



**HAL**  
open science

## Enseignements du suivi de l'injection de 120 kg de co2 dans une veine de charbon à l'aide d'un monitoring microsismique et d'un monitoring des gaz en continu

Stéphane Lafortune, Franz Lahaie, Zbigniew Pokryszka

### ► To cite this version:

Stéphane Lafortune, Franz Lahaie, Zbigniew Pokryszka. Enseignements du suivi de l'injection de 120 kg de co2 dans une veine de charbon à l'aide d'un monitoring microsismique et d'un monitoring des gaz en continu. Rapport Scientifique INERIS, 2015, 2014-2015, pp.18-19. ineris-01869525

**HAL Id: ineris-01869525**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869525>**

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.



# ENSEIGNEMENTS DU SUIVI DE L'INJECTION DE 120 KG DE CO<sub>2</sub> DANS UNE VEINE DE CHARBON à l'aide d'un monitoring microsismique et d'un monitoring des gaz en continu

L'injection de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans une veine de charbon permet d'améliorer la récupération du méthane (CH<sub>4</sub>) qui y est piégé naturellement. Il s'agit d'une technique dite de récupération assistée qui peut notamment être associée à la technique du captage et du stockage du CO<sub>2</sub> pour réduire les émissions atmosphériques, lorsque le CO<sub>2</sub> injecté provient des émissions anthropiques.

Plusieurs pilotes industriels de récupération assistée du CH<sub>4</sub> par injection de CO<sub>2</sub> ont été réalisés dans le monde, mais dans des contextes assez différents des bassins houillers européens. Un seul essai pilote a été réalisé en Europe lors du projet RECOPOL. Cet essai n'a cependant pas permis de démontrer la faisabilité de coupler la récupération du CH<sub>4</sub> avec le stockage du CO<sub>2</sub> dans le contexte européen.

## Le projet de recherche CARBOLAB

Le projet de recherche CARBOLAB avait pour objectif d'améliorer la compréhension des processus d'adsorption qui se manifestent lors de l'injection de CO<sub>2</sub> dans une veine de charbon. Ce projet a été financé par la commission européenne à travers le Fonds de recherche du charbon et de l'acier (RFCS) de 2009 à 2013. Il réunissait des partenaires espagnols (HUNOSA, AITEMIN), français (BRGM, INERIS) et polonais (GIG), et était organisé en trois actions principales: tests de laboratoire, modélisation numérique et test *in situ* avec injection de CO<sub>2</sub> dans une veine de charbon. Les résultats du projet peuvent notamment être consultés dans deux publications [1, 2].

## Dimensionnement de l'essai d'injection

Le test *in situ* d'injection de CO<sub>2</sub> a été réalisé dans une veine non exploitée d'une mine souterraine de charbon située dans les Asturies (nord de l'Espagne). La veine a une épaisseur d'environ 4 m et est très inclinée (sub-verticale) en raison du contexte tectonique local. 120 kg de CO<sub>2</sub> pur ont été injectés dans la veine entre le 3 juillet et le 10 septembre 2013, via un forage réalisé depuis l'une des galeries de la mine située à environ 800 m de profondeur.

L'injection a été dimensionnée pour se positionner à une échelle intermédiaire entre les travaux réalisés en laboratoire (quelques dizaines de grammes de CO<sub>2</sub>) et ceux qui peuvent être menés sur des pilotes industriels (plusieurs milliers de tonnes de CO<sub>2</sub>).

## Un réseau de monitoring dense

En plus du puits d'injection, 21 puits de monitoring de 30 à 50 m de long ont été forés à partir de la galerie, à la fois dans la veine de charbon et dans les roches encaissantes, pour suivre la migration du CO<sub>2</sub> et la production de CH<sub>4</sub>. L'un des objectifs était de démontrer la faisabilité technique d'un monitoring complet, couplant géophysique et géochimie, avec les méthodes proposées.

En ce qui concerne la géophysique, l'INERIS a réalisé un suivi microsismique dans 3 puits (Figure 1) au sein de la roche encaissante, proche de la veine. Les puits ont été équipés d'hydrophones pour réaliser un monitoring des événements microsismiques, en vue de détecter et de localiser les ruptures mécaniques générées

Figure 1

Schéma du site expérimental avec la veine de charbon (en noir), la galerie (en orange) et les puits (puits d'injection en rouge, de monitoring microsismique en vert et de monitoring des gaz en violet).

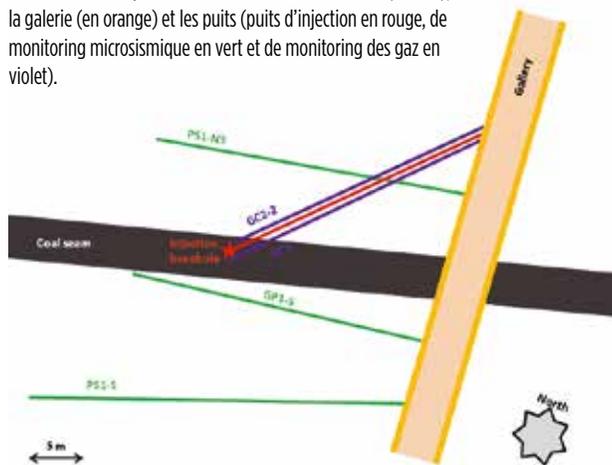
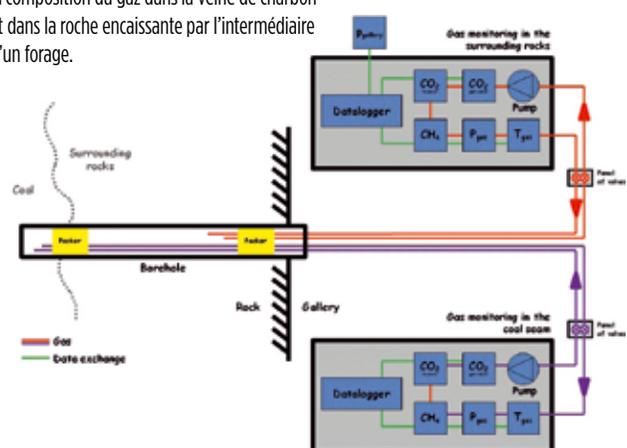


