

# Les accumulations naturelles et les analogues naturels de la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> dans la région du Kivu: opportunités et perspectives d'études

**Auteur:** NACISHALI NTERANYA Jean (Bureau d'Etude Géologique et Environnementale en RDC, BEGE-RDC)

**Contact:** [j.nacishali@gmail.com](mailto:j.nacishali@gmail.com)

## Résumé

*Les analogues naturels de la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> ainsi que les accumulations naturelles du CO<sub>2</sub> se retrouvent dans la région du Kivu et peuvent nous aider à comprendre le fonctionnement géochimique, minéralogiques ainsi que les impacts d'une fuite de CO<sub>2</sub> sur les écosystèmes et les ressources hydriques. L'apport du Rift Est Africain (branche occidentale) dans les émissions naturelles de CO<sub>2</sub> et par ricochet son apport au réchauffement climatique peut aussi être évalué. Les techniques de détection de fuite de CO<sub>2</sub> peuvent être testées.*

## Introduction

La séquestration du CO<sub>2</sub> en milieu géologique est l'une des solutions proposées pour réduire les problèmes de réchauffement climatique à l'échelle globale. Elle consiste en l'injection du CO<sub>2</sub> soit dans les aquifères salins profonds, soit dans des réservoirs des hydrocarbures abandonnés ou soit dans des formations géologiques riches en minéraux silicates contenant du Fe, Ca, Mg. Différents mécanismes de piégeage sont alors possibles (Jürg et Peter, 2009) dont le piégeage chimique par solubilité du CO<sub>2</sub> dans les eaux des aquifères ou par carbonatation minérale c'est à dire des réactions entre les fluides enrichies en CO<sub>2</sub> dissous et roches silicatées riches en ions divalents tels que le Ca, Mg, Fe pour précipiter les minéraux carbonatés. Le piégeage peut être aussi physique c'est à dire structural ou résiduel dans les pores de roche. Cependant, les études expérimentales ont montré que les interactions CO<sub>2</sub>-eau-roche et la migration de fluide enrichie en CO<sub>2</sub>, à travers des systèmes de fracture, peuvent avoir des impacts environnementaux potentiels. Les impacts environnementaux liés à la fuite de CO<sub>2</sub> nécessitent alors des investigations (F. Ziogou et al, 2013) et les évolutions minéralogiques ne sont pas bien connues. Les modèles expérimentaux ne sont pas capables de prédire correctement les évolutions minéralogiques réelles.

C'est ainsi qu'il est logique de prendre aussi en compte les situations naturelles que sont les accumulations et les zones de migration de CO<sub>2</sub> pour l'étude du comportement d'un stockage de CO<sub>2</sub>. La région du Kivu se trouve dans la branche occidentale du Rift Est Africain (REA). En outre, il existe un dégazage de CO<sub>2</sub> associé au rifting et au volcanisme dans le REA (Hyunwoo Lee et al 2016). Etudier les analogues naturels et les sites d'accumulations naturelles de CO<sub>2</sub> dans le Kivu peut nous aider à voir dans quelle mesure les processus géologiques conduisent au piégeage du CO<sub>2</sub> dans la région et en tirer des leçons pour le stockage du CO<sub>2</sub> anthropique. L'objet de cet article est de voir dans quelle mesure le contexte géologique particulier de la région du Kivu en fait un candidat idéal pour ce genre d'étude dans un contexte de réchauffement climatique à l'échelle globale.

## Opportunités et perspectives d'études

Dans la région du Kivu, les émissions de CO<sub>2</sub> ne sont pas seulement d'origine anthropique et sont souvent associées aux activités volcaniques et au rifting. Cela est attesté par la présence des sources carbogaseuses conduisant souvent à la précipitation de travertins dans plusieurs zones (cas du secteur de Katana au Sud Kivu, secteur de Walikale au Nord Kivu), aux émissions de CO<sub>2</sub> à travers des fractures et leur accumulation dans des zones appelées Mazuku au Nord Kivu (cas du secteur de Sake). Les occurrences

naturelles de CO<sub>2</sub> constituent des analogues naturels uniques qui peuvent être utilisés pour évaluer les résultats d'impacts de gaz libérés sur la santé et sûreté humaine, l'écologie, les eaux de surface, les eaux souterraines et l'efficacité des mesures curatives (F. Ziogou et al, 2013). Elles peuvent aussi fournir des enseignements utiles sur les effets à long terme d'un stockage qui sont susceptibles d'affecter la capacité de stockage de CO<sub>2</sub>, l'intégrité de la couverture, la stabilité des terrains (Géologues, N°166).

