

DOCUMENTATION POUR LA SGDN**6. MÉTHODES TECHNIQUES****6-12 GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS DE COMBUSTIBLE IRRADIÉ – EXAMEN
GÉOSCIENTIFIQUE DES GROUPES SÉDIMENTAIRES DANS LE SUD DE L'ONTARIO****RÉSUMÉ****Martin Mazurek****Interaction eau-roche, Institut des sciences géologiques, Université de Berne, Suisse**

RÉSUMÉ

Ce document décrit une évaluation géoscientifique réalisée sur l'aptitude de la roche sédimentaire paléozoïque que l'on retrouve dans le sud de l'Ontario à recevoir un dépôt en formations géologiques profondes (DFGP) pour le combustible nucléaire irradié. L'évaluation comprenait un examen des programmes internationaux de gestion des déchets de combustible nucléaire dans un milieu sédimentaire et une compilation de l'information géoscientifique disponible au grand public pour le sud de l'Ontario. Une synthèse de cette information a servi de base à l'évaluation de l'aptitude du substratum rocheux à l'intérieur de ces groupes sédimentaires à la lumière de l'expérience internationale. Une démarche structurée conforme aux pratiques internationales a été suivie pour évaluer des raisonnements multiples et indépendants concernant les propriétés d'isolement, la stabilité à long terme de l'écoulement et les aspects géotechniques. Des schistes et calcaires de l'Ordovicien moyen et supérieur dans le sud de l'Ontario ont été identifiés comme sites potentiels.

Une expérience considérable a été acquise sur le plan international au cours de la dernière décennie concernant l'applicabilité des milieux sédimentaires à la gestion des déchets radioactifs. Des programmes de gestion des déchets radioactifs en Suisse (Nagra), en France (Andra), en Belgique (Ondraf/Niras), en Espagne (Enresa) et au Japon (JNC) ont été axés sur les milieux argileux, qui comprennent la roche sédimentaire riche en argile à différents stades d'induration (argile, schiste). Des présentations de sûreté et autres activités importantes comparables visant un dépôt en formations géologiques profondes ont été réalisées ces derniers temps par Nagra, Andra et Ondraf/Niras. La préparation de ces présentations de sûreté était appuyée sur des programmes bien établis de recherche en collaboration avec les laboratoires de recherche souterraine de Mont Terri (Suisse), Mol/Dessel (Belgique) et Bure (France). Les principales caractéristiques de sûreté des milieux argileux sont:

- les unités en couches horizontales et peu déformées dans les groupes sédimentaires sont géométriquement simples et faciles à conceptualiser;
- les formations visées sont suffisamment homogènes, ce qui accentue leur caractère prévisible;
- les formations sont très imperméables, ce qui fait que le transport de masse sera probablement surtout par diffusion;
- le déplacement à travers les pores est très lent et l'absorption dans les minéraux argileux retarde la migration de plusieurs éléments dissous;
- les formations tendent à resceller d'elles-mêmes les fractures et les failles;
- un corpus géoscientifique abondant indique que la géosphère est résistante vis-à-vis des perturbations à l'échelle de temps géologique (c.-à.-d., érosion, glaciation, pergélisol); et
- les formations présentent une stabilité géomécanique suffisante pour la construction et l'exploitation sécuritaire d'un dépôt.

Les formations salines présentent aussi des caractéristiques souhaitables pour la gestion à long terme des déchets radioactifs, tel que démontré par le Waste Isolation Pilot Plant (installation pilote d'isolement des déchets) au Nouveau-Mexique aux États-Unis (permis émis en 1999) et par les programmes allemands à Gorleben et Morsleben. Il est évident que les formations sédimentaires présentent des avantages marqués pour la gestion à long terme des déchets et pour

la préparation des présentations de sûreté et sont devenues le milieu privilégié là où la géologie le permet.

