

RÉSUMÉ

Titre : Hydrogéochimie des eaux souterraines situées au niveau et en dessous de la base du pergélisol à Lupin : rapport sur la Phase III
Rapport n° : **NWMO TR-2009-10**
Auteurs : R.L. Stotler¹, S.K. Frape¹, T. Ruskeeniemi², L. Ahonen², M. Paananen², M.Y.Hobbs³, K. Lambie¹ et M. Zhang¹
Société : ¹Université de Waterloo, ²Commission géologique de la Finlande, ³Société de gestion des déchets nucléaires
Date : Juin 2009

Résumé

Au cours des longues périodes pour lesquels le dossier de sûreté pour un dépôt géologique en profondeur pour combustible nucléaire irradié doit évaluer la performance du dépôt, les conditions glaciaires et périglaciaires peuvent influencer les conditions thermiques, hydrauliques et mécaniques limites à la profondeur prévue du dépôt. En 2001, le projet international PERMAFROST a été lancé dans le but d'acquérir une meilleure compréhension scientifique de l'influence de l'évolution climatique sur la dynamique du système d'écoulement des eaux souterraines dans un milieu de roche cristalline. Des études sur le terrain sont effectuées à la mine Lupin Mine, située dans une région du Nunavut, au Canada, où un pergélisol continu descend jusqu'à une profondeur de 500 m. Ce rapport décrit la Phase III du projet, qui portait sur la collecte d'informations géochimiques et hydrauliques représentatives permettant de décrire plus en détail le système d'écoulement des eaux souterraines et la géométrie du pergélisol.

Les résultats des études hydrauliques initiales montrent que la conductivité hydraulique à l'intérieur des premiers 350 m de substrat rocheux à l'est de la mine est tributaire d'un réseau de fractures interconnectées, plutôt que des structures généralisées planes de type faille (écoulement principalement tributaire des fractures). Le champ hydraulique est hétérogène; des sondages de recherche faiblement espacés présentent des différences de charge hydraulique atteignant jusqu'à 160 m, ce qui semble indiquer que les sondages ne sont pas reliés ou sont faiblement reliés. Des relevés de pression à de plus grandes profondeurs dans la mine (890 m et 1130 m) indiquent que le niveau supérieur de la nappe phréatique est situé à 620 m sous terre à cet endroit, ce qui indique la présence d'approximativement 100 m de zone non saturée sous le pergélisol.

Les eaux souterraines dans le pergélisol contiennent généralement du Na-Cl ou du Na-Cl-SO₄, des concentrations hautement variables de SO₄ et de fortes concentrations de NO₃ (400-2600 mg/l). Les données géochimiques indiquent que la plus grande partie de la charge dissoute dans les eaux du pergélisol provient de l'utilisation du sel pour la création de la saumure permettant de travailler dans les zones de pergélisols pendant l'exploitation de la mine. Cette interprétation des eaux du pergélisol contaminées par l'exploitation minière est corroborée par les données sur les isotopes stables et sur le tritium ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$, $\delta^{15}\text{N}$).

Les eaux souterraines profondes contiennent principalement du Na-Ca-Cl ou du Ca-Na-Cl et présentent des valeurs de matières dissoutes totales (MDT) variant entre 2 et 36 g/l. Les gaz associés aux eaux souterraines profondes sont principalement le méthane et, en moins grande proportion, l'éthane et le propane. La comparaison avec d'autres gaz provenant du Bouclier canadien semble indiquer que les gaz associés aux systèmes d'eaux souterraines profondes ont une origine thermogène, quoiqu'il puisse aussi y avoir

une faible composante biogène. La composante thermogène des gaz était principalement dérivée du métamorphisme du faciès amphibolite (faible pression et température élevée) des sédiments originaux, ce qui semble indiquer que les gaz, et par association les fluides matriciels et la plus grande partie des eaux souterraines salées, sont âgés de plusieurs centaines de millions, voire de milliards d'années. Cela est corroboré par les analyses de ^{36}Cl , qui semblent indiquer que le Cl- dans le système du pergélisol est plus ancien que ce que peut mesurer la technique de datation au ^{36}Cl (0,5 à 1 million d'années). Ce rapport présente un modèle conceptuel préliminaire pour le site de la mine de Lupin.