

Caractérisation expérimentale et modélisation numérique des propriétés anisotropes hydrauliques et THM de l'argilite du Callovo-Oxfordien

Contexte et motivations de la thèse

Dans le cadre du développement du centre de stockage de déchets radioactifs Cigéo en Meuse/Haute-Marne, de nouvelles campagnes de caractérisation sont prévues, avec la réalisation des premiers forages dans la zone d'implantation de l'INB Cigéo et le développement des ouvrages souterrains, pour confirmer les paramètres hydromécaniques de l'argilite du Callovo-Oxfordien et réduire si possible les incertitudes. Si beaucoup d'essais ont été réalisés dans le passé, le développement de nouveaux protocoles d'essais ou de dispositifs innovants pourrait permettre d'améliorer cette caractérisation au regard de la variabilité minéralogique et de réduire les incertitudes. La caractérisation des propriétés hydromécaniques du Callovo-Oxfordien sur échantillons est complexe du fait de son comportement intrinsèque anisotrope et de sa très faible perméabilité, de ses capacités de gonflement, du fluage et de la désaturation initiale induite par le prélèvement et la préparation des échantillons. Par ailleurs, la phase exothermique des déchets entraîne un échauffement de la roche argileuse hôte dans les zones situées à proximité des excavations. Les propriétés thermiques de ces roches argileuses doivent donc être connues afin d'optimiser la conception du stockage.

Le laboratoire GeoRessources, et plus particulièrement l'équipe HGM (HydroGéoMécanique multi-échelles), est impliqué depuis de 3 décennies dans des expériences de laboratoire visant à caractériser la perméabilité et le comportement couplé THM (Thermo-Hydro-Mécanique) de l'argilite du Callovo-Oxfordien. La thèse proposée s'inscrit dans la continuité de ces travaux antérieurs. Elle est motivée par la nécessité de développer de nouvelles techniques de caractérisation de ces propriétés sur échantillons d'une roche argileuse anisotrope.

Objectifs de la thèse

L'objectif des travaux de thèse sera de proposer de nouveaux protocoles d'essais et des dispositifs de mesure innovants, ainsi que la méthodologie (analytique, modélisation numérique) de détermination des paramètres et des incertitudes associées, pour mieux caractériser les propriétés couplées THM de base (coefficients élastiques, coefficients de couplage de Biot, conductivité et diffusivité thermique, dilatation thermique) d'une roche argileuse anisotrope, et la perméabilité (en régime permanent et transitoire). La connaissance de ces propriétés dans des conditions expérimentales très complexes est essentielle pour évaluer la faisabilité et la sûreté à long terme du stockage souterrain de déchets radioactifs. À titre d'exemple, la méthode dite « harmonique » pour la mesure de la perméabilité en régime transitoire sera développée et il pourrait être envisagé de mettre au point des dispositifs permettant de déterminer, sur un même échantillon, des paramètres élastiques statiques et dynamiques et leurs corrélations. Les difficultés résident dans la très faible perméabilité de la roche argileuse, le contrôle parfait de son degré de saturation, son anisotropie structurale (isotropie transverse), et son hétérogénéité naturelle nécessitant une étude statistique de ses propriétés. Les essais HM et de perméabilité seront réalisés dans des cellules de compression triaxiale spécifiques avec mesure des déformations et contrôle parfait de la température. Les

propriétés thermiques seront déterminées à l'aide de dispositifs spécifiques (Optical scanning, dilatomètre). L'interprétation des mesures de perméabilité en régime transitoire (pulse test, méthode harmonique) nécessitera l'utilisation de solutions analytiques et des modélisations numériques (COMSOL Multiphysics®).

Compétences scientifiques recherchées

Base solide en mécanique des milieux continus, mécanique des roches, transferts en milieux poreux, physique des roches, modélisation numérique. Des connaissances en géomatériaux seront appréciées. Le goût et intérêt pour les expérimentations en laboratoire sont indispensables. Motivation et esprit d'initiative, capacité de travailler en équipe.

Détails du contrat

Durée : 3 ans (Octobre 2026 à Octobre 2029)

Salaire brut (thèse Andra) : environ 2200 € par mois

Sous réserve d'acceptation de la candidature par l'Andra (audition du(de la) candidat(e) prévue dernière semaine de Mars 2026).

Dossier de candidature

Date limite de candidature : **20 Mars 2026**

Documents à fournir :

- Lettre de motivation
- Curriculum vitae
- Copies des certificats de chaque diplôme universitaire et rapport de notes du Master
- Lettre de recommandation

Eligibilité :

- Tou(te)s les candidat(e)s intra-communautaires peuvent postuler
- Les candidat(e)s extra-communautaires ayant déjà un statut d'étudiant(e) en France peuvent également postuler
- Les candidats doivent détenir un diplôme de Master ou équivalent
- Les candidats dont la langue maternelle n'est pas le français doivent posséder des compétences en anglais écrit et oral

Encadrement et contact

Dragan GRGIC (directeur de thèse) : dragan.grgic@univ-lorraine.fr

Albert GIRAUD (co-directeur de thèse)

Laboratoire UMR7359 [GeoRessources](https://georessources.univ-lorraine.fr/), Université de Lorraine – CNRS

Équipe HGM (Hydro-Géo-Mécanique Multi-Echelles)

ENSG - Campus Brabois - "Bat. E"

2 rue du Doyen Marcel Roubault

54518 Vandoeuvre-lès-Nancy, France

<https://georessources.univ-lorraine.fr/>

