

- Fiches d'information - GAZ DE SCHISTE ET FRACTURATION HYDRAULIQUE

16 février 2012

Au Congrès annuel de l'AAAS à Vancouver, un colloque et une conférence de presse aborderont la question de la fracturation hydraulique. Deux Canadiens y participeront et un nouveau rapport de l'Université du Texas sera présenté.

Fracturation hydraulique des schistes

Sous embargo jusqu'à jeudi, le 16 février à midi HNP (15h00 HNE)

Conférenciers: David Layzell, University of Calgary and John J. Clague, Simon Fraser University, Raymond Orbach, Chip Groat et Danny Reible, University of Texas at Austin.

Conférence de presse: Jeudi le 16 février 2012 à 12h00 HNP (15h00 HNE)

Colloque: Vendredi le 17 février, 13:30 HNP — *Hydraulic Fracturing of Shale: Building Consensus Out of Controversy*

La fracturation hydraulique est une technique qui permet de libérer et de recueillir le gaz naturel emprisonné profondément des schistes. De grands réservoirs de gaz de schiste s'étendent un peu partout au Canada, mais les avantages économiques de cette source d'énergie dépassent-ils les risques environnementaux de cette technique d'extraction? Ce panel injectera un peu de science dans le débat.

Comme toujours, pour obtenir de l'aide afin de trouver un expert canadien pour approfondir une des nouvelles suivantes ou tout autre dossier scientifique. Notez que durant le congrès, nous serons disponibles en tout temps, incluant la fin de semaine: 438-288-3988.

Vous souhaitez couvrir d'autres nouvelles du congrès de l'AAAS? Nous sommes-là pour vous aider!

Inscrivez-vous au CCSM (www.ScienceMedia.ca) pour avoir accès à plus de références, de ressources et à une liste d'experts canadiens disponibles pour répondre à vos questions sur la fracturation hydraulique et les gaz de schiste.

Centre canadien science et médias

Tél.: 438-288-3988 | www.sciencemedia.ca | Twitter: @CSMCanada

GAZ DE SCHISTE ET FRACTURATION HYDRAULIQUE

En quoi consiste le gaz de schiste et comment se forme-t-il?



Schiste de la formation de Marcellus, Marcellus, New York
Source : Wikimedia Commons, Lvklöck

Le schiste est la roche sédimentaire la plus répandue au monde. C'est une roche friable et à grains fins, faite de couches compactées de boue ou d'argile et de particules minérales fines. Le schiste se fissure et se désagrège facilement.

Le gaz de schiste est un mélange de gaz piégés sous les couches de schiste : méthane, éthane, propane, butane et certains gaz rares en quantités infinitésimales, comme l'argon, l'hélium, le néon et le xénon. La principale composante du gaz de schiste, le méthane, est une source d'énergie largement utilisée (gaz naturel) pour le chauffage, les cuisinières, la production d'électricité et le transport, sous forme de gaz naturel comprimé. Le méthane agit également comme gaz à effet de serre lorsqu'il est relâché dans l'atmosphère. Il a un potentiel de retenir la chaleur au moins 21 fois plus puissant que le dioxyde de carbone (par unité de masse).

Comment le gaz de schiste se forme-t-il?

Le gaz de schiste est produit par deux processus différents, un processus thermogénique et un processus biosynthétique. Le gaz thermogénique se forme à de grandes profondeurs, là où les organismes morts — principalement des résidus d'algues — sont comprimés et chauffés sur des millions d'années. Le gaz biosynthétique est produit moins profondément sous le schiste et sur une période beaucoup plus courte, par des micro-organismes qui interviennent dans la décomposition d'êtres vivants en absence d'oxygène — principalement des résidus de plantes. Certains gisements de gaz de schistes peu profonds peuvent avoir une plus grande proportion de gaz biosynthétique.

Dans quelle mesure le gaz de schiste est-il différent des gisements de gaz naturel conventionnels?

Dans les gisements de gaz naturel de type conventionnel, une roche très perméable (comme le grès) est recouverte d'une couche de roche imperméable, qui scelle le tout et forme un réservoir en dessous. Le gaz migre dans le réservoir à partir de sa source et y reste emprisonné. Il suffit de forer un puits dans la poche de gaz pour le récupérer. En revanche, le gaz de schiste n'a pas migré et se trouve réparti dans des millions de minuscules bulles de gaz sur une superficie très vaste dans les fissures et les pores de roche. De ce fait, les techniques conventionnelles ne réussissent pas à récupérer ce gaz. Une technique connue sous le terme de fracturation hydraulique est alors nécessaire pour recueillir le gaz de façon rentable.



