



Effets de la glaciation sur les formations rocheuses à proximité d'un projet de dépôt destiné aux déchets nucléaires

T.S. Nguyen, Z. Li, M. Herod

GeoProc 2017

Paris, France

Du 5 au 7 juillet 2017



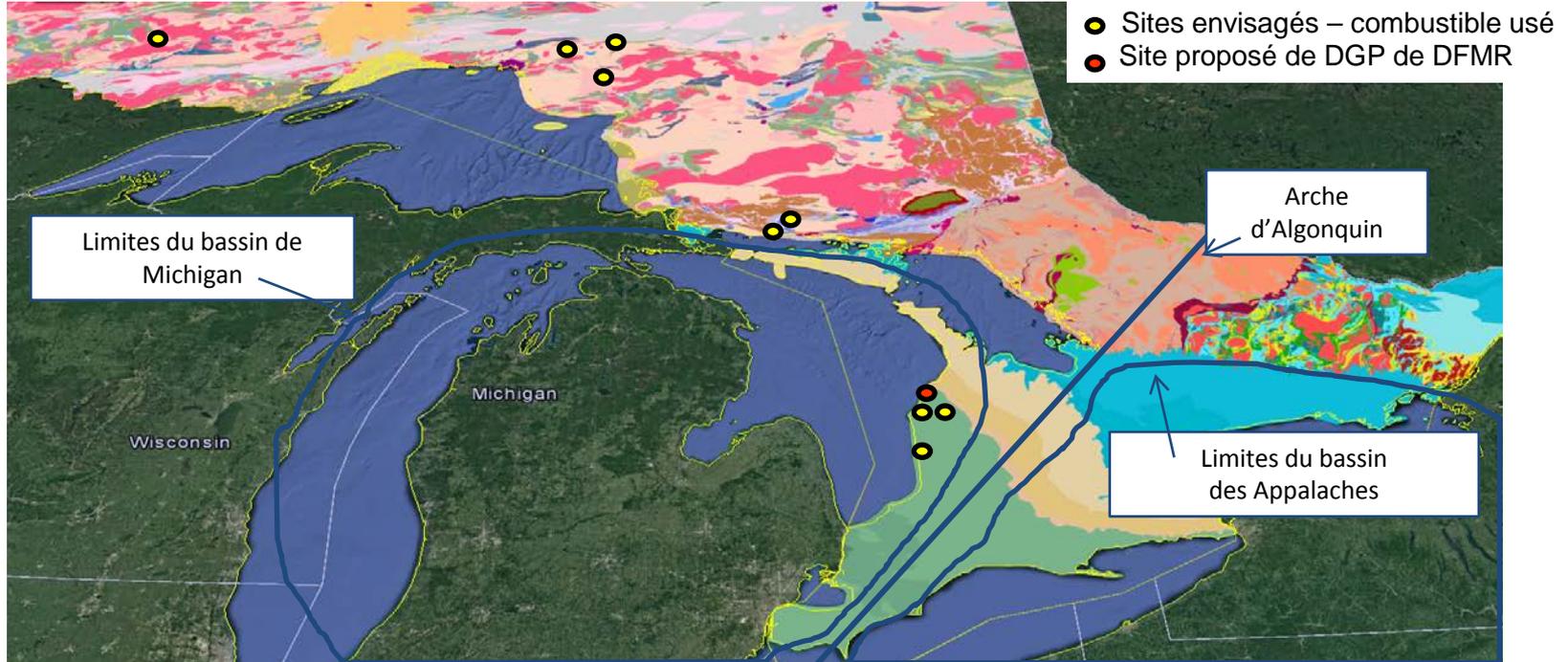
suretenucleaire.gc.ca



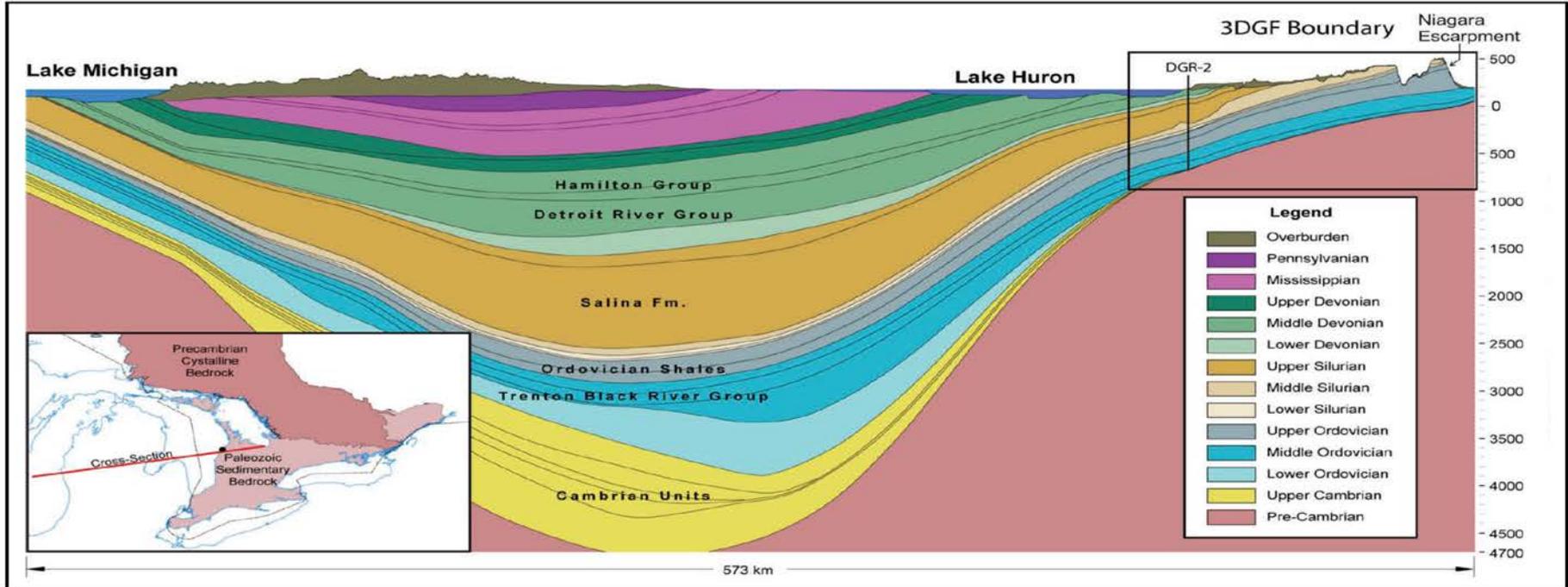
Aperçu

- Sites actuellement pressentis pour l'évacuation dans des formations géologiques profondes au Canada
- Bassin de Michigan et Grands Lacs
- Modèles conceptuels et mathématiques de la glaciation
- Résultats de la modélisation des effets de la glaciation antérieure
- Résultats de la modélisation des effets de la glaciation future sur un dépôt géologique en profondeur (DGP) destiné aux déchets faiblement et moyennement radioactifs (DFMR)
- Conclusions

Sites actuellement pressentis pour l'évacuation dans des formations géologiques profondes au Canada



