

## **Etude microstructurale de l'argilite auto-colmatée dans un contexte de fissuration et aux interfaces bétons-argilite**

### **Etat des lieux**

Dans le cadre du programme scientifique de l'Andra, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, les actions lancées notamment au travers des Groupements de Laboratoires (GL) ont permis d'acquérir une bonne connaissance de la microstructure de l'argilite saine. Les techniques mises en œuvre pour caractériser cette microstructure incluent notamment les techniques de microtomographie de rayons X, de microscopie électronique à balayage classique et couplée à un système FIB (*Focused Ion Beam*) en 3D et d'autoradiographie. La technique de FIB/SEM permet de réaliser des observations 3D de volumes de l'ordre de quelques  $\mu\text{m}^3$  avec une résolution de l'ordre de la dizaine de nanomètres, ce qui donne accès à la quantification de la distribution spatiale des macropores et des mésopores ; cette technique est de fait au centre des études microstructurales. Des travaux de modélisation à petite échelle sont réalisés en parallèle et utilisent directement les résultats issus de la caractérisation. Ces modélisations, soit à l'échelle du réseau de pores pour les transferts multiphasiques (UPMC, IMFT), soit à l'échelle du pore (PECSA, IFPEN) ont pour ambitions de faire le lien entre l'observation à petite échelle, la microstructure du matériau et les propriétés macroscopiques mesurées.

### **Objectif du post-doc**

L'objectif de ce post-doc est d'améliorer la compréhension aux petites échelles des processus d'auto-colmatage dans l'argilite et à l'interface béton/argilite. Pour cela, le travail s'appuie sur l'important retour d'expériences acquis dans le programme scientifique de l'Andra (GL Transfert et GL Transfert de Gaz), concernant les analyses microstructurales, les modèles de réseaux de pores et les mesures macroscopiques de transfert d'eau, de solutés et de gaz.

### **Contexte du travail**

Lors du creusement du stockage souterrain, la réorganisation du champ de contrainte autour des ouvrages conduit à un endommagement des argilites. Cet endommagement se traduit par la création d'un réseau de fractures qui s'organise en deux zones : (i) une zone dans laquelle le réseau de fractures est dense et fortement connecté, (ii) une zone plurimétrique caractérisée par des fractures isolées de faible conductivité hydraulique.

Le devenir de la zone endommagée après la fermeture du stockage est un enjeu important vis-à-vis des transferts d'eau et de soluté le long des galeries. Les observations ont montré que lors de la resaturation des ouvrages en phase de post-fermeture, les fractures générées lors du creusement et de l'exploitation du stockage pouvaient s'auto-colmater et conduire ainsi à une diminution significative des perméabilités à l'eau de la zone endommagée. Cet auto-colmatage résulte de réarrangements minéraux et de la porosité associée en pourtours des fractures. Les processus principalement impliqués dans l'auto-colmatage sont (i) le gonflement interfoliaire des phases smectitiques, (ii) le gonflement inter-particulaires par effet osmotique, (iii) l'obstruction des fissures par agrégation de particules. Ces processus conduisent à un réarrangement structural au sein de la zone auto-colmatée conditionnant les propriétés hydromécaniques et de transfert. Bien que l'auto-colmatage ait pu être mis en évidence pour l'argilite, très peu d'informations existent sur les phénomènes texturaux à très petites échelles (NEA, 2009). Il existe également très peu de données sur l'efficacité de l'autocolmatage pour différents contextes mécaniques (par ex. en fonction de l'ouverture des fractures), hydrodynamique (par ex. en fonction de débit d'eau dans la fracture), chimiques (composition de l'eau circulante, par exemple : eau de site ou eau cimentaire) et aux interfaces bétons-argilite.

Les approches envisagées consistent à mettre en œuvre un ensemble de caractérisations microstructurales à partir d'échantillons dont l'efficacité de l'auto-colmatage a été quantifiée pour différents contextes mécaniques et chimiques. L'étude s'appuiera, en particulier, sur les essais en cours de réalisation : (i) au sein de Laboratoire de Mécanique de Lille (GL Transfert de gaz) sur les transferts eau/gaz des interfaces bétons/argilite et de l'argilite fissurée, (ii) au sein du CEA et à Subatech (GL Transfert) sur les transferts dans des argilites fissurées pour lesquelles les ouvertures de fissures sont contrôlées et l'impact de la composition du fluide étudié.

Les techniques envisagées dans cette étude sont celles typiquement mises en œuvre au sein des Groupements de Laboratoires pour caractériser la microstructure de l'argilite saine (décrites succinctement précédemment). Une attention particulière sera portée à la préservation des volumes de roches fracturées/auto-colmatées lors des études microstructurales. Dans ce but, des méthodes d'imprégnation et/ou de congélation seront mises en œuvre. A partir des images obtenues, des méthodes de segmentations développées au laboratoire HydrASA

seront appliquées. Elles permettront de définir la géométrie des pores (distribution spatiale de la porosité, tailles et morphologie des pores...) et l'organisation des minéraux dans les zones étudiées.

### **Collaboration internationale**

Une collaboration à l'international est prévue avec les équipes du RWTH à l'Université de Aachen (Allemagne) qui utilisent déjà certaines des techniques de caractérisation qui seront mises en œuvre dans cette étude. Le RWTH participe déjà au GL Transfert de gaz en réalisant des mesures de pression d'entrée dans l'argilite.

### **Valorisation des résultats obtenus**

Les réseaux de pores extraits des distributions 3D seront utilisés ensuite par les équipes des GL en charge des modélisations de transfert (eau/gaz/solutés) à l'échelle de réseaux de pores (IMFT, UMPC, IFPEN, PECSA). Le lien entre les propriétés macroscopiques mesurées, principalement hydrauliques et de transfert, et les structures des produits formés lors des processus d'auto-colmatage pourra alors être réalisé.

**Laboratoires associés:** LML (Catherine Davy) – Université de Poitiers (Paul Sardini)

### **Contacts :**

<p>Catherine A. Davy Ecole Centrale de Lille Cité Scientifique BP 48 F-59651 Villeneuve d'Ascq Cedex - France</p> <p>Tél: (+33).3.20.33.53.62 Fax: (+33).3.20.33.53.52 catherine.davy@ec-lille.fr Page web : <a href="http://cdavy.ec-lille.fr/">http://cdavy.ec-lille.fr/</a></p>	<p>Jean-Charles Robinet Direction Recherche et Développement Service Transfert</p> <p>ANDRA 1-7, rue Jean Monnet 92298 Chatenay-Malabry – FRANCE Tel :(+33).(0) 146 118 130 Jean-Charles.Robinet@andra.fr Page web : <a href="http://www.andra.fr">http://www.andra.fr</a></p>
--	--