

RÉSUMÉ

Titre : Modélisation comparative du comportement des gaz dans un dépôt (FORGE, pour Fate Of Repository Gases) : Migration des gaz à l'échelle d'une alvéole, d'un module et d'un dépôt au sein d'un dépôt hypothétique

Rapport n° : NWMO TR-2014-06

Auteur : Nicola Calder

Société : Geofirma Engineering

Date : Mai 2014

Résumé

La modélisation comparative du comportement des gaz dans un dépôt (FORGE, pour Fate Of Repository Gases) examine le comportement migratoire des gaz au sein d'un dépôt théorique établi dans une formation géologique simple, le but étant de mieux comprendre la modélisation de la migration des gaz à l'échelle du dépôt, un élément important des évaluations de la performance d'un dépôt. Neuf groupes travaillant à partir de différents codes et différentes méthodes de modélisation, y compris SGDN/Geofirma, ont contribué à au moins une échelle de l'exercice de modélisation comparative. T2GGM, une version de TOUGH2 v2.0 qui inclut un modèle facultatif de génération gazeuse, a été choisie comme code de modélisation en deux phases du transport gazeux.

Trois échelles ont été définies, soit les échelles de l'alvéole de stockage, du module de stockage et du dépôt. Un modèle radial bidimensionnel a été mis au point pour l'échelle de l'alvéole et des modèles tridimensionnels ont été mis au point pour les échelles du module et du dépôt. Le plus grand défi relatif aux échelles du module et du dépôt concernait le traitement des petits éléments de comparaison dans le cadre d'une grille de taille maniable. Pour rendre le modèle fonctionnel, des composants adjacents ont été ajoutés aux interfaces, les alvéoles cylindriques ont été converties en alvéoles rectangulaires de section transversale équivalente, et une discrétisation imbriquée et non structurée des grilles a été effectuée.

À l'échelle de l'alvéole, la migration des gaz était principalement advective le long de la zone des dommages d'excavation (ZDE) et de l'interface en direction du tunnel d'accès, fortement mue par la condition limite spécifiée pour le tunnel d'accès. Malgré l'inclusion d'une interface plus perméable entre la ZDE et les matériaux de scellement, la ZDE a transporté la plus grande partie des gaz le long de l'alvéole en raison de sa plus grande section transversale. À l'échelle du module, le constat est également que les gaz migrent le long des alvéoles en direction du tunnel d'accès, mais uniquement dans un premier temps. Dès que les pressions dans le module commencent à s'équilibrer avec la roche hôte, les directions d'écoulement de l'eau et des gaz deviennent plus complexes dans l'ensemble du module. Les résultats à l'échelle du module et du dépôt indiquent qu'au bout de 2000 ans, les matériaux de scellement en bentonite seraient en grande partie saturés d'eau, limitant la migration des gaz à travers la principale galerie d'accès et hors du dépôt, même en présence d'interfaces entourant ces matériaux de scellement.

Selon les données utilisées pour la comparaison, la génération de gaz cesse au bout de 10 000 ans. À ce moment, des pressions gazeuses maximales de 5,7 MPa à l'échelle de l'alvéole, de 6,7 MPa à l'échelle du module et de 7,1 MPa à l'échelle du dépôt sont observées. La modélisation a été effectuée de l'échelle de l'alvéole à l'échelle du dépôt et, en conséquence, les conditions limites définies pour les échelles de l'alvéole et du module ont été estimées plutôt que basées sur les résultats obtenus à l'échelle du dépôt. Par conséquent, les résultats pour les trois échelles ne sont pas directement comparables. De même, les conditions limites pour l'échelle du module étaient incongrues par rapport au comportement du module, ce qui a entraîné des effets inattendus.

Les modèles étaient généralement insensibles à la présence d'une interface, du moment qu'une ZDE était présente (c.-à-d. que la ZDE ne guérit pas). À l'échelle de l'alvéole, cette insensibilité peut être en partie attribuable à la faible perméabilité de l'interface de scellement. À l'échelle du dépôt, le retrait de l'interface a abouti à une représentation similaire des pressions et des saturations, où l'écoulement des gaz et des gaz dissous est sous-estimé (par exemple, les débits de gaz maximaux dans la galerie d'accès principale sont approximativement 4,5 fois moindres). Cependant, cette insensibilité à une interface à l'échelle du dépôt pourrait être limitée à cette configuration et à cette géologie, ce qui a eu pour effet qu'aucune quantité de gaz n'a franchi le système de barrières ouvragées du dépôt.

La diffusion de l'hydrogène dissous a été relevée comme autre caractéristique importante du modèle. À l'échelle de l'alvéole, une multiplication par dix du coefficient de diffusion a eu pour résultat de modifier la voie principale de migration des gaz d'un transport advectif via la principale galerie d'accès à un transport par dissolution et diffusion des gaz dans la roche hôte. À l'échelle du dépôt, la dissolution et la diffusion des gaz dans la roche hôte constituait la seule voie d'accès des gaz à la surface.

Pour les trois échelles, les résultats du modèle se comparaient bien aux résultats d'autres groupes de modélisation. Les tendances observées dans les résultats étaient généralement semblables, bien que la gamme des résultats obtenus soit considérablement étendue, particulièrement en ce qui a trait aux données d'écoulement des gaz et de l'eau. Cette gamme étendue de résultats est attribuable à la diversité des méthodes de modélisation et des simplifications imposées aux modèles adoptés par les groupes de modélisation, en fonction des codes ou à des fins de traçabilité des modèles.