

Sujet de stage MASTER 2

Etude de l'évolution chimique et microstructurale de matériaux cimentaires bas-pH à 70°C en interaction avec une roche argileuse dans le contexte du stockage des déchets radioactifs

Durée : 6 mois avec extension de 2 mois envisageable.

Lieu : IRSN – Fontenay aux Roses (92)

Encadrant : Alexandre Dauzères

Contact : alexandre.dauzeres@irsn.fr

Profils possibles des candidats : universitaire ou école d'ingénieur – chimie du solide et/ou géosciences avec connaissances des outils analytiques. Une connaissance des matériaux cimentaires serait souhaitable mais pas obligatoire.

En France, les options retenues à ce jour pour le stockage géologique de déchets radioactifs prévoient l'utilisation de volumes importants de matériaux cimentaires en contact avec des matériaux argileux. Au niveau des zones de scellement des alvéoles de stockage, des galeries et des liaisons jour/fonds, les interactions entre ces deux matériaux pourraient s'avérer problématiques. En effet, en raison de la charge alcaline très importante composant l'eau porale des ciments Portland, l'argilite pourrait voir ses propriétés de rétention et de diffusion altérées. De l'autre côté le matériau cimentaire exposé à l'eau naturelle multi-ionique de la roche argileuse pourrait quant à lui subir des dommages pouvant remettre en cause la pérennité de l'infrastructure notamment celle des massifs d'appuis devant contenir sur plusieurs milliers d'années le gonflement des bouchons en argile gonflante qui scellent les ouvrages.

Pour remédier à la problématique de la charge alcaline, des matériaux cimentaires bas-pH ont été développés (ciment portland + ajouts pouzzolaniques). Si l'objectif de réduction de la perturbation physico-chimique des argiles a bien été atteint, se pose désormais la question du vieillissement de ce type de matériau cimentaire en environnement naturel agressif. Aux perturbations préalablement décrites viennent se superposer toute une série de transitoire hydrique, thermique et gazeux rendant compliqué la compréhension du système. La température notamment (liée à la décharge exothermique des colis de déchets) pourrait avoir un rôle sur les cinétiques d'altération des matériaux.

Le projet CEMTEX (CEMent Temperature EXperiment) a été démarré en février 2012 sur la station expérimentale de Tournemire pour étudier l'évolution des matériaux à base de ciments Portland et bas-pH dans un environnement argileux in situ à 70°C (Lalan, 2016, Lalan et al., 2016) : 3 essais sur

ciment Portland ont été démarrés en février 2012 pour 1, 2 et 5 ans ; 3 essais sur un premier type de bas-pH (formulation T1 – Codina et al., 2007) en juin 2012 ; 3 essais sur un second type de bas-pH (CEMIII Rombas + FS – Poyet et al., 2014) en avril 2016.

L'objectif du stage est de caractériser l'évolution de la physico-chimie (microstructure, chimie minérale, minéralogie, surface spécifique) des matériaux cimentaires sur l'ensemble des essais qui seront terminés au printemps 2017, à savoir 6 essais. Le stagiaire aura à sa disposition les outils analytiques du laboratoire LUTECE de l'IRSN à Fontenay aux Roses pour mener à bien son projet de recherche : MEB-EDS, DRX, MET, 2 microtomographes RX, BET, Pycnométrie He, COT-Metre solide, ainsi que tout un panel d'outils nécessaires à la préparation du solide : scie à fil, polisseur ionique, équipement d'imprégnation, boîte à gants...

Le stagiaire participera aux campagnes de prélèvements des essais CEM 5 et CEBAMA 1 qui se dérouleront en février et juin 2017 sur la station expérimentale de Tournemire.

En fonction de l'avancée du projet, un déplacement de plusieurs jours en Finlande pour travailler en collaboration avec le laboratoire de Radiochimie de l'Université d'Helsinki est envisagé pour réaliser des analyses par autoradiographies d'échantillons imprégnés de résine dopée en ^{14}C .

Ce stage permettra au candidat, en fonction de son investissement, de sortir avec un bagage solide en caractérisation du solide, analyse d'image et chimie des matériaux cimentaires.