RÉSUMÉ

Titre : Analyse microbienne des matériaux tampons utilisés dans le cadre des expériences Alternative Buffer Material (ABM) menées au Laboratoire sur la roche dure (Hard Rock Laboratory) d'Äspö, en Suède
Rapport n° : NWMO TR-2014-21
Auteurs : S. Stroes-Gascoyne, C.J. Hamon et K. Stephenson
Société : Énergie atomique du Canada limitée
Date : Août 2014

Résumé

Le but de l'expérience Alternative Buffer Material (ABM), en cours depuis décembre 2006 dans des puits du Laboratoire sur la roche dure d'Äspö, en Suède, est d'élargir la base de connaissances sur les matériaux tampons de remplacement afin d'optimiser les aspects tels que la disponibilité, la sûreté et les coûts. L'expérience ABM porte sur les différences de comportement et de stabilité à long terme entre 11 matières argileuses soumises à des conditions contrôlées, identiques et pertinentes à un dépôt. Les matériaux examinés dans le cadre de l'expérience incluent six bentonites-Na (Kunigel, Ibeseal, MX-80 (LOT), Asha 505, Friedland et Ikosorb), trois bentonites-Ca (Dep-CAN, Rokle et Calcigel), une bentonite-Mg (Febex) et une argilite (COX). Sont aussi compris dans les lots d'essai le matériau granulaire MX-80 ainsi que le matériau granulaire MX-80-sable (30 % quartz) (MX-80S). Trois lots d'essai ont été installés en 2006. Chaque lot était constitué d'au moins 30 « anneaux » tampons d'une épaisseur de 10 cm, d'un tuyau de chauffage en acier au carbone, de réchauffeurs, de capteurs et de tuyaux liés au système de saturation artificielle. Les anneaux tampons étaient enfilés autour du tuyau de chauffage selon une configuration prédéterminée de façon à obtenir le mélange de matériaux le plus diversifié possible. Après l'installation, les lots ont été chauffés à une température cible de 130 °C et saturés artificiellement ou naturellement. Ce rapport présente les résultats des analyses microbiennes initiales des 11 matières argileuses utilisées dans cette expérience ainsi que les résultats de l'analyse microbienne d'un échantillon du lot n° 1 de l'expérience ABM, qui a été récupéré en mai 2009.

Les 11 matériaux tampons de l'expérience ABM ont été analysés relativement à la présence de microorganismes cultivables et viables afin d'établir leurs caractéristiques microbiennes initiales. Les données correspondantes pour un lot de bentonite-Na MX-80 utilisé au Canada et pour deux échantillons d'argile à Opalinus (OPA) soigneusement forés au Laboratoire souterrain de recherche du Mont Terri, en Suisse, ont été incluses dans les comparaisons avec ces matériaux de l'expérience ABM. Les résultats des cultures indiquent que les taux maximal et minimal de cultivabilité (d'après une sommation des résultats de culture de tous les échantillons, ignorant les chevauchements possibles entre les groupes physiologiques) pour tous les échantillons étaient les suivants : Asha 505 > Febex > MX-80 (LOT) > Ikosorb > Ibeseal > Dep-CAN > Rokle > Friedland > MX-80 (Canada) > Calcigel > Kunigel > COX > OPA. COX et OPA sont des argilites consolidées, ce qui pourrait expliquer leurs résultats faibles en matière de cellules cultivables. Le comptage des cellules par analyse des acides gras phospholipidiques (PLFA) a permis d'obtenir une plage de cellules de 4×10^4 à 1×10^7

équivalents cellulaires/g. Un facteur de différence de 15 seulement a été constaté pour la biomasse de tous les échantillons de bentonite par analyse PLFA. La biomasse par analyse PLFA des échantillons d'argilite était approximativement 10 fois moindre que celle des échantillons de bentonite. Les données sur la structure communautaire tirées de l'analyse PLFA semblent indiquer que les échantillons les moins diversifiés (et possiblement les moins contaminés) étaient les argilites naturelles (COX et OPA), le Calcigel et le Kunigel. Ces résultats semblent concorder très bien avec la faible cultivabilité de ces échantillons. Aucune corrélation nette entre la cultivabilité hétérotrophe et la teneur totale en C organique ou la cultivabilité des bactéries sulfato-réductrices et la teneur totale en S n'a été trouvée. Un taux considérable de cultivabilité a été constaté à des taux très faibles d'activité aqueuse ($< 0,60$) pour certains de ces échantillons, ce qui semble indiquer que la survie survenait sous forme de spores (ou peut-être de cellules dormantes). La présence dominante d'organismes sporigènes est, par conséquent, probable dans ces matériaux. Une comparaison avec les résultats d'analyses menées sur des échantillons équivalents obtenus par SKB a établi une bonne concordance entre les données d'EACL et celles de SKB : le nombre le plus élevé de cellules cultivables (microorganismes aérobies hétérotrophes et bactéries sulfato-réductrices) a été constaté avec les échantillons d'Asha 505 et de Febex; le compte le plus faible a été obtenu avec les échantillons de Kunigel et de COX.

L'échantillon du lot n° 1 de l'expérience ABM contenait deux couches adjacentes de matériaux granulaires MX-80 et MX-80S et leurs interfaces avec la roche, le tuyau d'acier au carbone (contenant les réchauffeurs), une couche de bentonite MX-80 ordinaire et une couche de bentonite Febex. Les résultats de l'analyse microbienne a confirmé encore une fois que les interfaces sont les endroits les plus probables où l'activité microbienne pourrait survenir dans un dépôt. Malgré des températures oscillant autour de 100 °C, une population considérable de microorganismes aérobies hétérotrophes viables a été observée à l'interface entre la roche, le MX-80 granulaire et le MX-80S. La survie survenait plus probablement sous forme de spores. Les spores survivantes sont inactives et ne constituent pas une menace directe pour la longévité des conteneurs d'un futur dépôt. Toutefois, la présence d'une population nombreuse de spores indique la possibilité d'une activité microbienne future accrue dans un dépôt si les conditions devenaient plus favorables.