



**HAL**  
open science

**Libération et migration du méthane depuis le charbon  
dans un contexte hydrogéologique post-minier :  
développement d'un protocole expérimental et approche  
numérique**

Arnaud Charmoille

► **To cite this version:**

Arnaud Charmoille. Libération et migration du méthane depuis le charbon dans un contexte hydrogéologique post-minier : développement d'un protocole expérimental et approche numérique. Rapport Scientifique INERIS, 2013, 2012-2013, pp.10-11. ineris-01869449

**HAL Id: ineris-01869449**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869449>**

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.



# Libération et migration du méthane depuis le charbon dans un contexte hydrogéologique post-minier : développement d'un protocole expérimental et approche numérique

CONTRIBUTEUR



Arnaud  
Charmoille

La plupart des mines souterraines ont été creusées sous le niveau des nappes phréatiques. Pour permettre leur exploitation, d'importants moyens d'exhaure permettaient d'éviter l'engorgement des travaux miniers. La fermeture des mines est suivie par l'arrêt de ces pompages et, par conséquent, par l'engorgement progressif des vides miniers. L'atmosphère souterraine présente au sein des chantiers est constituée d'un mélange d'air en provenance de la surface et de gaz émanant des roches. Dans le cas de mines de charbon, le gaz désorbé (grisou) est souvent très riche en méthane, un gaz inflammable. Durant l'exploitation, une ventilation forcée des travaux permet de garantir une évacuation satisfaisante de ce gaz et de fournir aux mineurs une atmosphère respirable et sécurisée. Après la fermeture de la mine, cette ventilation est arrêtée, mais le grisou continue pour sa part à se désorber du charbon, même si les flux mis en jeu sont considérablement réduits. Ce gaz peut, dans certaines configurations défavorables, constituer un risque pour les populations et les installations présentes en surface. De précédents travaux [A, B] ont montré l'effet inhibiteur de l'engorgement sur l'émission de gaz de mine en surface à court terme. Pourtant, la poursuite de désorption du gaz ainsi que

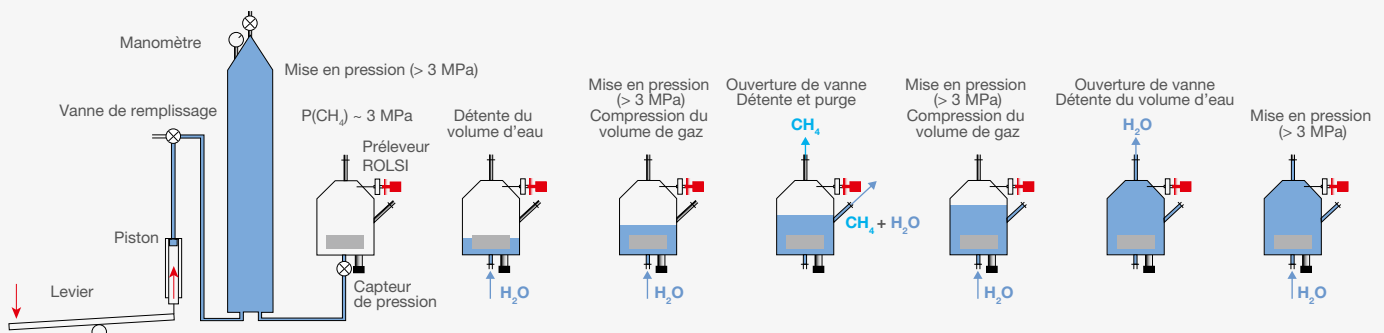
sa migration à long terme au sein des travaux miniers engorgés s'avèrent très mal connues. Les travaux de thèse réalisés par Nils Le Gal à l'INERIS [C], en collaboration avec le Centre de géosciences de Mines Paris Tech, ont consisté à développer une approche expérimentale de la libération du méthane depuis un échantillon de charbon engorgé couplée à une approche numérique de la migration du méthane dissous au sein des anciennes structures minières.

## Quantifier la libération de méthane

Un dispositif expérimental de laboratoire baptisé CASPER (Capacité de sorption à hautes pressions lors de l'engorgement des roches) a été développé pour quantifier la libération de méthane depuis un échantillon de charbon préalablement saturé en méthane dans une cellule autoclave. L'échantillon est soumis à une pression d'eau supérieure ou égale à 3 MPa, ce qui correspond à une hauteur d'engorgement de 300 m et plus, gamme de pression fréquente au sein d'anciennes structures minières après la remontée des eaux **Figure 1**. Les expérimentations ont confirmé l'existence d'une « désorption sous eau » induisant la solubilisation d'une fraction significative du méthane initialement présent dans le charbon **Figure 2**.

**Figure 1**

Étapes de la mise en eau de la cellule.



## Références

[A] Pokryszka Z. *Émission de grisou à la surface de la concession De Wendel après l'arrêt des exhaures minières*, 2000, Rapport INERIS DRS-00-26095/R01.

[B] Pokryszka Z. *Émission de gaz de mine par les terrains à la surface du secteur Merlebach-l'Hôpital de la concession de Sarre et Moselle après l'arrêt des exhaures*, 2005.

[C] Le Gal N. *Libération et migration du méthane depuis le charbon dans un contexte hydrogéologique post-minier: développement d'un protocole expérimental et approche*

numérique. Thèse de doctorat. École nationale supérieure des mines de Paris. Soutenance le 18 juin 2012.

Le Gal N., Lagneau V., Charmoille A. *Experimental characterization of CH<sub>4</sub> release from coal at high hydrostatic pressure*, International Journal of Coal Geology, 1 July 2012, 96–97, pp. 82–92.

Klinger C., Charmoille A., Bueno J., Gzyl G., Garzon Súca B. *Strategies for follow-up care and utilisation of closing and flooding in European hard coal mining area*, International Journal of Coal Geology, 2012, 89, pp. 51–61.

En revanche, contrairement à ce qui était présupposé, l'augmentation de la pression d'eau semble avoir pour effet d'augmenter la quantité de méthane désorbée (en sollicitant davantage la structure poreuse du charbon). Des constantes d'équilibre de désorption ont été déterminées et introduites dans des simulations numériques.

### L'importance des propriétés hydrodynamiques du charbon

Les modèles développés avec le code de transport réactif HYTEC ont permis de simuler la migration du méthane dissous au sein d'un milieu poreux hétérogène, constitué d'anciens vides miniers, de zones foudroyées, de terrains décomprimés et de formations rocheuses moins influencées par l'exploitation. Les interactions au sein du système eau-charbon-méthane ont été définies à partir des constantes de sorption déterminées sur la base des mesures de laboratoire. L'étude de sensibilité a souligné l'importance des propriétés hydrodynamiques du charbon en termes de cinétique de libération du méthane dans le milieu. Elle a également confirmé le rôle des anciens travaux en tant que voies de circulation préférentielles.

#### ABSTRACT

Mine flooding generally occurs after mine closure due to the end of mine water pumping. Several gases are naturally drained from coal to mine workings, even after end of extraction. Depending to the context, some of them may

constitute a hazard for population living on surface. The paper presents a protocol dedicated to the characterisation of methane desorbed from coal structure as well as its migration through flooded mines and up to the surface.

**Figure 2**

État du charbon au moment de la mise en eau et solubilisation du méthane dans le charbon avec la pénétration de l'eau dans sa porosité.

