

STAGE #1 RECH

"RAMSES Monitoring of Radium and thallium in the vicinity of Mining Sites: coupling isotopic measurements to thin-films in situ sensors"

Le radium (Ra) et ses descendants sont des contaminants potentiels des écosystèmes aquatiques dans l'environnement proche des sites d'extraction d'uranium (U). Bien que la concentration du Ra dissous puisse s'élever classiquement jusqu'à quelques 10^{-13} M sur les sites miniers (10^{-13} M est équivalent à 0,8 Bq/L de ^{226}Ra), la surveillance des sites en activité ou fermés, nécessite de pouvoir aussi mesurer les faibles concentrations de Ra du fond géochimique (de l'ordre de 10^{-15} M, avec une maille spatiale resserrée (ou une résolution verticale améliorée dans la zone hyporhéique d'une rivière) et une fréquence adaptée. Par ailleurs, la spéciation du Ra et sa mobilité sont insuffisamment caractérisées (en particulier, sa réactivité dans les zones de transition redox, son transfert à l'interface nappe-rivière et son interaction avec les macromolécules organiques naturelles).

Quant au thallium (Tl), contaminant également des écosystèmes aquatiques plus toxique que le mercure, des enrichissements sont enregistrés fréquemment dans les eaux d'exhaures minières (souvent plus de 1000 fois le fond géochimique qui est de l'ordre de 10^{-11} M ; Couture *et al.*, 2011; Law and Turner, 2011 ; Casiot *et al.*, 2011 ; Xiao *et al.*, 2012). Présent en solution principalement à l'état d'oxydation +I, cet élément est relativement mobile et échappe au traitement des eaux visant à retenir Ra (Peter and Viraraghavan, 2005). Le Tl est considéré dans cette étude à travers ses isotopes stables (203 et 205) comme un traceur potentiel de la contribution des eaux d'exhaure minières à l'hydrologie locale, dont les concentrations peuvent être déterminées simultanément à celle du Ra par HR-ICP-MS.

Afin d'optimiser la surveillance environnementale du Ra, de mieux comprendre sa dynamique biogéochimique et quantifier son transfert en aval des sites miniers, nous proposons de tester une alternative aux protocoles actuels. Elle repose sur l'utilisation dans le milieu à échantillonner, de capteurs passifs centimétriques de type DGT (diffusive gradient in thin-films), développés spécifiquement par l'IPGP pour la pré-concentration *in situ* du couple Ra-Tl. La mise en solution du Ra et du Tl fixés par le DGT permettra ainsi d'explorer après analyse en HR-ICP-MS, (1) la distribution des rapport élémentaires Ra/Tl sur nos sites d'études, et (2) après analyse en MC-ICP-MS, démontrer l'intérêt de l'apport des outils isotopiques $^{226}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ (reporté en rapport d'activité) et $^{205}\text{Tl}/^{203}\text{Tl}$ (reporté en $\epsilon^{205}\text{Tl}$: partie par 10 000), permettant de mettre en évidence les processus de rétention du Ra et de contraindre les proportions de mélanges entre eau souterraine, eau traitée et eau de surface ou hyporhéique. Les DGT Ra-Tl seront testés sur le terrain en Pologne et dans le Massif Central. Ce stage de master débouche sur une thèse co-financée par l'IRSN.

Responsables : E. Viollier et J. Gaillardet (Institut de Physique du Globe de Paris, Equipe de Géochimie des Eaux & Equipe de Géochimie et Cosmochimie), Collaboration extérieure : IRSN Fontenay-Aux-Roses, Contact : Eric Viollier, viollier@ipgp.fr