

## RÉSUMÉ

**Titre :** Scénario glaciaire : Étude du transport des radionucléides par les eaux souterraines  
**Rapport n° :** NWMO TR-2010-09  
**Auteurs :** Robert Walsh et John Avis  
**Société :** Intera Engineering  
**Date :** Juillet 2010

### Résumé

Les évaluations de sûreté réalisées antérieurement au Canada ont porté sur le transport des radionucléides depuis un dépôt géologique en profondeur sous un climat et dans des conditions d'eaux souterraines stables. La présente étude traite des incidences possibles associées aux cycles glaciaires.

Les effets d'une glaciation ont été étudiés à l'aide d'un modèle numérique tridimensionnel (3D) d'un dépôt hypothétique construit dans le Bouclier canadien. Ont été étudiés : (1) l'impact sur un système hydrogéologique d'un cycle glaciaire représentatif constitué de périodes de climat tempéré (climat actuel), de pergélisol, de calotte glaciaire et de lacs proglaciaires et (2) l'impact de plusieurs cycles glaciaires sur le transport à long terme des radionucléides depuis un conteneur hypothétique défectueux. Des études numériques supplémentaires ont été menées pour évaluer la profondeur de l'intrusion des eaux de fonte glaciaire. Le modèle inclut un ensemble représentatif de fractures dispersées sur un domaine d'une superficie de 13 km x 20 km. Les effets de la salinité n'ont pas été pris en compte.

L'étude démontre que les coordonnées du plus court chemin d'écoulement des eaux souterraines entre le dépôt et la surface peuvent différer pour le modèle d'écoulement des phases de glaciation transitoires. Les facteurs comme la proximité des zones de fracture sont communs aux modèles stables et transitoires, mais d'autres facteurs importants ayant une influence sur le temps d'écoulement, tels que la proximité de taliks, sont particuliers au modèle transitoire.

Les résultats pour le modèle transitoire d'écoulement des eaux montrent que les conditions hydrogéologiques se transforment profondément pendant les cycles climatiques. On constate notamment que les vitesses médianes des eaux souterraines dans la zone du dépôt varient de plus de deux ordres de grandeur. En utilisant un modèle hydromécanique unidimensionnel simplifié de contraintes, on constate que les gradients de pression d'origine glaciaire se propagent rapidement horizontalement et verticalement à travers le réseau interconnecté de fractures hautement perméable et par le biais du couplage hydromécanique.

Bien que les cycles glaciaires modifient considérablement le champ d'écoulement, l'incidence cumulée des cycles répétés de progression et de retrait des glaces sur le transport des radionucléides tend à s'annuler et à se réduire à un panache général qui ne diffère pas substantiellement de celui du modèle stable d'écoulement et de transport.

Nous avons aussi constaté que les surpressions d'origine glaciaire peuvent persister pendant des milliers d'années après le retrait du glacier et cet effet a une incidence sur le transport vers la surface. L'étude montre aussi que les taliks (zones où le pergélisol est absent sous les eaux de surface) peuvent jouer un rôle important dans la transmission de la recharge glaciaire en profondeur dans la géosphère et en agissant comme des fenêtres hydrauliques distinctes par lesquelles les eaux soumises à une surpression sous l'effet des événements glaciaires antérieurs se drainent.

Le modèle du scénario de référence prédisait des concentrations plus élevées de  $I^{129}$  dans les eaux des puits (quoique pour une durée limitée immédiatement après le retrait des glaces), des flux massiques de pointe de  $^{129}I$  vers la biosphère plus élevés et des flux massiques moyens de  $^{129}I$  vers la biosphère plus élevés (tel qu'indiqué par le flux massique cumulatif plus élevé) en comparaison avec le modèle de climat tempéré stable. Les concentrations et flux massiques de pointe dans le modèle de glaciation sont aussi apparus plus tôt que dans le modèle de climat stable. Le modèle stable a été exécuté avec et sans un puits. Les comparaisons de flux massiques ont été effectuées d'après le modèle sans puits, étant donné que le puits intercepte une bonne partie du  $^{129}I$  qui atteindrait autrement le petit lac/talik situé au-dessus du dépôt.

Plusieurs incertitudes ont été considérées, telles que les conditions limites appropriées, les coefficients de stockage plus élevés et la présence ou l'absence de taliks sous la calotte glaciaire. Les conclusions générales n'étaient pas très sensibles à ces changements. Le projet de modélisation n'a pas tenu compte d'autres possibles sources de variation, comme des valeurs différentes de perméabilité par exemple. Toutefois, l'approche utilisée consistait à choisir des valeurs et hypothèses qui, bien que situées à l'intérieur des limites du réalisme hydrogéologique, surestimeraient le transport de radionucléides pour les cas où une analyse de sensibilité plus détaillée ne serait pas disponible.