Les sources enrichies en CO<sub>2</sub> peuvent nous renseigner sur les impacts sur la qualité des eaux souterraines d'une migration de CO<sub>2</sub> à travers les fractures vers un aquifère. Le piégeage des éléments toxiques par les travertins et leurs mobilités à l'issue des interactions CO<sub>2</sub>-eau roche peuvent être aussi évalués (Ex. Dana et al., 2012, Olson J. et al., 2014). En effet, les travertins formés à l'issue du dégazage des eaux souterraines sursaturées en carbonate de calcium qui ont migré à travers les systèmes de failles pour atteindre la surface constituent des analogues naturels pour la fuite de CO<sub>2</sub> le long de système de faille qui traversent les roches de couverture (Shipton et al., 2004). Le volume de travertin peut être utilisé pour inférer la quantité de CO<sub>2</sub> intégrée dans la fuite le long des systèmes failles à l'échelle de temps géologique (Alexandra et al., 2014, Shipton et al., 2004). Des sources hydrothermales enrichies en carbonates à l'issue des quelles sédimentent des travertins et qui dégazent du CO<sub>2</sub> se retrouvent dans la zone allant de Kahusi à Walikale (Ex. Boutakoff, 1934) dans le Kivu.

D'énormes quantités de CO<sub>2</sub> sont aussi piégées dans le Lac Kivu et dont le dégazage prévu dans un futur proche conduirait sans doute à des émissions importantes de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. D'où la nécessité d'évaluer les capacités de stockage de différents puits de carbone (sol, végétaux, réservoirs géologiques) présents dans la région.

Au vu de ce qui précède, on peut aussi se demander quel est l'apport de fuite de CO<sub>2</sub> associé au système de Rift Est Africain au réchauffement climatique? En effet, les Emissions de 4 mégatonne de CO<sub>2</sub> par an en provenance du manteau sont signalées dans le bassin de Natron-Magadi entre le Kenya et la Tanzanie et 71 Mégatonne de CO<sub>2</sub> par an pour toute la branche orientale du Rift Est Africain (Hyunwoo Lee et al, 2016). Qu'en est-il de la branche occidentale du Rift Est Africain en générale et de la région du Kivu en particulier? Il y a une nécessité de mesurer le flux du CO<sub>2</sub> du sol dans cette zone

On observe en outre des basaltes ayant subi une carbonatation minérale dans le secteur de Kamanyola (au Sud-Kivu) (Nacishali N.J., 2015). Les roches basaltiques et ultrabasiques encaissant les veines des carbonates sont aussi considérées comme analogue naturel de la carbonatation minérale du CO<sub>2</sub> (Hsueh-Yu Lu et al., 2011). Les évolutions géochimiques et minéralogiques liées au stockage géologique du CO<sub>2</sub> ainsi que les capacités de stockage du CO<sub>2</sub> dans la région peuvent être déterminées à l'aide de ces analogues naturels.

## Conclusion

L'étude du contexte géologique particulier de la région du Kivu peut nous renseigner sur l'évaluation des impacts environnementaux potentiels d'une fuite de CO<sub>2</sub>, de la capacité de stockage, de l'évolution géochimique et minéralogique au cours de la séquestration géologique du CO<sub>2</sub>, des méthodes de surveillance de site de stockage. L'apport des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère liées au rifting peut être aussi évalué dans cette région.

## REFERENCE

Boutakoff N. (1934), *Les sources thermo-minérales du Kivu, leurs relations avec les grandes fractures radiales et leur utilisation au point de vue tectonique*, Bulletin de la société belge de paléontologie et d'hydrologie (Bruxelles), Tome XLIII, M. Hayez, imprimeur de l'Académie Royale de Belgique, pp 75-80

Dana T., Kate M., Dennis B., Stefan Q., Gordon E.B. (2012), *CO<sub>2</sub>-rich springs in Iceland: natural analogues for geological CO<sub>2</sub> sequestration*, GCEP, Global Climate and Energy Project, Stanford University

