

Dissolution réactive et convective du dioxyde de carbone dans l'eau salée

V. Loodts, L. Rongy, & A. De Wit

Unité de Chimie Physique Non Linéaire, Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles (ULB), CP231,
1050 Bruxelles, Belgique.
vloodts@ulb.ac.be

La séquestration du dioxyde de carbone (CO_2) dans des sites géologiques est un processus qui permet de limiter l'augmentation de la concentration atmosphérique de ce gaz à effet de serre [1]. Les aquifères salins, notamment, sont des sites géologiques prometteurs pour la séquestration du CO_2 . La dissolution du CO_2 dans l'eau salée de l'aquifère accroît la sécurité de la séquestration en réduisant le risque de relargage de CO_2 dans l'atmosphère.

Lorsque le CO_2 gazeux se dissout dans l'eau, il augmente la densité de la solution aqueuse, ce qui crée sous l'interface gaz/eau une couche de fluide plus dense au-dessus d'une solution moins dense dans le champ de gravité. L'instabilité de Rayleigh-Taylor qui en résulte accélère le transport du CO_2 dans la phase aqueuse et a donc un impact sur la séquestration à long terme de ce gaz à effet de serre.

Le but de cette étude [2] est de caractériser cette instabilité et d'être un guide simple pour des futures expériences en laboratoire sur la dissolution convective du CO_2 dans l'eau salée. Nous réalisons une analyse de stabilité linéaire afin d'évaluer la stabilité du profil diffusif du CO_2 dissous dans la phase aqueuse par rapport à la convection. Pour ce faire, nous utilisons une approximation de quasi-stationnarité (QSSA) suggérée par Tan et Homsy [3]. Contrairement à d'autres articles, nous ne mentionnons pas uniquement le temps et le nombre d'onde associés au démarrage de la convection mais nous incluons aussi le taux de croissance maximum et son nombre d'onde associé qui caractérise le mode le plus instable. Les résultats sont ensuite dimensionnalisés afin de pouvoir les comparer avec des expériences en laboratoire. Nous cherchons à examiner l'effet de paramètres contrôlables par l'expérimentateur, comme la pression en CO_2 gazeux, la concentration en chlorure de sodium (NaCl), et la température, sur les propriétés de l'instabilité de Rayleigh-Taylor qui se développe lorsque du CO_2 se dissout dans une solution aqueuse. Nous observons que l'augmentation de la pression en CO_2 et de la concentration en NaCl déstabilise le système. Au contraire, la température est un facteur stabilisant, de sorte que le taux de croissance maximum diminue d'1,5% lorsque la température augmente de 20°C à 21°C . Cela montre l'importance du contrôle de la température du système durant les expériences modèles en laboratoire, afin d'améliorer la reproductibilité des mesures.

Nous présentons également des résultats concernant l'influence d'une réaction chimique simple consommant le CO_2 selon $\text{CO}_2 + \text{B} \rightarrow \text{C}$ sur l'instabilité de Rayleigh-Taylor [4]. Nous observons que la présence d'une telle réaction chimique en phase aqueuse déstabilise le système. Ce résultat est important vu que les aquifères salins contiennent des roches et des minéraux dissous qui pourraient réagir avec le CO_2 . Ces réactions augmenteraient donc l'ampleur de la convection issue de l'instabilité de Rayleigh-Taylor, accélérant ainsi le transport du CO_2 en phase aqueuse.

Références

1. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage, 2005.
2. V. Loodts, L. Rongy, A. De Wit (en préparation), Convective dissolution of carbon dioxide in salted water.
3. C.T. Tan, G.M. Homsy (1986), Stability of miscible displacements in porous media : rectilinear flow, *Phys. Fluids* 29, 3549-3556.
4. V. Loodts (2012), Dissolution réactive et convective du dioxyde de carbone dans l'eau salée : analyse de stabilité linéaire, Mémoire de Master, Université Libre de Bruxelles, 62 p.