Fracturation hydraulique avec forage horizontal pour extraire le gaz de schiste
Source : Université du Texas à Austin

Où se trouvent les réserves de gaz de schiste au Canada?

Au Canada, on trouve des gisements de gaz de schiste en Colombie-Britannique, en Alberta, en Saskatchewan, au Manitoba, en Ontario, au Québec, au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. Les travaux d'exploration en cours dans chacune de ces provinces sont rendus à des étapes différentes. Il est probable que des réservoirs soient découverts dans les roches sédimentaires des Territoires du Nord-Ouest, du Yukon, du Nunavut et près de la côte de Terre-Neuve-et-Labrador.

Carte des zones de gaz de schistes en Amérique du Nord : Office national de l'énergie - Rapports sur l'énergie - L'ABC du gaz de schistes au Canada - Dossier énergie <http://bit.ly/w1exNW>

En quoi consiste la fracturation hydraulique et que comporte cette technique?

La fracturation hydraulique, encore appelée hydrofracturation ou fracturation, est une technique utilisant des liquides injectés sous pression dans le schiste, créant des fissures qui permettent au gaz de s'échapper et d'être récupéré plus facilement.

Avant d'entreprendre ces travaux, les géologues visualisent le gisement de schiste en se servant des profils de réflexion sismique en deux et en trois dimensions, afin d'en déterminer la profondeur et la variation interne. Les géologues forent ensuite un puits vertical de 500 à 1500 m de profondeur pour identifier la composition du gaz et son volume. La modélisation numérique donne la possibilité de prédire plus précisément la quantité de gaz et les meilleures façons de développer le réservoir.

Une fois la profondeur requise atteinte, le forage se poursuit à l'horizontal, dégagant du schiste en plus grande quantité pour l'extraction du gaz. Les réservoirs de gaz de schiste qui sont présentement exploités se situent entre un et trois kilomètres de la surface, et le forage horizontal s'étend jusqu'à deux kilomètres. À partir d'un puits vertical, plus d'un puits horizontal peut être foré. Après le forage, plusieurs caissons de métal sont solidement installés à l'aide de ciment, autour du puits de forage après quoi on procède à l'injection d'un fluide, sous forte pression, dans le but de fracturer le schiste.

Les fractures et fissures doivent demeurer ouvertes pour que le gaz puisse s'extraire du schiste. Le mélange injecté, composé d'eau (~95 %), de sable (~4-5 %) et d'un fluide de fracturation hydraulique (0,5 à 2 %, voir ci-dessous), brise le schiste et empêche les fractures de se refermer. C'est le processus de stimulation du puits. Le gaz à l'intérieur du puits est ramené à la surface grâce à la pression naturelle exercée par la roche fracturée. Il est ensuite recueilli et raffiné.

Un schéma du processus se trouve à l'adresse suivante : <http://fracfocus.ca/hydraulic-fracturing-process>

Pourquoi n'exploitait-on pas le gaz de schiste autrefois?

L'existence du gaz de schiste est connue depuis des décennies, et on se sert de la fracturation hydraulique en Amérique du Nord depuis une soixantaine d'années afin d'optimiser la récupération dans les puits de pétrole et de gaz naturel. Vers 1980, des milliers de puits verticaux dans le schiste produisaient du gaz naturel commercialement dans le bassin des Appalaches aux États-Unis.

Deux progrès technologiques clés qui augmentent les rendements des gisements ont rendu l'exploitation des gaz de schiste rentables sur de plus grandes régions géographiques. Ces technologies sont le forage horizontal et la fracturation hydraulique en plusieurs étapes. La fracturation hydraulique en plusieurs étapes est le même processus que la fracturation hydraulique, mais répété plusieurs fois sur un même puits.

Incertitude et controverse dans le domaine scientifique

Des scientifiques s'interrogent sur les répercussions environnementales de la fracturation hydraulique. Ils s'inquiètent surtout des tremblements de terre, de la contamination de l'air et de l'eau, des grandes quantités d'eau requises pour la fracturation hydraulique et des conséquences de l'extraction, du transport et de l'utilisation de cette ressource dans la perspective des gaz à effet de serre.

