera réalisé un travail de suivi de l'évolution des propriétés magnétiques, minéralogiques et chimiques des matériaux (i) à l'échelle du terrain en conditions météorologiques réelles ; (ii) à l'échelle du laboratoire par des expérimentations de pétrologie.

Ces deux approches devront permettre de modéliser et identifier des processus régissant les transformations minéralogiques (cristallisations de phases et d'agrégats secondaires) et de

déterminer leurs conséquences sur les priorités physico-chimiques (en particulier sur les propriétés magnétiques).

La finalité du travail est de coupler les approches à différentes échelles, spatiales et temporelles pour proposer une évolution type du matériau étudié au cours du temps.

Volets analytiques. Le candidat bénéficiera des moyens analytiques et expérimentaux du LMV, en particulier ceux des plateformes localisées à Saint-Étienne qui seront utilisées pour :

- 1- *Caractériser les propriétés magnétiques des matériaux.* La plateforme « magnétisme des roches » qui est constituée d'équipements permettant des mesures : (i) de la susceptibilité magnétique en fonction de la température (de -173°C à 700°C) afin de préciser la minéralogie magnétique, (ii) de la susceptibilité magnétique totale de différents types de matériaux solides (plus ou moins agrégés) en laboratoire et via des équipements portatifs permettant des mesures de susceptibilité magnétique sur le terrain, et (iii) d'anisotropie de susceptibilité magnétique (ASM).
- 2- *Mener des expériences d'interactions fluides-roches.* Le travail proposé nécessitera l'utilisation d'autoclaves permettant de travailler entre la température ambiante et 300°C, à des pressions de vapeur saturante.
- 3- *Réaliser les caractérisations géochimiques de matériaux et fluides.* Les matériaux seront caractérisés par XRF portable à l'échelle terrain. Les échantillons de fluides et de solides seront ensuite plus finement caractérisés par des analyses chimiques par ICP-MS, cela nécessitera un travail de préparation des échantillons en salle blanche.

Profil des candidats :

Le/la candidat(e) aura de bonnes connaissances en pétrologie et/ou chimie minérale, géochimie, pétro-physique, mécanique des fluides. Une expérience en laboratoire sera appréciée. Le/la candidat(e) devra faire preuve d'un bon esprit pratique et d'un goût prononcé pour l'expérimentation. Il/elle devra avoir une sensibilité pour les outils numériques modernes (SIG, modélisation PhreeqC). Il/elle devra faire preuve de rigueur et d'autonomie dans son travail. Une bonne ouverture d'esprit et un esprit d'équipe permettant de s'intégrer dans l'équipe de recherche et interagir avec les scientifiques des autres établissements collaborant au projet sont des atouts supplémentaires pour mener à bien cette thèse.

Dossier de candidature : CV + lettre de motivation, relevé de notes L3, M1 et M2, + lettre de recommandation. Les dossiers de candidature doivent être envoyés par courrier électronique à Véronique Lavastre (veronique.lavastre@univ-st-etienne.fr), Jérôme Bascou (jerome.bascou@univ-st-etienne.fr) et Damien Guillaume (damien.guillaume@univ-st-etienne.fr) **AU PLUS TARD LE 30 AVRIL 2017.**

Contact : Jérôme Bascou (jerome.bascou@univ-st-etienne.fr, Tél : 04 77 48 51 24), Véronique Lavastre (veronique.lavastre@univ-st-etienne.fr, 04 77 48 15 85), Damien Guillaume (damien.guillaume@univ-st-etienne.fr, 04 77 48 15 11)