Géologie du bassin de Michigan



Échelles de temps sur le plan de la géologie et du dépôt



Premier dépôt de sédiments dans le bassin de Michigan
~ -500 Ma

Fin de la formation de la chaîne de montagnes des Appalaches

9 cycles de glaciation débutant à -1 Ma

-300 Ma

-200 Ma

-100 Ma

Section agrandie

0

-1 Ma

Premiers homo sapiens
~ -200 ka

Premier cycle glaciaire ~60 ka

1 Ma

9 cycles de glaciation débutant à -1 Ma

Fermeture du dépôt au moment 0, suivi de 300 ans de contrôle passif

0

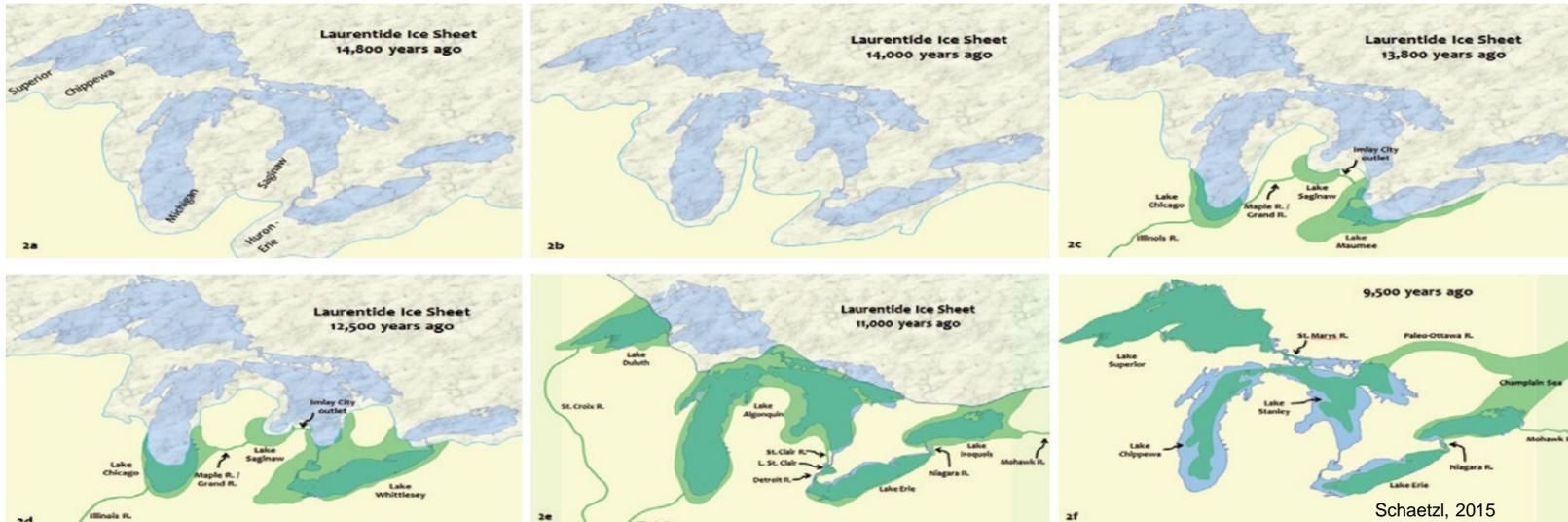
Activité des déchets < activité par volume de roche au-dessus du DGP, ~100 ka

Temps de référence pour l'évaluation de la sûreté de 1 Ma



Formation des Grands Lacs

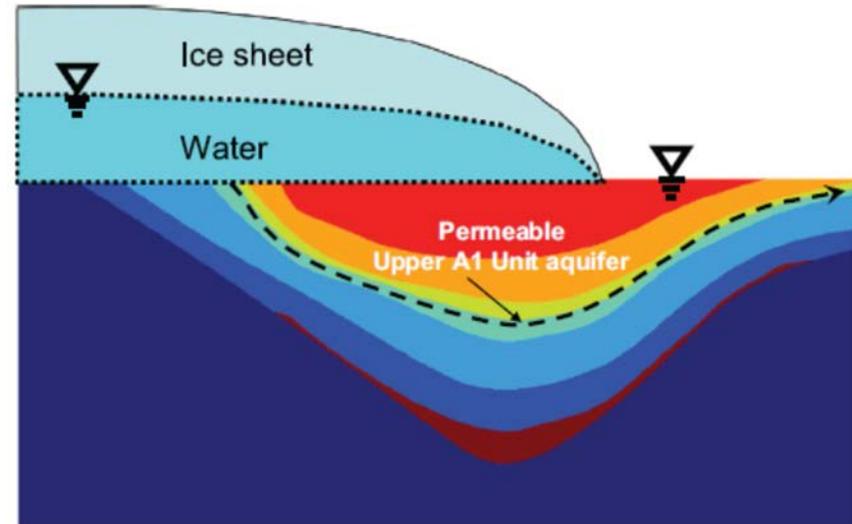
Les Grands Lacs sont des entités géographiques près de la surface découlant des cycles quaternaires de glaciation et de déglaciation