La fracturation hydraulique provoque-t-elle des tremblements de terre?

Cette question est matière à débat depuis un certain temps. Un rapport du Royaume-Uni suggérait qu'il existe un lien entre la fracturation hydraulique et de petits tremblements de terre, peut-être causés par les agents lubrifiants du mélange de fracturation, facilitant le glissement des roches. Selon certaines études, les tremblements de terre causés par la fracturation du schiste sont rarement d'une magnitude supérieure à 4, un niveau qui n'est considéré ni dangereux ni susceptible de causer des dommages. Ces tremblements de terre sont comparables à la sensation ressentie au passage d'un train de marchandise. Il n'est pas encore établi si ces légères secousses pourraient en provoquer de plus fortes. Les experts enquêtent sur de récents tremblements de terre de 4,0 et 5,6 qui ont secoué l'Ohio et l'Oklahoma au cours d'opérations de fracturation hydraulique. Ces événements sismiques plus forts seraient attribuables à la récupération des liquides plutôt qu'à la fracturation. En effet, pour récupérer le liquide de fracturation, on réinjecte parfois de grandes quantités d'eau en profondeur.

La fracturation hydraulique est-elle responsable de la contamination de l'eau?

Les aquifères sont d'importantes sources d'eau potable pour de nombreuses régions. On les retrouve à des profondeurs moindres que les gisements de gaz de schiste. On s'inquiète de la possibilité que la stimulation et l'exploitation des gisements de gaz de schiste contaminent les aquifères se trouvant au dessus.

1) Contamination de l'eau par le méthane

On trouve du méthane dans la nappe phréatique à différentes profondeurs selon la géologie de l'endroit. Le méthane est un gaz incolore et inodore, qui n'est pas considéré toxique lorsqu'il est absorbé; cependant, il peut entraîner la suffocation dans les endroits clos et il est très inflammable à partir d'une certaine concentration. Afin de déterminer si l'augmentation de la concentration de méthane dans la nappe phréatique est attribuable à la fracturation hydraulique, on se sert entre autres des signatures isotopiques.

Les niveaux naturels de méthane dans la nappe phréatique sont attribuables à la production biosynthétique, près de la surface, principalement due à la décomposition de matière végétale. Le méthane extrait du schiste par le procédé de fracturation hydraulique est essentiellement thermogénique — produit par d'ancienne matière organique chauffée et subissant une forte pression durant des millions d'années. Les signatures isotopiques du méthane biosynthétique sont différentes de celles du méthane thermogénique. De plus, la composition du mélange gazeux donne des indices quant à l'origine du méthane dissous. Le méthane qui se trouve naturellement dans la nappe phréatique ne contient habituellement pas d'autres gaz, comme l'éthane et le propane qui se trouvent dans le gaz de schiste; la présence de ces gaz est donc un autre indice de l'origine thermogénique, plus en profondeur.

Dans la seule étude révisée par les pairs publiée à ce jour et utilisant la signature isotopique, la contamination de l'eau potable par le méthane dans la partie nord-est de la Pennsylvanie et la partie nord de l'État de New York était attribuée à la technique de fracturation hydraulique. Toutefois, les études micro-sismiques effectuées sur des milliers de sites de fracturation aux États-Unis indiquent qu'il est peu probable que les fissures rejoignent les aquifères à cause de la façon dont les stress sont distribués sous la surface. Ces conclusions suggèrent que les fractures hydrauliques ne seraient pas nécessairement les seules coupables de la contamination de l'eau par le méthane.

2) Contamination de l'eau par le fluide de fracturation hydraulique

Les fluides de fracturation hydraulique injectés dans les puits de forage consistent en composés à base d'eau mélangés à des lubrifiants visant à réduire la friction, connus dans ce secteur d'activité sous le nom d'« eau de fracturation ». Ces lubrifiants permettent d'injecter des fluides de fracturation hydraulique et un agent de soutènement (du sable) dans la zone ciblée, plus rapidement et à une pression moindre que si on ne s'était servi uniquement d'eau. Comme additifs, on se sert également de biocides afin de prévenir la prolifération de micro-organismes dans les puits et les fractures, de produits chimiques afin d'empêcher la corrosion des tuyaux en métal et d'acides pour réparer les dommages causés par la boue pendant le forage, à proximité du puits.

