

Potentiel de production d'hydrogène natif par altération hydrothermale du sous-sol granitique dans le graben du Rhin : le cas du site géothermique de Soultz-sous-Forêts

Jesica Murray^{*1,2}, Bertrand Fritz¹, Alain Clément, JeanSchmittbuhl¹,
Damien Daval¹, Damien Lemarchand¹, Florian Osselin³, Vincent Bordmann⁴

¹EOST/ITES(UMR7063), Université de Strasbourg/CNRS – France

² Instituto de Bio y Geo Ciencias del NOA (IBIGEO), CONICET – Universidad Nacional de Salta – Argentina

³ISTO Université d'Orléans/CNRS/BRGM–France

⁴TOTAL SA - La Défense 6, Courbevoie – France

Dans la région du graben du Rhin, l'existence d'une forte anomalie géothermique a favorisé le développement de plusieurs sites de géothermie profonde (EGS) qui exploitent le réservoir hydrothermal granitique à une profondeur de plus de 2000 m. En particulier, sur le site de Soultz-sous-Forêts, plusieurs études ont indiqué la présence d'hydrogène (H₂) à 0,25-46,3 % en volume dans la phase gazeuse des fluides hydrothermaux. En utilisant la riche base de données du site de Soultz-sous-Forêts, nous avons développé une modélisation géochimique de transport réactif afin d'explorer les réactions qui pourraient conduire à la génération abiotique native d'H₂ dans le réservoir granitique riche en biotite et estimer le potentiel de production d'H₂ dans de tels réservoirs géothermiques profonds. Les simulations indiquent que la génération d'H₂ natif est possible par l'altération hydrothermale des minéraux Fe(II) tels que la biotite et la réduction de l'eau telle qu'observée dans le processus de serpentinisation (Murray et al., 2020). Les premières évaluations indiquent que le potentiel de production d' H₂ est de 102 kt par km³ de granite. Cette quantité représente 0,2 % de l'H₂ produit et consommé chaque année dans le monde (55 Mt ; Hydrogen Council, 2017), et 11 % de l'H₂ utilisé par l'industrie française par an (> 900 000 tonnes d'H₂ ; ADEME, 2018). De plus, nos simulations avec des pressions de CO₂ croissantes, montrent que l'injection de CO₂ peut stimuler la production d'H₂ dans le réservoir en modifiant le pH et le Eh de la solution, ce qui entraîne des conditions moins réductrices et augmente la quantité d'H₂ générée. Dans le nouveau scénario mondial de la transition énergétique, où l'H₂ jouera un rôle important, notre recherche explore une nouvelle voie de production d'H₂ natif associée aux réservoirs de géothermie profonde. En outre, l'altération de minéraux ferreux du granite, stimulée par des injections de CO₂ permettra aussi une association potentielle avec une stratégie de séquestration du CO₂. Dans une nouvelle étape, une approche expérimentale en collaboration avec le laboratoire ISTO est développée par une série d'expériences en autoclave à prélèvement dans des conditions de pression, température et d'oxydo-réduction comparables à la modélisation pour confirmer les prévisions obtenues.

Mots-Clés :Hydrogène Natif, Sous-sol Granitique, Oxydation de Biotite, Modélisation Géochimique, Système Géothermique Stimulé

Murray J., Clément A., Fritz B., Schmittbuhl J., Bordmann V., Fleury J-M. 2020. Abiotic hydrogen generation from biotite-rich granite: A case study of the Soultz-sous-Forêts geothermal site, France, Applied Geochemistry, 119, 104631, <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104631>

*Intervenant