Conceptualisation des processus hydro-mécano-chimiques liés à la glaciation



- La masse rocheuse est conceptualisée en tant que milieu poroélastique
- Au cours du million d'années dernier, neuf cycles de glaciation ont imposé une charge en surface maximale de 30 à 40 MPa, causant :
 - une hausse considérable des gradients hydrauliques
 - la redistribution des traceurs naturels par advection, dispersion et diffusion



Modèles mathématiques et numériques



$$\nabla \left[\rho_f \frac{\kappa}{\mu} (\nabla p + \rho_f g \nabla D) \right] = n\gamma \frac{\partial C}{\partial t} + \rho_f \alpha' \frac{de_{ff}}{dt} + \rho_f S \frac{dp}{dt}$$

$$n \frac{\partial C}{\partial t} + \nabla(-nD_a \nabla C + \mathbf{u}C) = S_c$$

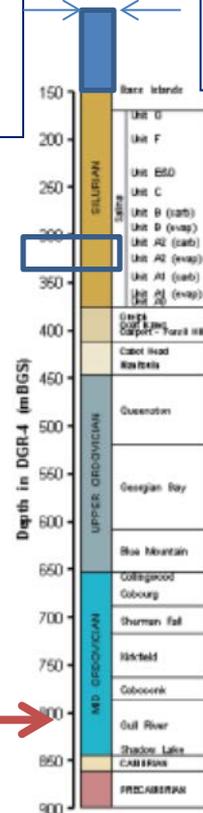
$$G \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial y_j} + (G + \lambda) \frac{\partial^2 u_j}{\partial x_i \partial y_j} - \alpha \frac{\partial p}{\partial x_i} + F_i = 0$$

$$\rho_f = \rho_{f0} + \gamma C$$

9 cycles glaciaires simulés en tant que charge aux délimitations

Écoulement libre
C=0

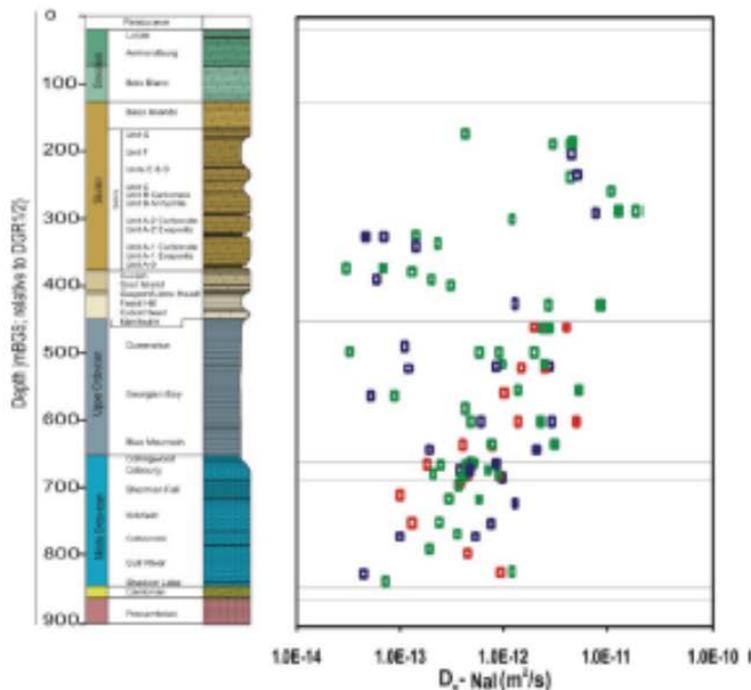
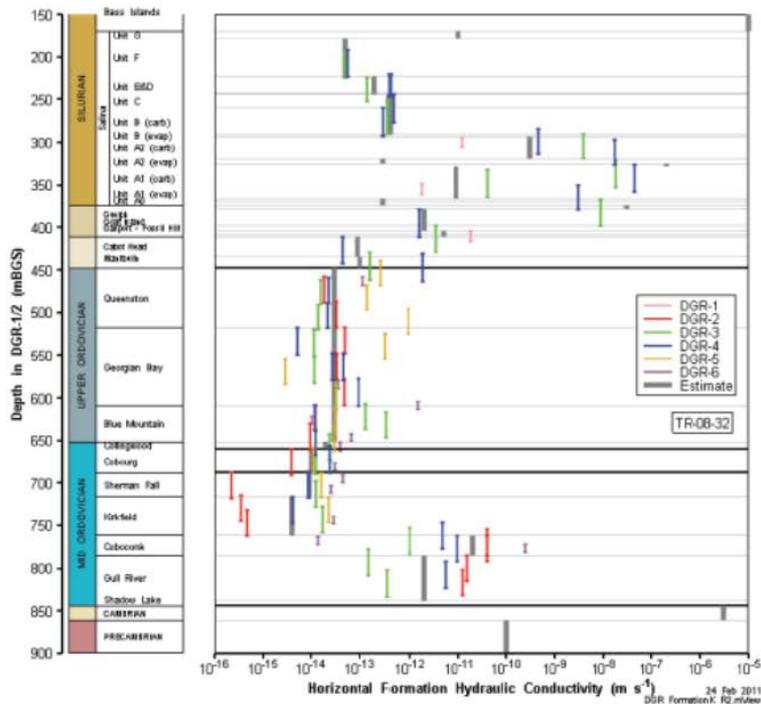
Ouverture hydraulique latérale par rapport à la surface du sol



