

RÉSUMÉ

Titre : Améliorations aux méthodologies de mesure radiographique des propriétés de diffusion des roches de faible perméabilité et élaboration de méthodes de mesure du pH des saumures

Rapport n° : NWMO-TR-2016-16

Auteurs : Yan Xiang, Diana Loomer et Tom Al

Société : Université du Nouveau-Brunswick

Date : Juin 2016

Résumé

Les objectifs de cette recherche sont d'élaborer des méthodologies de mesure des propriétés de diffusion dans les roches sédimentaires et cristallines de faible perméabilité, et d'améliorer les méthodologies existantes, et d'élaborer des méthodes de mesure du pH dans les solutions aqueuses de force ionique élevée. Ce projet décrit quatre projets distincts.

Le premier projet visait à améliorer et à mettre au point la méthode de radiographie en utilisant une source de rayons gamma monochromatiques de type Am-241. L'utilisation des rayons gamma monochromatiques élimine le phénomène de durcissement du faisceau, qui limite la précision et la justesse de la technique de radiographie aux rayons X. Le durcissement du faisceau éliminé, la technique des rayons gamma permet d'obtenir un étalonnage fiable qui est essentiellement indépendant de la matrice de rayonnements ambiants.

Dans le second projet, les coefficients de diffusion du traceur d'iodure (I^-) ont été mesurés simultanément à l'aide de rayons gamma et de la méthode de « *through-diffusion* » (diffusion part en part) appliquée au granite. Même si un seul essai a été effectué, les résultats indiquent que la méthode des rayons gamma constituera une solution de rechange viable aux mesures de *through-diffusion* relatives aux roches cristallines de très faible porosité.

Le troisième projet visait à étudier l'effet de la saturation gazeuse partielle sur les coefficients de diffusion. Une méthode a été mise au point pour générer une saturation gazeuse partielle dans un échantillon rocheux en équilibrant l'eau interstitielle avec de l'azote (N_2) gazeux soumis à une pression élevée (jusqu'à 7 000 kPa) et en abaissant rapidement la pression de l'azote au niveau de la pression atmosphérique. Le degré de saturation partielle est déterminé par la méthode des rayons gamma. Le coefficient de diffusion effectif (D_e) pour le traceur d'iodure placé dans une saumure saturée à 100 % a été comparé au coefficient associé des différents degrés de saturation gazeuse partielle. Un résultat préliminaire obtenu pour le schiste de la formation de Queenston indique que la méthode est prometteuse pour l'évaluation de l'effet d'une saturation partielle sur la diffusion dans les roches de faible perméabilité qui contiennent une eau interstitielle de grande salinité.

Le quatrième projet visait à mesurer le pH dans des saumures de force ionique élevée. Des éléments tampons de compositions et de forces ioniques diverses ont été formulés et leur pH a été déterminé par modélisation géochimique à l'aide du modèle d'interaction ionique de Pitzer appliqué par le programme géochimique PHREEQC. Ces éléments tampons ont été utilisés pour examiner deux méthodes de mesure du pH : les mesures potentiométriques à l'aide de l'électrode de verre et les mesures spectrophotométriques en utilisant le rouge de phénol comme indicateur coloré.

La réponse de l'électrode au pH est linéaire dans la plage allant de 1,4 à 9,1 et pour des forces ioniques ne dépassant pas 8,2 mol/kg. Toutefois, un décalage systématique est observé à mesure que la force ionique augmente, de sorte qu'une électrode étalonnée avec des éléments tampons de faible force ionique sous-estimera le pH d'une solution de force ionique élevée (8,2 mol/kg) de 0,6 à 0,7 unités de pH. Pour toute force ionique donnée, les mesures potentiométriques sont également sensibles à la composition ionique de la solution. Malgré ces effets, il est possible de prendre des mesures potentiométriques exactes si la composition des éléments tampons étalonnés est semblable à celle de la solution d'essai. Les résultats des mesures spectrophotométriques indiquent que la constante de dissociation (pK_a) du rouge phénol indicateur est quasiment insensible à la composition ionique de la solution. Une erreur maximale de 0,2 unités est possible pour une mesure spectrophotométrique du pH si la force ionique des éléments tampons ne correspond pas à la force ionique de la solution d'essai. Cependant, la plage de mesure du rouge phénol se limite à une plage de pH s'étendant de ~ 7 à 9; des indicateurs additionnels peuvent être utilisés pour élargir la plage d'efficacité de la méthode spectrophotométrique.