Le sud de l'Ontario possède un sous-sol sédimentaire de formations paléozoïques d'âge cambrien à dévonien (543 – 354 Ma). Les groupes en couches presque horizontales et très peu déformées sont constitués de schistes, de roche argileuse, de dolomies, de grès et d'évaporites (sel, gypse, anhydrite). On trouve ces roches sédimentaires dans les bassins sédimentaires du Michigan et des Appalaches et elles atteignent une épaisseur maximum d'environ 1500 m. L'information géoscientifique de base qui a servi à définir le contexte géologique aux fins de l'évaluation a été obtenue principalement de la littérature scientifique et d'autres sources du domaine public. Une synthèse de cette information a permis de caractériser la lithologie, la stratigraphie, la structure, la diagenèse/évolution du bassin, l'hydrogéologie physique et chimique, le système de contraintes, la sismologie, le potentiel en ressources et les qualités géomécaniques du substratum rocheux.

À partir de cette synthèse, une première évaluation de l'aptitude de ces formations a été réalisée, fondée sur quatre critères: i) existence d'une masse rocheuse de faible conductivité hydraulique; ii) profondeur suffisante au-dessous de la surface de la formation (= 200 m); iii) épaisseur suffisante de la formation (= 100 m); iv) géométrie simple (c.-à.-d., homogénéité interne, continuité latérale). En appliquant ces critères, des formations acceptables ont été identifiées sous forme de schistes de l'Ordovicien moyen et supérieur (environ 470 – 443 Ma) (formation de Blue Mountain, Baie Georgienne, Queenston) et de substrats de calcaire (formations du Simcoe Group, c.-à.-d. Gull River, Bobcaygeon, Verulam et Lindsay). Ces formations sont continues latéralement sur de vastes régions du sud de l'Ontario. Une étude plus détaillée de ces roches sédimentaires Ordoviciennes fut réalisée en utilisant une méthode, reconnue sur le plan international, développée dans le cadre de NEA Features, Events and Processes Catalogue for Argillaceous Rocks (FEPCAT). Cette évaluation a confirmé les premiers résultats.

Les arguments géoscientifiques appuyant les conclusions incluent les suivants:

- L'épaisseur des schistes et calcaires ordoviciens dépasse largement les 100 m, une valeur reconnue mondialement comme une caractéristique souhaitable;
- Le degré d'hétérogénéité géologique et hydrogéologique verticale et horizontale dans les formations hôtes potentielles est limité et assez bien connu;
- Les indications hydrochimiques montrent des durées de résidence souterraine très longues des eaux dans les formations et aucun écoulement résolvable en profondeur entre les formations à l'échelle de temps géologique;
- Le système d'eau douce en surface possède un régime hydrogéologique sous-jacent stagnant. Vu l'absence de zones d'infiltration des eaux de la nappe phréatique profonde, il n'y a pas ou peu d'écoulement d'eau. Le transport de soluté se fait probablement surtout par diffusion;
- L'infiltration en profondeur des eaux de surface est peu probable, vu la densité élevée des saumures que l'on retrouve en profondeur et la présence de plusieurs formations de faible perméabilité, telles que des schistes et des évaporites, qui enveloppent les unités plus perméables; et
- Le perçage de tunnels en profondeur dans les schistes et calcaires souterrains paraît faisable, malgré des contraintes horizontales élevées.

Si l'on se base sur les connaissances actuelles, il y a un grand nombre d'arguments indépendants qui indiquent que les schistes et calcaires ordoviciens que l'on retrouve dans le sous-sol du sud de l'Ontario présentent un environnement acceptable pour un dépôt en formations géologiques profondes pour le combustible irradié. Il n'y a pas d'indications qui pourraient, à priori, mettre en question la faisabilité et le fonctionnement sécuritaire à long terme. D'un point de vue géoscientifique, les chances de succès d'une présentation de sûreté sont bonnes. Un aspect très positif est la possibilité d'utiliser des arguments multiples (p. ex., modélisation prédictive de l'écoulement/transport, indications hydrochimiques, connaissance du système hydrogéologique) pour consolider l'argumentaire de la présentation de sûreté.