

RÉSUMÉ

Titre : Scénario glaciaire : Évaluation de la sûreté d'un dépôt géologique en profondeur de combustible nucléaire irradié
Rapport n° : NWMO TR-2010-10
Auteurs : F. Garisto¹, J. Avis³, T. Chshyolkova², P. Gierszewski¹, M. Gobien¹, C. Kitson², T. Melnyk², J. Miller², R. Walsh³ et L. Wojciechowski²
Sociétés : ¹Société de gestion des déchets nucléaires, ²Énergie atomique du Canada limitée et ³Intera Engineering
Date : Juillet 2010

Résumé

Le principe du confinement et de l'isolement du combustible nucléaire irradié dans un dépôt géologique en profondeur constitue un élément clé de la gestion à long terme du combustible nucléaire irradié au Canada. L'échelle de temps de référence pour l'évaluation de la sûreté de tels dépôts est d'un million d'années, soit approximativement le temps requis pour que la radioactivité du combustible irradié diminue au niveau de la radioactivité naturelle de son contenu en uranium. Au cours du dernier million d'années, le plus important type d'événement naturel à survenir au Canada est celui des cycles de glaciations. En principe, ces cycles glaciaires devraient se répéter puisque les variations à long terme du rayonnement solaire se poursuivront.

Dans des études canadiennes antérieures destinées à évaluer la sûreté d'un dépôt géologique en profondeur, les effets des glaciations ont été examinés dans le cadre d'études géoscientifiques et de la conception technique du dépôt. Toutefois, leurs impacts potentiels sur la sûreté et la performance du dépôt n'ont été évalués que sur le plan qualitatif.

Dans la présente étude sur l'évaluation de la sûreté, les effets d'un climat changeant traversé par de multiples glaciations ont été quantitativement évalués. Cette étude est intitulée Glaciation Scenario (Scénario glaciaire) afin de la distinguer des scénarios antérieurs, qui se fondent sur l'hypothèse d'un climat stable. Pour la présente étude, le dépôt est situé sur le site hypothétique du Bouclier canadien utilisé dans la Third Case Study (Troisième étude de cas).

Les résultats de la modélisation tridimensionnelle détaillée confirment l'impact considérable prévu des glaciations sur le réseau d'écoulement des eaux souterraines, notamment sur la vélocité, la direction et le volume de l'écoulement. Les effets sont plus importants à proximité de la surface, mais s'étendent jusqu'à la profondeur du dépôt. Les taliks ouverts des périodes de pergélisol, en particulier, constituent un facteur dominant, en concentrant l'impact à un endroit précis. (Un talik est une couche de sol non gelée située dans une zone pergélisolée.) De plus, les calculs de transport indiquent que les flux massiques de radionucléides vers la surface de la biosphère sont considérablement différents pour le modèle à glaciation transitoire en comparaison avec le modèle de climat stable : les flux massiques du modèle à glaciation sont soit plus importants, soit

plus importants, que pour le modèle à climat stable. Néanmoins, les tendances globales et les flux massiques cumulatifs vers la biosphère sont similaires pour ces deux types de climat très différents.

Dans le cas du Scénario glaciaire, les calculs d'évaluation de la sûreté indiquent que les débits de dose sont plus élevés en périodes de climat tempéré. Cela est attribuable au fait que seul le groupe critique vivant en périodes de climat tempéré utilise un puits, plutôt qu'un lac, comme source d'approvisionnement en eau domestique et que les concentrations de radionucléides dans les eaux de puits y sont typiquement plus élevées par plusieurs ordres de grandeur que dans les eaux de lacs, ce qui entraîne une exposition plus importante. Pour le cas de référence du scénario glaciaire, le débit de dose maximal calculé est d'approximativement $3,7 \times 10^{-7}$ Sv/a, dont la plus grande partie est attribuable au I-129. Ce résultat est similaire au débit de dose maximal de $1,3 \times 10^{-7}$ Sv/a pour le cas correspondant du scénario de climat stable. Ces débits de dose sont bien en deçà de la limite de 3×10^{-4} Sv/a recommandée par la Commission internationale de protection radiologique (CIRP) pour l'enfouissement de déchets radioactifs solides à longue période ainsi qu'au débit de dose ambiant moyen au Canada de $1,8 \times 10^{-3}$ Sv/a.

Une série de cas de sensibilité et de cas probabilistes ont aussi été étudiés. Comme prévu, le cas de sensibilité où tous les conteneurs perdent leur étanchéité en même temps produit le débit de dose le plus élevé. Même dans ce cas de sensibilité peu probable, le débit de dose ne dépasse la limite de 3×10^{-4} Sv/a de la CIRP que pour une période brève, à la fin de plusieurs cycles glaciaires, mais demeure inférieur au débit de dose ambiant moyen au Canada de $1,8 \times 10^{-3}$ Sv/a.

Les résultats pour le cas probabiliste associé au climat stable indiquent qu'une variation du cycle glaciaire pourrait entraîner des débits de dose plus élevés en comparaison avec le cas de référence du scénario glaciaire. Bien que le débit de dose du 90^e rang centile de cette simulation probabiliste ait été 3 fois plus élevé que dans le cas de référence, il est demeuré bien en deçà de la limite recommandée par la CIRP.

En résumé, pour le site et le dépôt hypothétiques de la troisième étude de cas, les débits de dose maximaux calculés pour le scénario glaciaire sont approximativement du même ordre de grandeur que ceux du scénario correspondant de climat tempéré constant. Les débits de dose maximaux calculés pour le scénario glaciaire sont sensiblement inférieurs à la limite recommandée par la CIRP et au débit de dose ambiant moyen au Canada. Par conséquent, il peut être conclu pour la troisième étude de cas hypothétique que les incidences d'un dépôt géologique en profondeur seraient sensiblement inférieures aux limites réglementaires lorsqu'on tient compte des effets des glaciations.