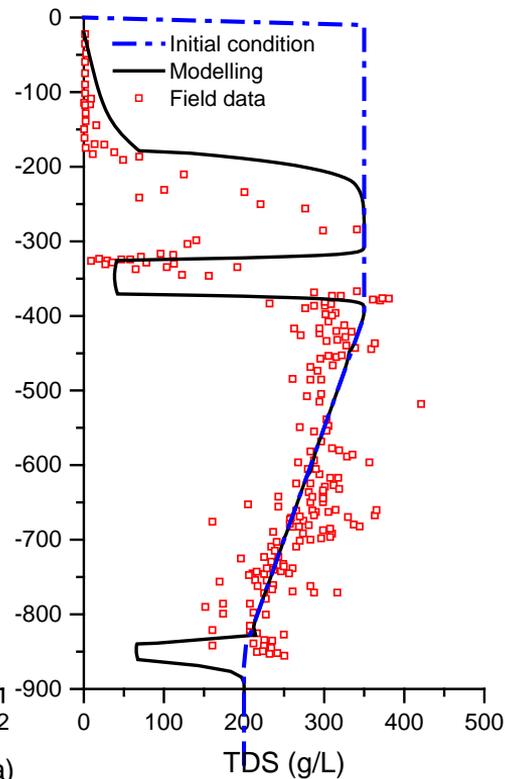
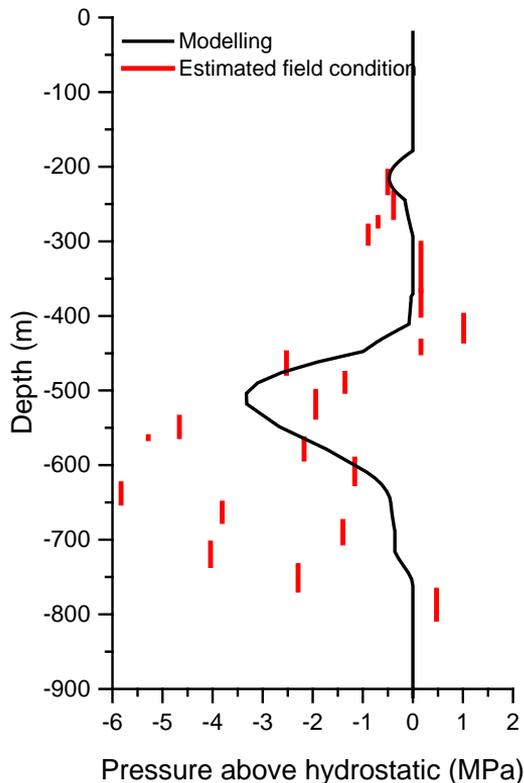
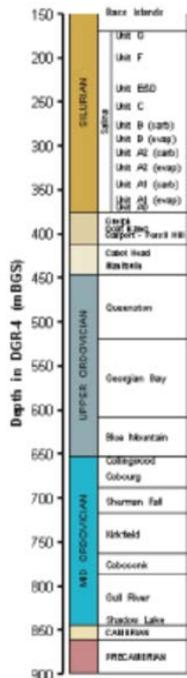
Paramètres d'entrée des propriétés hydrauliques et de transport



