HAL
open science

Synthèse des impacts potentiels d'une fuite de CO2 depuis un site de stockage géologique sur les processus géochimiques

Philippe Gombert

To cite this version:

Philippe Gombert. Synthèse des impacts potentiels d'une fuite de CO2 depuis un site de stockage géologique sur les processus géochimiques. Rapport Scientifique INERIS, 2014, 2013-2014, pp.12-13. ineris-01869490

HAL Id: ineris-01869490

https://ineris.hal.science/ineris-01869490v1

Submitted on 6 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Philippe GOMBERT

SYNTHÈSE DES IMPACTS POTENTIELS D'UNE FUITE DE CO_2 DEPUIS UN SITE DE STOCKAGE GÉOLOGIQUE SUR LES PROCESSUS GÉOCHIMIQUES

Références

Lions J., Devau N., de Lary L., Dupraz S., Parmentier M., Gombert P., Dictor MC., 2014. Potential impacts of leakage from CO_2 geological storage on geochemical processes controlling fresh groundwater quality: A review. International Journal of Greenhouse Gas Control, 2014, 22, 165-175

Rillard J., Gombert P., Toulhoat P., Zuddas P., 2014. Geochemical assessment of CO_2 perturbation in a shallow aquifer evaluated by a push–pull field experiment. International Journal of Greenhouse Gas Control, 2014, 21, 23-32.

Rillard J., 2014. CO_2 perturbation in aquifers: reaction kinetics and metals behavior. Thèse de l'université Claude Bernard Lyon 1 en partenariat avec l'INERIS.

Kharaka Y., Thordsen JJ., Hovorka SD., Nance S., Cole DR., Phelps TJ., Knauss KG., 2009. Potential environmental issues of CO_2 storage in deep saline aquifers: Geochemical results from the Frio-I Brine Pilot test, Texas, USA. Applied Geochemistry 24 (2009) 1106–1112

Le stockage géologique de CO_2 est généralement étudié en tant qu'option possible pour limiter l'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. À ce titre, les aquifères salins profonds (> 800 m), où le CO_2 se dissout lentement dans la saumure, sont parmi les candidats pour ce type de stockage. En termes de risques, une question primordiale est de savoir ce qu'il adviendrait d'une éventuelle fuite de CO_2 et/ou de saumure, notamment en ce qui concerne l'impact sur les aquifères superficiels d'eau douce.

Risque de variation du pH de l'eau

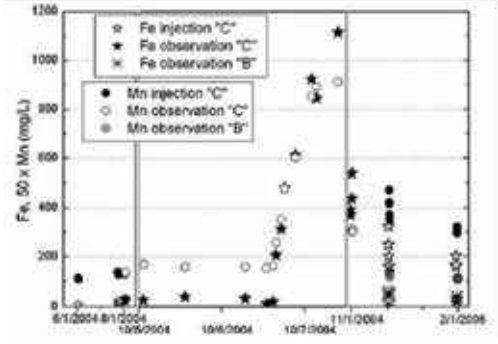
Bien que ce CO_2 soit stocké à l'état supercritique, sa migration vers la surface en cas de fuite le fera passer à l'état gazeux : s'il rencontre un aquifère, une partie de ce CO_2 va se dissoudre dans l'eau. Ce phénomène va premièrement impacter le pH de l'eau souterraine, la dissolution du CO_2 dans l'eau produisant de l'acide carbonique. Les données bibliographiques indiquent une chute de pH de 1 à 3 unité(s) selon que la nappe est renfermée dans une roche-réservoir carbonatée ou siliceuse. Cette variation de pH va en effet être tamponnée par la mise en solution de certains minéraux constitutifs de la roche-réservoir, préférentiellement des carbonates mais également - dans une moindre mesure (d'où un effet tampon moindre) - des silicates. Un second effet de cette mise en solution pourrait être la remobilisation des éléments traces métalliques contenus dans la roche-réservoir ou piégés par scavenging dans les oxy-hydroxydes de fer. *Figure 1, Figure 2*

Risque de migration de la saumure profonde

Du fait de la surpression, il existe également le risque que la saumure profonde remonte en même temps que le CO_2 fuyard. Comme

Figure 1

Concentration en fer et en manganèse dans la saumure du site de Frio (Texas, États-Unis) avant et après l'injection de CO_2 (Kharaka et al 2009)