Evans J. P., Jason H., Zoe K. S., Peter T. Kolesar

, B. D. Anthony W., David K., Thomas E. L., Stephen T. N. (2013), *Natural Leaking CO<sub>2</sub>-charged Systems as Analogs for Geologic Sequestration Sites*, <http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/04/carbon-seq/124.pdf>

Alexandra P., Laura J. C., Karl E K. et Peter S. M. (2014), *Evaluating Quaternary Travertine Deposits of the Rio Grande Rift and Colorado Plateau: Geochemical Signatures of Travertine Facies and Quantification of long-Term CO<sub>2</sub> Leakage Along Faults, with implications for CO<sub>2</sub> sequestration*, New Mexico Geological Society Annual Spring Meeting, April 11, 2014, Macey Center, New Mexico Tech campus, Socorro, NM 99, 162-172

Géologue, N°166, Enseignements liés aux sites naturels de CO<sub>2</sub>

Hsueh-Yu Lu, Chwng-Kuo Lin, Wayne Lin, Tai-Sheng Liou, Wen-Fu Chen, Ping-Yu Chang (2011), *a natural analogue for CO<sub>2</sub> mineral sequestration in Miocene basalt in the Kuanhsi-Chutung area, Northwestern Taiwan*, International Journal of Greenhouse gas Control 5(2011), 1329-1338

Hyunwoo Lee, James D. Muirhead, Tobias P. Fischer, Cynthia J. Ebinger, Simon A. Kattenhorn, Zachary D. Sharp, Gladys Kianji. *Massive and prolonged deep carbon emissions associated with continental rifting*. Nature Geoscience, 2016; DOI: 10.1038/ngeo 2622

Ilunga L. (1991), *Morphologie, volcanisme et sédimentation dans le rift du Sud-Kivu*, Bulletin de la Société géographique de Liège, 27, 209-228

Iwona G. (2013), *Experimental and field studies of basalt-carbon dioxide interaction*, PhD dissertation, Faculty of Earth Sciences, University of Iceland, 189pp.

Nacishali N.J. (2015), *Les analogues naturels de la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> dans la région du Kivu (cas des secteurs de Katana et Kamanyola): Approches minéralogique, géochimique et cartographique*. Mémoire, UOB 2014-2015, Inédit

Nathalie Johnson, CO<sub>2</sub> sequestration via mineral carbonation of Mg-silicates, GCEP Symposium, 4 October 2011

Olsson J. (2014), *The formation of carbonate minerals and the mobility of heavy metals during water-CO<sub>2</sub>-mafic rock interactions*, PhD thesis, university of Iceland.

Olsson J., Stipp S.L.S., Makovicky E., Gislason S.R. (2014), *Metal scavenging by calcium carbonate at the Eyjafjallajökull volcano: A carbon capture and storage analogue*, Chemical Geology 384(2014) pp 135-148

Olsson J., Stipp S.L.S. and Gislason S.R. (2014), *Element scavenging by recently formed travertine deposits in the alkaline springs from the Oman Semail Ophiolite*, mineralogical Magazine, November 2014, vol. 78(6), pp.1479-1490

Shipton, Z.K., Evans, J.P., Kirchner, D., Kolesar, P.T., Williams, A.P. and Heath, J. 2004. *Analysis of CO<sub>2</sub> leakage through "low-permeability" faults from natural reservoirs in the Colorado Plateau, southern Utah*. In: Baines, S. J. & Worden, R. H. (eds.) Geological Storage of Carbon Dioxide. Geological Society, London, Special Publications 233, 43-58.

Stefansson, A., Gislason, S.R., (2001), *Chemical weathering of basalts, Southwest Iceland: effect of rock crystallinity and secondary minerals on chemical fluxes to the ocean*. Am. J. Sci. 301, 513-556.

Tedesco D. et al. (2007), JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112, B09202, doi:10.1029/2006JB004762, 2007

Ziogou F., V. Gemeni, N. Koukouzas, D. de Angelis, S. Libertini, S.E. Beaubien, S. Lombardi, J. M. West, D.G. Jones, P. Coombs, T.S. Barlow, S. Gwosdz and M. Kruger (2013), *Potential environmental impacts of CO<sub>2</sub> leakage from the study of natural analogue sites in Europe*, SciVerse ScienceDirect, Energy Procedia 37 (2013) 3521 - 3528