

Sujet de stage de Master 2 : étude de la réactivité de résidus de traitement d'une ancienne mine de tungstène : implication sur la mobilité des métaux (tungstène et bismuth) dans l'environnement.

Contexte et positionnement de l'étude :

Dans les années 1960 à 1980, de nombreux déchets miniers ont été générés en France suite aux activités minières ; dans ce contexte, des résidus de traitement d'anciennes mines de métaux (comme le tungstène) et de métalloïdes (comme l'arsenic) ont généralement été stockés en surface, sans protection contre les agents atmosphériques ou biologiques, aboutissant à leur altération au cours du temps. Des études scientifiques se doivent donc d'être menées pour mieux connaître l'empreinte environnementale de ces résidus, et en particulier la mobilité de ces éléments chimiques au sein des sols et des eaux. Ces informations permettront ainsi d'apporter aussi des éléments de réponses quant aux pistes de réhabilitation envisagées pour ces environnements.

Cette offre de stage de master 2 s'inscrit dans le cadre de l'ANR Rexel, débutée en 2025, coordonnée par le laboratoire GEOPS de Paris Saclay et dans laquelle les laboratoires E2Lim de l'Université de Limoges et IC2MP de l'Université de Poitiers sont partenaires ; ce projet vise à apporter des contributions scientifiques à la compréhension des processus couplés hydrologiques et chimiques gouvernant la remobilisation et la rétention de As, Bi et W des résidus de traitement, et ainsi estimer l'atténuation naturelle et la résilience des systèmes géologiques de surface exploités par l'Homme.

Etude menée par la/le stagiaire :

Le travail du ou de la stagiaire consistera en 3 étapes qui pourront être menées en parallèle :

- (i) La mise en place de dispositifs expérimentaux permettant de mesurer la réactivité de résidus de traitement (un ou deux seront choisis en fonction de leurs caractéristiques minéralogiques et chimiques), notamment par lixiviation par de l'eau de pluie, en conditions statique et dynamique (utilisation de réacteur en circulation avec potentiellement différents débits) - cette réactivité sera obtenue en utilisant les outils de géochimie pour les majeurs et métaux relargués dans les eaux (chromatographie ionique, absorption atomique ou ICP-optique, ICP-MS pour Bi et W) et celles de caractérisation du solide avant et après expérience (minéralogie par diffraction des rayons-X, éventuellement quantitative, et pétrographie par microscopie électronique à balayage).
- (ii) L'étude de la réactivité d'un ou deux minéraux purs synthétiques, contenant W et/ou Bi (collaboration avec une doctorante du projet pour la synthèse) et présent(s) dans le(s) résidus de traitement dont la réactivité aura été étudiée – pour cette étape, les résultats seront obtenus avec les mêmes outils analytiques que ceux utilisés pour le point (i) et notamment en réacteur en circulation (obtention de données cinétiques en dynamique).
- (iii) Une étude bibliographique permettant de faire le point sur les constantes de stabilité (thermodynamiques) et cinétiques de dissolution des phases contenant W et Bi, et d'intérêt pour les résidus de traitement étudiés, qui existent dans la littérature (étape essentielle en vue d'une modélisation de transport réactif qui est prévue par la suite dans l'ANR).

Une continuité de ces travaux *via* une thèse de doctorat (3 ans) est possible.

Durée du stage : entre 5 et 6 mois (idéalement entre le 1 février et le 30 juillet 2026 ; flexible en fonction des disponibilités du stagiaire).

Gratification : ≈ 630 € net/mois (selon tarification en vigueur en 2026).

Profil et compétences du (ou de la) candidat(e) : Le/la candidat(e) (master 2 ou dernière année école d'ingénieur) devra avoir un niveau suffisant de connaissances en géosciences, géochimie et/ou minéralogie-pétrographie et/ou matériaux ; il/elle devra avoir un réel intérêt à mener un travail expérimental et de caractérisation (eau et solide), pour mieux comprendre la réactivité d'échantillons naturels complexes anthropisés. Le/la candidat(e) devra travailler en équipe et sera amené(e) à discuter de publications scientifiques en anglais. En fonction du, ou de la, candidat(e) retenu(e) et de sa préférence, le lieu du stage se déroulera soit dans le laboratoire E2Lim de l'Université de Limoges, soit dans le laboratoire IC2MP de l'Université de Poitiers. Dans les 2 cas, plusieurs missions sur l'autre site seront à prévoir pendant le stage, et une sortie sur le terrain minier est également envisagée.

Contacts pour informations et dépôt de candidature : envoyer un CV et une lettre de motivation à Valentin Robin (valentin.robin@unilim.fr; E2Lim, Limoges) et (emmanuel.tertre@univ-poitiers.fr; IC2MP, Poitiers).