

RÉSUMÉ

Titre : Analyse de la stabilité à long terme du modèle conceptuel de dépôt pour la GAP en fonction d'un milieu de roche sédimentaire et d'un milieu de roche cristalline
Rapport n° : NWMO-TR-2015-27
Auteurs : Zorica Radakovic-Guzina, Azadeh Riahi et Branko Damjanac
Société : Itasca Consultant Group Inc.
Date : Décembre 2015

Résumé

La sûreté et l'efficacité à long terme d'un dépôt géologique en profondeur de combustible nucléaire irradié dépendront, en partie, de l'intégrité de la barrière géosphérique qui entoure le dépôt. L'objectif de ce rapport est de présenter une étude de cas illustrative visant à estimer les valeurs thermo-mécano-hydrauliques limites de réponse et d'évolution du dépôt et de la géosphère pendant les phases d'excavation, d'exploitation et de post-fermeture. Les analyses se basent sur la conception de conteneur Mark II (48 grappes) et une configuration de dépôt établie à une profondeur nominale de 500 m dans une formation de roche cristalline ainsi que dans une formation sédimentaire. L'influence des propriétés des matériaux et des conditions de charge exercées sur le dépôt qui évoluent avec le temps est simulée sur une échelle de temps d'un million d'années (1 Ma), une période pertinente pour la démonstration de la sûreté d'un dépôt. Ces facteurs incluent la dégradation de la résistance à long terme de la masse rocheuse, la charge thermique générée par l'échauffement des conteneurs, l'avancée et le retrait de la nappe glaciaire et les mouvements du sol rares d'ampleur extrêmement forte d'origine sismique et les pressions de réservoir transitoires. L'analyse a été réalisée à l'échelle des salles de stockage des conteneurs et des sections du dépôt. Les résultats fournissent des estimations chronologiques de la stabilité globale du dépôt sur une période d'un million d'années, et en particulier des estimations quantitatives de la déformation et de l'endommagement de la masse rocheuse, de l'évolution de la zone endommagée par l'excavation (ZEE) et des charges hydrauliques et mécaniques exercées sur le conteneur de combustible irradié.

Afin de mener ces analyses, un certain nombre d'hypothèses ont été utilisées pour explorer et vérifier les notions de stabilité de la géosphère et du dépôt et la résistance aux charges futures. Ces hypothèses concernent :

- 1) La pression de réservoir : une pression hydrostatique exercée par les eaux interstitielles de 5 MPa a été présumée pour un dépôt construit à une profondeur de 500 m;
- 2) La résistance à long terme de la masse rocheuse : pour estimer la dégradation de la résistance de la masse rocheuse au fil du temps, on a établi la résistance à long terme de la masse rocheuse à 40 % de la résistance à la compression uniaxiale (UCS). Cette résistance à long terme de la masse rocheuse équivaut à la contrainte seuil de fissuration;

- 3) L'évolution de la température : la géométrie et l'aménagement des salles de stockage sont conçus pour faire en sorte que la température maximale à la surface des conteneurs soit inférieure à 100 °C;
- 4) Les glaciations : l'évolution et les charges transitoires des nappes glaciaires ont été explicitement prises en compte sur la base d'une épaisseur maximale de 3 km d'une nappe glaciaire;
- 5) Les séismes : des mouvements du sol rares et de grande ampleur (c.-à-d., 0,5 g) associés à une longue période de récurrence (1 Ma) ont été simulés;
- 6) Les pressions gazeuses dans le dépôt : la génération de gaz au sein du dépôt résultant de la corrosion exerce une pression maximale de 8,3 MPa :
- 7) La formulation de la contrainte effective : les calculs de la contrainte effective ont été faits sans prendre en compte la détente de la pression interstitielle dans les roches à faible porosité;
- 8) La résistance des joints : les joints préexistants au sein de la masse rocheuse cristalline ont été présumés exempts de cohésion et à un faible angle de friction de 30 °;
- 9) L'expansivité thermique : des coefficients d'expansion thermique relativement élevés ont été utilisés pour estimer les seuils d'endommagement de la masse rocheuse.

Pour la masse rocheuse sédimentaire comme pour la masse rocheuse cristalline, les dommages surviendront en présence (sous l'effet): de changements transitoires dans l'ampleur et l'orientation des contraintes *in situ*; ii) de changements dans les contraintes d'origine thermique; et iii) de la dégradation de la résistance de la masse rocheuse au fil du temps. D'après les analyses réalisées, il est manifeste que les dommages résultent principalement de changements dans les contraintes d'origine thermique qui surviennent au cours des 1 000 premières années approximativement suivant la fermeture du dépôt. La charge glaciaire imposée et les importants mouvements du sol d'origine sismique n'ont pas une influence substantielle sur les dommages causés à la roche. Le seuil de résistance à long terme de la masse rocheuse de 40 % UCS ne donne pas lieu à des dommages importants et, dans ce cas, il est évident que le remblai ouvragé procure un confinement qui atténue le délitage et la dilatation des fractures et qui contribue probablement à ralentir la dégradation de la résistance influencée par le temps. Les déplacements sont uniformes et relativement faibles, ne dépassant pas les 40 mm. Pendant une glaciation, les déplacements ne dépassent pas 12 mm au maximum. Selon les estimations, la ZEE ne s'étendra pas à plus de 1 à 3 mètres dans la formation rocheuse hôte depuis les surfaces excavées. Pour cette étude de cas illustrative, la charge maximale subie par les conteneurs de combustible irradié serait de 22,7 MPa dans le cas d'une formation de roche sédimentaire et de 29,8 MPa dans celui d'une formation cristalline. Une explication détaillée des constats cités ci-dessus et des aspects propres aux milieux sédimentaires et aux milieux cristallins est fournie dans le rapport.