

RÉSUMÉ

Titre : Modélisation des scénarios de glaciation et d'érosion de la Cinquième étude de cas
Rapport n° : NWMO-TR-2015-14
Auteurs : John Avis et Nicola Calder
Société : Geofirma Engineering Ltd.
Date : Octobre 2015

Résumé

Ce rapport technique présente les résultats d'une modélisation numérique détaillée des effets des glaciations sur un dépôt géologique en profondeur (DGP) hypothétique de combustible irradié construit dans une formation sédimentaire. La Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) a mené des évaluations de la sûreté post-fermeture de DGP hypothétiques situés dans des formations de roche cristalline et de roche sédimentaire (SGDN 2012; SGDN 2013). L'évaluation de la sûreté d'un DGP construit dans une formation sédimentaire documente le comportement du dépôt dans un scénario de référence et des scénarios prospectifs associés à l'évolution normale du système de dépôt dans des conditions climatiques constantes et aborde sur le plan qualitatif l'influence potentielle des glaciations sur les effets calculés. Toutefois, une évaluation complète de la sûreté exige une évaluation quantitative des répercussions des événements glaciaires. Deux scénarios sont considérés dans ce rapport : (1) un scénario de glaciations uniquement et (2) un scénario d'érosion qui tient compte de l'érosion qui se produit lors des événements glaciaires.

Le scénario de glaciations de base décrit premièrement l'évolution du régime d'écoulement des eaux souterraines dans un domaine tridimensionnel d'échelle sous-régionale s'étendant plusieurs dizaines de kilomètres autour du site du dépôt, au cours de huit cycles glaciaires se produisant sur une période d'un million d'années (1 Ma). Un indicateur de performance est élaboré pour décrire le temps que prennent les radionucléides pour être transportés hors du site du dépôt par des processus advectifs-dispersifs et diffusifs s'étendant sur de multiples cycles glaciaires, en prenant comme hypothèse un régime d'écoulement des eaux souterraines transitoire. Plusieurs scénarios prospectifs sont examinés pour quantifier les effets de la variation des paramètres liés à la géosphère, des conditions initiales et conditions aux limites du modèle et des processus de transport. Des simulations bidimensionnelles supplémentaires évaluent l'effet d'une présence possible de méthane en phase gazeuse au sein des formations hôtes à faible perméabilité. Subséquemment, un modèle de transport tridimensionnel est élaboré, lequel couvre un domaine local limité entourant le dépôt. Les conditions aux limites du modèle sont extraites directement des résultats du modèle tridimensionnel d'écoulement transitoire. La discrétisation du modèle de transport et l'assignation des propriétés englobent tous les éléments du dépôt, tels que les tunnels, les puits, les salles de stockage et les composants du système de barrières ouvragées (SBO), de même que les zones endommagées par l'excavation (ZEE) entourant tous les éléments excavés. Un conteneur défectueux constitue une source unique de radionucléides (l'iode¹²⁹, ou I-129, un isotope

à longue vie et radiotoxique) et un puits d'approvisionnement en eau constitue le point de contact avec la biosphère. Les indicateurs de performance sont des taux de transport de la radioactivité à travers les formations géologiques qui séparent le dépôt du puits et de l'aquifère qui l'alimente. Des simulations sont menées pour plusieurs combinaisons d'emplacement de la source radioactive et du puits et pour un nombre limité de cas prospectifs dans lesquels varient la géosphère et les paramètres numériques, y compris un scénario d'événement perturbateur décrivant la défaillance du système de scellement d'un puits d'accès au dépôt.

Le scénario d'érosion ajoute au scénario de glaciations de base le retrait de matières géologiques en surface lors de chaque cycle glaciaire. Au cours de la période des glaciations de 1 Ma considérée, 100 m au total de terrain de couverture sont retirés, de deux manières différentes : 1) par une érosion uniforme (EU), où une quantité égale de matières est retirée sur l'ensemble de la superficie du domaine, et 2) par une érosion en vallée (EV), où les glaciers creusent une vallée de 100 m de profondeur et de 15 km de largeur directement au-dessus du dépôt. Les résultats obtenus avec les modèles d'écoulement sous-régional des eaux souterraines et de transport local sont comparés aux résultats du scénario de glaciations de base.

Dans tous les cas étudiés, le comportement de la géosphère sédimentaire de faible perméabilité au regard du transport des radionucléides s'est révélé très robuste. Pratiquement aucun changement n'a été trouvé entre les indicateurs de performance des scénarios de glaciation de base et de glaciation avec érosion comparativement aux indicateurs des scénarios de climat constant, où l'écoulement des eaux souterraines est stable.