



Thèse de doctorat

« Couplage entre processus chimiques et mécaniques lors de l'hydratation d'une bentonite en température »

Dans le cadre des études sur l'utilisation de barrières ouvragées pour le confinement des déchets, il est encore nécessaire de décrire et quantifier clairement les mécanismes hydrauliques, mécaniques, chimiques et minéralogiques ayant lieu dans les barrières hydrauliques de type bentonite pour des températures comprises entre 100 et 150°C. Pour progresser sur cette thématique, le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) et l'ISTO (Institut des Sciences de la Terre d'Orléans) proposent un sujet de thèse s'inscrivant dans le projet européen Horizon 2020 EURAD, qui regroupe les principaux acteurs européens du stockage de déchets radioactifs.

La thèse a pour objectif : (1) de quantifier les pressions de gonflement d'une bentonite pour des températures $\geq 100^\circ\text{C}$ lors de son hydratation et (2) évaluer la génération d'une surpression pour des températures élevées ($\geq 100^\circ\text{C}$) du fait de mécanismes physico-chimiques couplés, à différentes échelles d'organisation microstructurale (gonflement de l'argile et déshydratation des espaces interfoliaires des smectites) en jeu à l'interface eau/argile. Des approches expérimentales et de modélisation sont envisagées et prendront conjointement en compte les processus mécaniques et chimiques. En particulier, les expériences d'hydratation de la bentonite permettront une acquisition macroscopique de la pression de gonflement tout en suivant en cours d'expérience l'évolution de la microstructure porale de la bentonite à l'aide de techniques de nanotomographie et de diffraction des rayons X. Une approche intégrée de modélisation permettra l'interprétation de ces expériences en prenant en compte les différents processus chimiques, mécaniques et hydrauliques en jeu dans les conditions chimiques et de température des expériences.

Le candidat devra être un étudiant titulaire d'un master en géosciences ou géomécanique. Des connaissances en géomécanique, géochimie et minéralogie sont souhaitées. L'étudiant devra être motivé par le travail de recherche, aussi bien en laboratoire au travers de développement d'expérimentation et de mesures que par des approches de modélisation. Il/elle devra faire preuve d'autonomie dans son travail et de rigueur scientifique dans son approche des questions scientifiques. Un bon niveau d'anglais est nécessaire pour valoriser son activité au travers de publications dans des revues internationales.

L'étudiant sera inscrit à l'Université d'Orléans, dans l'école doctorale Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers (EMSTU).

Pour postuler, veuillez accompagner votre candidature de votre curriculum vitae, d'une lettre de motivation portant sur vos intérêts de recherche, de vos relevés de notes en Master et de votre classement ainsi que les noms et coordonnées de trois personnes pouvant vous apporter une

recommandation. Contacts : Joachim TREMOSA (j.tremosa@brgm.fr) ; Stéphane GABOREAU (s.gaboreau@brgm.fr) ; Hugues RAIMBOURG (hugues.raimbourg@univ-orleans.fr).



PhD. thesis

“Chemical and mechanical coupling during the hydration of bentonite at high temperature”

In the framework of nuclear waste disposal, the hydrological, mineralogical and mechanical behavior of bentonite, when exposed to high temperatures (100 to 150°C) is a major scientific issue. To tackle this scientific issue, the BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, France) and ISTO (Institut des Sciences de la Terre d'Orléans) offer a Ph.D. position, within the EURAD Horizon 2020 European project, which unite the main European actors of nuclear waste geological storage.

The purpose of the Ph.D. is to assess the overpressure generated by swelling clays when hydrated at high temperature ($\geq 100^\circ\text{C}$). These overpressure result from water-mineral interactions at different scales, from interlayer space within smectite crystallite to pore space between clay aggregates. We will tackle these mechanical and chemical issues using a combined approach of experiments and modelling. Bentonite hydration experiments will consist in monitoring the swelling pressure while following the bentonite pore microstructure evolution over the experiment using nano-tomography and X-ray diffraction techniques. These experiments will be interpreted using numerical codes integrating chemical interactions and mineralogical reactions.

The student should have a master degree in Earth Sciences or geomechanics, with a background in geochemistry and geomechanics, and willing to strengthen his/her expertise in these topics during the Ph.D.. The candidate should be motivated by research work in the lab and by modelling approach. He/she should be independent in his/her work and have a rigorous approach of scientific issues. Fluent english is necessary to publish his/her results in international publications.

Please send your application with a curriculum vitae, a one page statement of research interests, Master academic transcript and rank and names and contact details of three potential references.

Contacts : Joachim TREMOSA (j.tremosa@brgm.fr) ; Stéphane GABOREAU (s.gaboreau@brgm.fr) ; Hugues RAIMBOURG (hugues.raimbourg@univ-orleans.fr).