The geological storage of CO_2 in deep saline aquifers is one option to limit the emission of greenhouse gases into the atmosphere. In case of leakage of CO_2 and/or brine, the impact on shallow freshwater aquifers must be investigated. The CO_2 leakage will first dissolve into shallow groundwater until saturation to form carbonic acid. This will lower the pH by 1 to 3 unit(s) depending on whether the aquifer is carbonated (buffered) or siliceous. Another effect of this dissolution could be the remobilization of trace metals contained in the matrix rock or trapped by scavenging into the iron oxi-hydroxides. In case of brine leakage, a significant quality alteration of shallow groundwater can be noted. This is due to brine salt (> 100 g / l NaCl) and concentration in trace metals (Al, Fe, Mn, Pb, Zn, Cu, U) or organic compounds (supercritical CO_2 being an organic solvent). Moreover, changes in the redox potential could also occur in case of leakage of deep anoxic brine or impure CO_2 gas (O_2, SO_X, NO_X, H_2S). In conclusion, the expected impact is a compromise between many parameters: (i) the quality of the injected CO_2, (ii) the kinetics of deep hydrogeochemical perturbations, (iii) the duration of the leakage towards the surface and (iv) the type of shallow aquifer encountered. To quantify this impact, it is necessary to have excellent network monitoring and a sufficiently long baseline to identify natural trace element range fluctuations.

son nom l'indique, ce type de saumure peut être fortement salé (>100 g/l de NaCl) et peut renfermer de grandes concentrations d'éléments métalliques, tels que l'aluminium, le fer, le manganèse, le plomb, le zinc, le cuivre, l'uranium ou l'arsenic, du fait de la présence de composés complexants : matière organique, bicarbonates, chlorures, fluorures etc. En outre, du fait que le CO_2 supercritique est un excellent solvant des matières organiques, des éléments traces organiques (toxiques) peuvent également se trouver dans les saumures ayant été en contact avec le CO_2. Une migration significative de saumure profonde serait alors de nature à altérer la qualité des aquifères superficiels, le plus souvent composés d'eau douce.

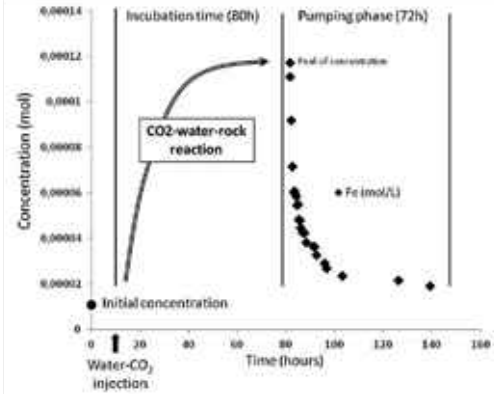
Risque de modification du potentiel d'oxydo-réduction

Une modification du potentiel d'oxydo-réduction pourrait survenir en cas de fuite de saumure profonde anoxique, riche en matière organique, ou de CO_2 gazeux renfermant des impuretés oxydantes (O_2, SO_X, NO_X) ou réductrices (H_2S). Selon la nature de l'aquifère rencontré, captif (anoxique) ou libre (oxygéné), on conçoit que l'impact puisse être significativement différent.

Conclusion

Au vu de la faible durée des expérimentations de fuite en laboratoire ou *in situ* (quelques semaines à quelques mois), il semble que seules des modélisations thermo-hydro-chimiques poussées permettent d'appréhender les phénomènes sur une durée de plusieurs centaines ou milliers d'années (durée nécessaire à l'établissement des équilibres chimiques) et fournir ainsi une image de l'impact à long terme. Néanmoins, les paramètres de calage de ces modélisations ne sont pas toujours disponibles, notamment en ce qui concerne le comportement des éléments traces métalliques dans des saumures très concentrées.

L'impact global d'une fuite de site de stockage géologique de CO_2 résulte d'un compromis entre de nombreux paramètres : (i) la qualité du CO_2 injecté, (ii) la cinétique des perturbations hydrogéochimiques attendues au sein du réservoir de stockage, (iii) la durée de la remontée d'une éventuelle fuite de CO_2 ou de saumure vers la surface et (iv) le type d'aquifère superficiel rencontré (captif ou libre, carbonaté ou silicaté). Pour quantifier correctement un tel impact sur un site réel, il est nécessaire de mettre préalablement en place un réseau de surveillance adapté et surtout, de disposer d'une ligne de base géochimique suffisante (mesures de l'« état zéro » avant injection) afin d'identifier les éléments traces déjà présents dans les aquifères superficiels et leurs gammes naturelles de fluctuations.

Figure 2

Courbe de restitution du fer dissous lors d'un test push-pull d'injection d'eau saturée en CO_2 à Lodève (Hérault, France) (Rillard et al, 2004)