Stabilité mécanique d'une cavité saline utilisée pour le stockage de l'hydrogène

H. Djizanne, C. Lekoko

Keywords: hydrogène, cavité saline, stabilité mécanique, thermodynamique, mécanique des roches.

L'hydrogène, en tant que vecteur énergétique, offre des alternatives pertinentes pour remplacer les énergies fossiles sources de pollution et d'émissions de carbone. L'hydrogène gazeux peut être stocké en sous-sol tout en s'intégrant aux infrastructures actuelles de distribution de gaz naturel. Les cavités salines créées par la technique de dissolution sont actuellement les seules structures utilisées pour stocker massivement de l'hydrogène pur sous terre. À ce jour, six cavités salines servent à stocker massivement de l'hydrogène, aux États-Unis (Moss Bluff, Clemens Dome, Spindletop) et au Royaume-Uni (Teesside). Ces installations de stockage d'hydrogène sont destinées à l'industrie chimique ou pétrochimique.

Un premier avantage du stockage souterrain de l'hydrogène en cavité saline est le stockage par compensation de saumure. Cette technique réalisée au Royaume-Uni, équilibre le volume de gaz par injection ou retrait de saumure ; tout le volume de gaz peut être utilisé, ce qui limite l'investissement dans le gaz tampon. Deuxièmement, le stockage souterrain de l'hydrogène dans les cavités salines présente aussi, un intérêt particulier par exemple à la suite des annonces européennes du green deal mettant en avant la potentielle place de l'hydrogène vert dans la transition énergétique. Plusieurs démonstrateurs ou annonces de démonstrateurs ont vu le jour aux Pays Bas, en Allemagne, en Angleterre, en France et dans plusieurs autres pays. En France par exemple, un démonstrateur est en cours de réalisation à Etrez dans l'Ain (HyPSTER), tandis qu'un deuxième plus grand est en cours de préparation à Manosque (FrHyGe), tous deux co-financés par l'Union européenne.

La maîtrise de la sécurité de l'exploitation des cavités de stockage d'hydrogène gazeux inclut non seulement la gestion des problèmes d'étanchéité, mais aussi l'analyse de la stabilité mécanique afin de préserver l'intégrité du produit stocké et de son environnement industriel. En mécanique des roches, certaines interrogations subsistent quant à la tenue mécanique d'une cavité saline soumises aux fortes sollicitations induites par l'hydrogène gazeux, notamment des chargements cycliques rapides ou de décharges rapides de gaz. Une chute de pression rapide engendre un refroidissement du gaz, dont l'ampleur dépend de la vitesse de la détente et des dimensions de la cavité. Les contraintes thermiques, conséquences de ce refroidissement, peuvent provoquer l'apparition de fractures au sein des parois ou du toit de la cavité saline. Cet article présente les résultats des simulations numériques réalisées pour étudier le comportement mécanique du système composé de l'hydrogène et du sel gemme sous sollicitations sévères

H. Djizanne
Institut national de l'environnement industriel et des risques
Hippolyte.djizanne@ineris.fr

C. Lekoko
Université de Pau et des Pays de l'Adour
carelleedna@yahoo.fr