Figure 2

Schéma du système de monitoring en continu de la composition du gaz dans la veine de charbon et dans la roche encaissante par l'intermédiaire d'un forage.



par l'injection. En ce qui concerne la géochimie, il s'agissait de réaliser un suivi en continu de la composition du gaz dans le massif, à partir de 2 puits qui aboutissaient à environ 6 m du point d'injection dans la veine de charbon. Ces deux puits ont été équipés de dispositifs spécifiques permettant d'échantillonner et d'analyser les gaz aussi bien dans la veine de charbon que dans la roche encaissante (Figure 2).



*In the framework of the CARBOLAB research project funded by the European Research Fund for Coal and Steel, INERIS has monitored a CO<sub>2</sub> injection test performed in a coal seam of a Spanish deep mine. The aim was to study both the enhancement of the coal bed methane recovery and the CO<sub>2</sub> storage by adsorption onto coal. Passive seismic monitoring and gas monitoring have been performed. Monitoring revealed that leakage occurred during the injection test and that's why gas migration was not monitored in coal but only in the surrounding rocks. Nevertheless, passive seismic monitoring and continuous gas monitoring proved to be valuable tools to observe gas migration and the rock behaviour during the injection. They also helped us to understand the discrepancies between observations and predictions. The results we obtained will help us to draw recommendations and to design future in-situ injection operations in coal, as well as CO<sub>2</sub>-enhanced coal bed methane recovery operations.*

### Détection d'une fuite dans la roche encaissante

Dès le début de l'injection, le réseau de monitoring mis en place a détecté une fuite du gaz injecté hors de la veine de charbon, vraisemblablement via les fractures existantes dans le massif activées (ouvertes) par la pression du gaz injecté. Cela a été confirmé par le nombre d'événements microsismiques enregistrés qui s'est avéré corrélé à la pression d'injection (Figure 3) et par un enrichissement de l'atmosphère en CO<sub>2</sub> observé dans les roches encaissantes. Pour suivre le cheminement des fuites, des mesures des flux de gaz ont été réalisées

aux parois et au sol de la galerie selon la méthode développée et brevetée par l'INERIS (Figure 4). Grâce à ces mesures, il a été statué que jusqu'à 65 % du gaz injecté fuyait de la veine de charbon pour se retrouver dans la galerie et être évacué par la ventilation de la mine.

### Un bilan en demi-teinte

La part de gaz injecté fuyant hors de la veine de charbon ayant été jugée trop importante, les partenaires ont décidé d'arrêter précocement l'injection, ce qui a eu pour conséquence de limiter les acquis du projet par

rapport aux objectifs initiaux. Néanmoins, les résultats obtenus en laboratoire ont permis d'améliorer la compréhension des processus d'adsorption sur le charbon en présence de mélanges de gaz. De même le monitoring mis en place lors de l'injection, couplant géophysique et géochimie dans les conditions réelles d'une mine profonde, s'est révélé être un outil pertinent et précieux pour comprendre la migration du gaz dans le massif.

BENTIVEGNA G., DIDIER C., FARRET R., GOMBERT P., POKRYSZKA Z., CANTO TOIMIL N. (2014). *Monitoring a 120-kg CO<sub>2</sub> injection in a coal seam with continuous gas and microseismic measurements* (European RFCS CARBOLAB research project). *Energy Procedia* 63, pages 4464-4472.

[2] LAFORTUNE S., ADELISE F., BENTIVEGNA G., DIDIER C., FARRET R., GOMBERT P., LAGNY C., POKRYSZKA Z., CANTO TOIMIL N. (2014) *An experimental approach to adsorption of CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub> gas mixtures onto coal* (European RFCS CARBOLAB research project). *Energy Procedia* 63, pages 5870-5878.

### Références

[1] LAFORTUNE S., ADELISE F., LAHAIE F., BEAUFILS B.,

Figure 3

Comparaison du nombre d'événements microsismiques (activité microsismique, en bleu) enregistrés par jour avec la valeur moyenne de la pression d'injection (courbe rouge).

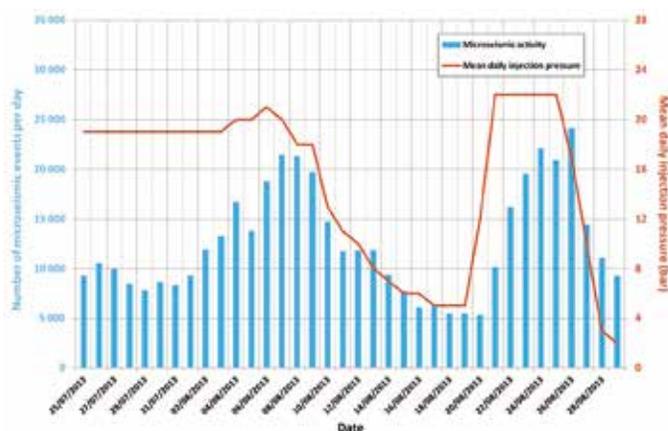


Figure 4

Mesure des flux de gaz (CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>) sur la paroi de la galerie selon la méthode développée et le dispositif CARE breveté par l'INERIS.

