

Intitulé du sujet de thèse

Impact des interactions microorganismes-matière organique sur la spéciation et la biodisponibilité de l'uranium(VI) dans un sol végétalisé d'une zone humide.

Mots clés : bio-géochimie, matière organique, uranium

Description du sujet

La biodisponibilité de l'Uranium (U) pour les plantes est dépendante de sa spéciation dans le sol végétalisé. Les matières organiques (MO) naturelles interviennent dans le contrôle de la spéciation de l'U dans les zones humides (ZH) et les sols végétalisés, favorisant sa mobilisation (formation de complexes aqueux métallo-organiques) ou son immobilisation (co-adsorption avec les MO à la surface des minéraux). Ces MO sont des assemblages supramoléculaires (de centaines de constituants organiques de natures distinctes) dont les compositions et réactivités vis-à-vis des métaux et des minéraux varient au sein d'un profil de sol. Cette variabilité peut être fonction des communautés bactériennes (dégradation des MO) et/ou de l'adsorption préférentielle de certains constituants des MO aux interfaces minéral-solution. En particulier, l'impact des microorganismes sur l'enrichissement en U des sols végétalisés des ZH reste à éclaircir. Les hypothèses à tester sont le contrôle indirect des communautés bactériennes sur la spéciation de l'U, c.-à.d. via la dégradation des MO (suivie ou non de la sorption d'espèces organiques ayant une forte affinité pour l'U) ou le contrôle direct (bio-sorption, -accumulation ou -minéralisation). L'objectif du travail de thèse proposé est d'identifier le rôle des microorganismes des sols végétalisés de la ZH de Rophin (Puy de Dôme) sur la spéciation (aqueuse et de surface) de l'U, en particulier sur la spéciation organique de l'U impliquant les MO complexes des sols, et leur impact sur la labilité et la biodisponibilité de l'U pour les plantes.

Des expériences d'incubation en laboratoire seront réalisées dans des conditions favorisant l'activité microbienne et donc la dégradation de la matière organique sur (i) des systèmes « simplifiés » permettant d'étudier spécifiquement les interactions MO-minéral-bactéries-U et sur (ii) des échantillons de sol prélevés dans l'horizon de surface végétalisé de la ZH. Les systèmes dits « simplifiés » seront des mélanges binaires ou ternaires composés d'un minéral, l'hématite, pris comme un modèle des oxy-hydroxydes de fer, -lesquels sont omniprésents dans les sols végétalisés de la ZH de Rophin-, des MO extraites (et purifiées) à partir du sol prélevé, et d'un consortium bactérien enrichi à partir de ce même sol, auxquels on ajoutera de l'U(VI). Pour chacun des systèmes, on caractérisera la distribution de l'U entre phases aqueuse, solide (MO-hématite/sol) et bactéries. La spéciation de l'U en solution ou à la surface de l'hématite sera caractérisée par un panel de méthodes complémentaires (SEC, ESI-FTMS, ATR-FTIR). En parallèle, les MO seront caractérisées par des méthodes spectroscopiques (UV, fluorescence) et également à l'échelle moléculaire (ESI-FTMS). Les populations bactériennes seront suivies pendant les incubations par métabarcoding du gène 16S. Enfin, la biodisponibilité de l'U sera évaluée à l'aide d'un dispositif de type RHIZOtest® (norme ISO 16198). Ce biotest sera réalisé avant et après l'incubation de l'échantillon de sol « brut », mais également sur les systèmes modèles binaires et ternaires (MO-bactérie-(hématite)-U(VI)) étudiés, qui seront alors mélangés à de la silice inerte afin de former un substrat solide en quantité compatible avec l'utilisation de ce dispositif. Ces recherches utilisant à la fois des approches mécanistes et opérationnelles, et des techniques avancées de chimie et microbiologie, permettront de préciser le rôle des interactions microorganismes-MO sur la spéciation et la biodisponibilité de l'U et d'appliquer

ces connaissances à l'interprétation des mesures réalisées sur les sols végétalisés de Rophin.

Lieux de travail : IRSN - Cadarache - Provence-Alpes-Côte d'Azur – France et IPHC – Strasbourg – France. **Début de la thèse** : Septembre 2021.

Profil du candidat

Compétences demandées : Master 2 ou école d'ingénieur. Compétence en chimie, chimie-physique, chimie analytique, géochimie, science de l'environnement. Age limite : 26 ans sauf dérogation.

Contacts : mireille.delnero@iphc.cnrs.fr ; laureline.fevrier@irsn.fr