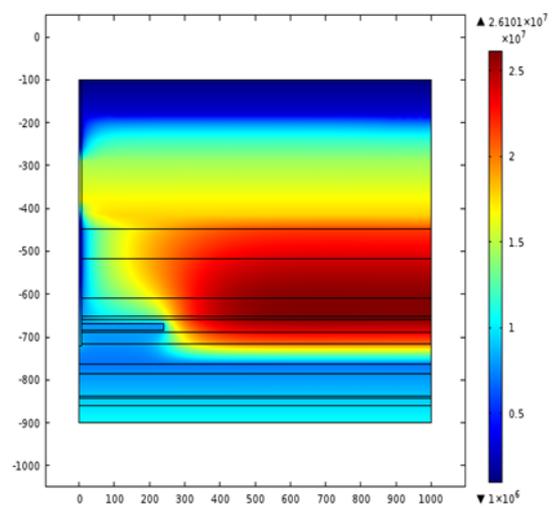
Coefficients de perméabilité et de diffusion très faibles



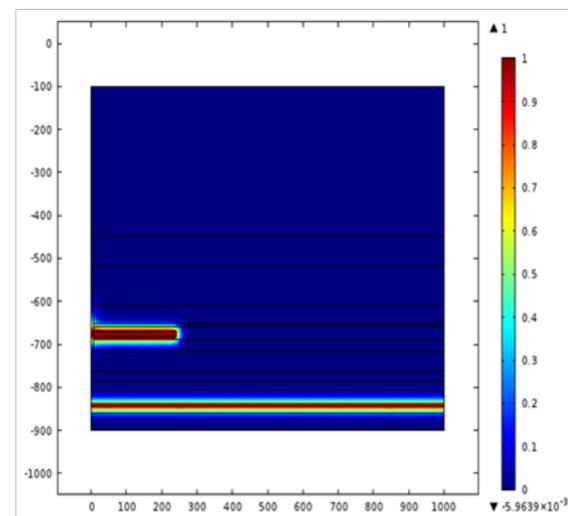
Résultats de modélisation des profils actuels de pression et de total des solides dissous (TSD)



Effets de la glaciation future sur un DGP destiné à des DFMR



a) Limites de pression



b) Mouvement des traceurs

Le modèle hydro-mécano-chimique de la CCSN prédit que la roche hôte et couverture demeureront des barrières robustes au cours de cycles glaciaires futurs



Conclusions

- La modélisation mathématique et les données recueillies sur le site du projet de DGP destiné aux DFMR fournissent de multiples éléments de preuve qui démontrent que :
 - le réseau d'eau souterraine profonde dans les formations de roche hôte et couverture du site remonte à des centaines de millions d'années et est pratiquement stagnant; le transport de soluté est dominé par la diffusion
 - ces formations rocheuses et leurs eaux souterraines n'ont pas été affectées par neuf cycles glaciaires au cours du million d'années dernier
 - les Grands Lacs sont des entités géographiques découlant des cycles glaciaires quaternaires; les plans d'eau de surface comme les Grands Lacs sont demeurés isolés de l'eau souterraine profonde



Conclusions (suite)

- La modélisation mathématique de la glaciation future indique que, pour le site du projet de DGP destiné aux DFMR :
 - les formations rocheuses en profondeur ne seraient pas affectées sur les plans mécanique et hydraulique
 - tout rejet de radionucléide serait confiné dans les formations rocheuses en profondeur et n'atteindrait pas les eaux souterraines peu profondes ou les plans d'eau de surface comme les Grands Lacs
- Les caractéristiques susmentionnées de la géosphère appuient le dossier de sûreté du projet de DGP



Canadian Nuclear
Safety Commission

Commission canadienne
de sûreté nucléaire

Des questions?

Merci!

Canada

Participez et contribuez!



Consultez notre site Web



Suivez-nous sur Facebook



Suivez-nous sur Twitter



Regardez notre chaîne YouTube



Abonnez-vous aux mises à jour



Communiquez avec nous