

RÉSUMÉ

Titre : Simulations de transport réactif de l'altération des interfaces entre la bentonite, le béton LHHPC et la roche hôte et de l'impact sur la migration des radionucléides

Rapport n° : NWMO-TR-2020-14

Auteurs : Mingliang Xie¹, K. Ulrich Mayer¹ et Kerry T. B. MacQuarrie²

Société : ¹Département des sciences de la Terre, de l'Océan et de l'atmosphère, Université de la Colombie-Britannique ²Département de génie civil, Université du Nouveau-Brunswick

Date : Juillet 2021

Résumé

Dans le concept canadien de dépôt géologique en profondeur pour déchets de combustible irradié, la bentonite hautement comprimée (HB) et le béton haute performance à basse température d'hydratation (LHHPC) sont des matériaux constituant des barrières ouvragées potentielles. La minéralogie initiale et la composition de l'eau interstitielle sont différentes pour la bentonite, le LHHPC et les roches hôtes potentielles, telles que le calcaire et le granite. Par conséquent, des altérations chimiques sont attendues aux interfaces entre ces matériaux, ce qui pourrait entraîner des modifications des propriétés de transport du système de barrières. Des simulations du transport réactif isotherme unidimensionnel ont été réalisées avec le code MIN3P-THCm pour étudier les interactions chimiques à long terme induites par le transport diffusif à travers les interfaces. Deux scénarios ont été simulés pour étudier les altérations potentielles de la composition de l'eau interstitielle, de la minéralogie, de la porosité et du transport diffusif dans le système de barrières : 1) HB/LHHPC/roche hôte ; et 2) HB/roche hôte. Pour les deux scénarios, des simulations comparatives ont été menées pour étudier l'impact des zones endommagées par l'excavation (EDZ) sur le transport réactif et la migration des radionucléides. Dans le premier scénario, les résultats de la simulation montrent qu'en raison du pH relativement élevé de l'eau interstitielle dans le LHHPC (pH = 9,7), une dissolution minérale et une précipitation importantes se produisent aux interfaces bentonite/LHHPC. Après 100 000 ans, les réactions d'altération restent limitées à une distance de 2 cm des interfaces. Les mécanismes d'altération dépendent principalement de la minéralogie et de la composition chimique de l'eau interstitielle dans la roche hôte. Dans le cas d'une roche hôte granitique, les phases d'hydrate de silicate de calcium (CSH) présentes dans le LHHPC devraient se transformer en tobermorite, phillipsite et saponite au cours des 1 000 premières années. Les simulations indiquent qu'une réduction substantielle de la porosité se produit après environ 1 500 ans dans le béton adjacent à la bentonite en raison de la précipitation de la tobermorite, de la sépiolite, de la saponite, de la phillipsite, du gypse et de la calcite. Dans le cas d'une roche hôte calcaire, la saponite et la sépiolite sont les minéraux dominants formés dans le LHHPC au cours des 1 000 premières années. Dans ce cas, un colmatage complet des pores est prévu après environ 3 800 ans dans le calcaire adjacent au LHHPC, principalement en raison de la précipitation de la saponite, de la sépiolite, du calcite et de la phillipsite. Les simulations du transport diffusif de l'I à travers les interfaces des matériaux suggèrent que la migration des radionucléides peut être considérablement retardée si l'altération de

l'interface, due à la présence du LHHPC, entraîne un colmatage avant la libération des radionucléides. En raison des porosités initiales plus élevées supposées dans les EDZ, les simulations incluant les EDZ ont nécessité plus de temps pour atteindre le colmatage complet des pores à l'interface entre le LHHPC et les roches hôtes. En raison de la faible réactivité de la bentonite par rapport au LHHPC, seules des modifications relativement mineures de la fraction volumique minérale et de la porosité ont été prévues pour les cas de roches hôtes HB/granite et HB/calcaire. Le transport des radionucléides dans les cas de HB/roche hôte n'a pas été significativement influencé par les changements de porosité ou la présence de zones de dommages d'excavation.