

RÉSUMÉ

Titre : Modélisation de l'expérience HG-A (FORGE WP 4.3)
Rapport n° : NWMO TR-2014-07
Auteurs : Robert Walsh, Othman Nasir et Nicholas Sgro
Société : Geofirma Engineering Ltd.
Date : Septembre 2014

Résumé

Ce rapport technique fait état des études de modélisation réalisées par Geofirma Engineering en rapport avec l'expérience HG-A menée au laboratoire de recherche souterrain du Mont Terri, en Suisse dans le cadre du lot de travail WP 4.3 FORGE (Fate of Repository Gases) commandé par la Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN). L'expérience HG-A consistait à examiner l'écoulement des gaz et de l'eau dans la zone de dommages d'excavation (ZDE) d'un tunnel foré dans une formation d'argile à Opalinus. Elle avait pour but d'observer l'écoulement sur une longue période des gaz hors d'un petit tunnel remblayé et sellé, de localiser les chemins d'échappement des gaz à travers une roche hôte à faible perméabilité et d'en déterminer les propriétés. L'expérience était divisée en quatre étapes : un essai hydraulique à différents taux d'injection, l'Essai gazeux 1, l'Essai gazeux 2 et l'Essai gazeux 3. Elle a permis de recueillir des données substantielles en fonction de taux très différents de perméabilité de la ZDE. La perméabilité apparente de la ZDE était probablement influencée par trois processus : (1) le gonflement de la roche endommagée en présence d'eau et la cicatrisation des fractures causant une réduction constante de la perméabilité de la ZDE; (2) le couplage hydromécanique produit par l'action des fluctuations de pression interstitielle et de pression de confinement sur la perméabilité de la ZDE; et (3) l'écoulement des fluides le long de l'interface remblai-roche résultant d'une pression effective faible.

Ce rapport est subdivisé en deux sections : (1) la modélisation de l'écoulement en phases multiples et (2) la modélisation hydromécanique couplée. La modélisation de l'écoulement en phases multiples était basée sur T2GGM, un code combinant le code d'écoulement à phases multiples TOUGH2 avec le modèle de génération gazeuses GGM. Pour reproduire les résultats expérimentaux de l'essai hydraulique à taux multiples à l'aide du code T2GGM, nous avons utilisé une perméabilité de ZDE variant avec le temps, qui nécessitait l'ajout d'un nouvel algorithme à T2GGM. Cette approche s'est révélée très efficace pour modéliser les mesures de pression de la section d'essais HG-A. La modélisation des essais d'injection gazeuse à l'aide de T2GGM n'a pas requis de grands changements de perméabilité de la ZDE et s'est révélée tout aussi efficace, indiquant que les propriétés de la ZDE se stabilisaient.

Bien que les modèles de T2GGM aient pu reproduire avec succès les pressions observées, ils n'ont pas permis de modéliser les processus mécaniques régissant la perméabilité de la ZDE. Pour considérer les processus mécaniques, nous avons mis au point T2GGM-FLAC, un code combinant T2GGM et FLAC3D. Un écoulement en deux phases est

simulé dans T2GGM, alors que les processus mécaniques sont traités par FLAC3D. Ce modèle couplé a été utilisé pour prédire l'évolution de la zone de dommages d'excavation autour du tunnel HG-A et ensuite modéliser les variations de la perméabilité de la ZDE en fonction du temps (auto-cicatrisation) et des pressions exercées par les matériaux de remblayage (couplage hydromécanique). La modélisation de l'évolution de la ZDE était basée sur la déformation plastique et la perméabilité a été modifiée en fonction des dommages. La répartition des dommages autour du tunnel HG-A prédite par le modèle correspondait bien aux mesures de dommages obtenues par balayage laser post-excavation des parois du tunnel. Cette correspondance qualitative n'était pas le résultat d'un étalonnage précis, mais plutôt d'une application des premiers principes géomécaniques, de paramètres géomécaniques établis en laboratoire et d'estimations des contraintes exercées localement sur la roche. Le calcul de la perméabilité induite par les dommages a nécessité l'étalonnage d'un certain nombre de paramètres empiriques. Avec un étalonnage limité, cette approche a permis de reproduire les pressions mesurées de la zone d'essai avec une précision raisonnable.