

RÉSUMÉ

Titre : Comparaison de la méthode de l'échange diffusif des isotopes en utilisant de l'argile à Opalinus et du schiste de Queenston équilibrés avec une solution saline synthétique

Rapport n° : NWMO TR-2014-14

Auteurs : Antoine de Haller¹, Monique Hobbs¹, Jorge Spangenberg² et Dimitri Meier¹

Société : ¹RWI, Institute of Geological Sciences, Université de Berne, Suisse
²Laboratoire des isotopes stables et Laboratoire de géochimie organique, Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST), Université de Lausanne, Suisse

Date : Juin 2014

Résumé

Cette étude vise à tester les avancées récentes réalisées dans le domaine de la technique de l'échange diffusif des isotopes en vue de l'adapter aux eaux interstitielles hautement salines et, de façon plus générale, aux solutions à faible activité de l'eau. Ce rapport présente les travaux menés pour : 1) examiner les facteurs pouvant influencer les résultats de la technique de l'échange diffusif des isotopes en conditions de solutions salines par le biais d'expériences solution à solution; et 2) de comparer la méthode de l'échange diffusif adaptée à des échantillons rocheux préalablement équilibrés à l'aide de solutions synthétiques de composition chimique et isotopique connue. Deux différents matériaux rocheux ont été utilisés pour réaliser les tests de comparaison : 1) un schiste de Queenston extrait en Ontario, au Canada; et 2) un argile à Opalinus provenant du Laboratoire souterrain de recherche (LSR) du Mont Terri, en Suisse.

Lors des expériences d'échange diffusif solution à solution, les facteurs perturbateurs étaient : 1) la disparité entre l'activité de l'eau des solutions témoins et celle des solutions échantillonnées; 2) la différence de poids entre les solutions témoins et les solutions échantillonnées; et 3) les différences de composition chimique (NaCl versus CaCl₂) entre les solutions témoins et les solutions échantillonnées. La comparaison de la méthode de l'échange diffusif des isotopes à l'aide d'échantillons rocheux équilibrés avec des solutions synthétiques avait pour but de déterminer : 1) si la composition isotopique obtenue par le biais de la méthode de l'échange diffusif correspond véritablement à la composition de l'eau interstitielle; et 2) si des facteurs perturbateurs additionnels, autres que ceux identifiés dans les expériences solution à solution, jouent un rôle.

L'équilibrage de l'argile à Opalinus et du schiste de Queenston (qui étaient saturés d'eau interstitielle au début de l'expérimentation) à l'aide de solutions synthétiques à 0,3 et 5 mol/kg de NaCl et de 2,5 et 5 mol/kg de CaCl₂ a été réalisé en immergeant des fragments de roche de 2 à 4 cm de diamètre dans des conteneurs hermétiques en PVC pendant des périodes de 62 et de 90 jours respectivement. L'équilibre a été apparemment atteint en 1 jour approximativement pour les échantillons d'argile à Opalinus et en 4 jours pour les échantillons de schiste de Queenston. Les échantillons rocheux ne se sont jamais désagrégés au cours de ces expériences, même en présence de solutions à des

concentrations de 0,3 mol/kg de NaCl. La densité des roches équilibrées, dans tous les cas, était inférieure à celle de la roche saturée en eau interstitielle intacte et augmentait à mesure que la salinité de la solution synthétique augmentait. Cela était probablement dû au fait que la pression de confinement dans les expériences d'équilibrage était faible par comparaison avec les conditions in situ. La densité rocheuse était en corrélation avec la teneur en eau, qui est plus élevée dans les solutions à faible salinité.

Les données obtenues au cours des expériences menées avec l'argile à Opalinus et le schiste de Queenston indiquent que la méthode de l'échange diffusif produit des résultats fiables quant à la composition isotopique ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^2\text{H}$) de l'eau interstitielle à tous les degrés de salinité lorsque la composition chimique de l'eau interstitielle et de l'eau témoin est semblable. Les résultats pour les valeurs de $\delta^{18}\text{O}$ étaient haussés d'approximativement 1 ‰ pour les compositions chimiques contrastées (NaCl versus CaCl_2), mais de façon non significative pour les valeurs de $\delta^2\text{H}$. La technique de l'échange diffusif a produit des résultats fiables dans le cas des roches dont la teneur en eau était aussi faible que 0,5 % massique. Pour des raisons inconnues, l'utilisation de la méthode de l'échange diffusif pour obtenir la teneur en eau d'une roche produisait de bons résultats en présence de salinités élevées ($\geq 2,5$ mol/kg), mais surestimait la teneur lorsque la salinité était faible (0,3 mol/kg).