Il est difficile d'obtenir la composition chimique exacte des constituants du fluide de fracturation hydraulique parce que les sociétés pétrolières et gazières les considèrent comme des secrets commerciaux et parce que la plupart des lois n'obligent pas à les divulguer. Le fluide de fracturation contient de quarante à plus de sept cents composés chimiques différents. Certaines compétences viennent d'adopter des lois obligeant à divulguer le nom des produits chimiques employés dans le fluide de fracturation hydraulique et leurs concentrations, comme les décisions rendues au Colorado et au Texas, qui exigent de téléverser les ingrédients chimiques pour de nouvelles activités de fracturation dans un registre public national de divulgation des produits chimiques. En novembre 2011, l'EPA a annoncé qu'elle réglementerait le domaine en vertu de la Toxic Substances Control Act (TSCA), la loi réglementant les substances toxiques, afin de recueillir les données non publiées liées à la santé et à la sécurité, sur les fluides de fracturation hydraulique.

Selon le rapport Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) portant sur la fracturation hydraulique au Québec, parmi les produits employés dans le schiste d'Utica dans cette province, huit d'entre eux sont reconnus pour avoir des propriétés cancérigènes. Dans un rapport pour le gouvernement américain rédigé en avril 2011, 750 produits chimiques utilisés dans la fracturation hydraulique ont été passés en revue. Les produits les plus utilisés étaient le méthanol, l'alcool isopropylique, le 2-butoxyéthanol et l'éthylèneglycol. Les auteurs du rapport ont relevé 29 produits chimiques reconnus comme un risque pour la santé, qui comprenait des polluants de l'air dangereux et des produits cancérigènes pour l'être humain, comme le benzène. La Colombie-Britannique a récemment exigé la divulgation des constituants des eaux de fracturation. Un certain nombre d'associations, telles que l'Association canadienne des producteurs de pétrole, ont aussi appelé à une plus grande transparence, à la divulgation complète des fluides utilisés et au développement de méthodes plus acceptables d'un point de vue environnemental.

L'industrie a fait valoir que le fluide de fracturation hydraulique représente seulement 0,5 % du fluide injecté. Cependant, étant donné qu'on utilise des millions de litres de liquide à chaque puits de forage et que chaque région en compte plusieurs, le volume total de produits chimiques dans le fluide de fracturation hydraulique pourrait avoir des effets considérables sur les êtres vivants. Voilà un grand point d'interrogation pour les scientifiques : très peu d'études jugées par les pairs ont évalué les éventuels effets toxiques des fluides de fracturation hydraulique déversés dans l'environnement. Le gouvernement du Québec, l'EPA et le Conseil des académies canadiennes (rapport à venir en 2013) ont entrepris des examens environnementaux.

3) Contamination par l'eau provenant des couches profondes (radioactivité, éléments toxiques)

Entre 15 et 80 % de l'eau injectée dans les gisements remonte à la surface après la fracturation. Lors de sa récupération cette eau contient des fluides de fracturation hydraulique et des eaux de formations salines profondes, sans doute déplacées par la fracturation hydraulique. Les eaux des formations en profondeur sont souvent très concentrées en sels, autres solides dissous, éléments toxiques ainsi qu'en matériaux radioactifs qui se retrouvent dans la nature, avec un pourcentage de radioactivité pouvant atteindre 3200 fois le pourcentage standard pour l'eau potable.

Dans la seule étude révisée par les pairs à avoir évalué l'hydrochimie de l'eau potable sur des emplacements à moins d'un kilomètre et à plus d'un kilomètre d'un chantier de fracturation hydraulique, il a été impossible d'établir qu'il y avait eu contamination de l'eau du puits par le mélange de fluides provenant de formations en profondeur. La question demeure ouverte pour les chercheurs. Dans certains rapports, les auteurs avancent l'hypothèse que plusieurs années s'écoulent avant que l'eau provenant des formations en profondeur puisse être détectée à la surface après des activités de fracturation hydraulique.

Volume d'eau utilisée

La fracturation hydraulique exige de l'eau en grande quantité. On estime que cette quantité varie d'un à huit millions de gallons d'eau potable par puits de forage. Les eaux usées (l'eau de reflux) produite par la fracturation hydraulique doivent être stockées, perturbant probablement les habitats naturels. Les eaux usées doivent être traitées dans des installations qui, de l'avis de certains critiques, ne seraient pas suffisamment bien équipées pour enlever les contaminants. Sur certains chantiers de forage, on réinjecte les eaux usées dans le sol, et cette pratique a été associée aux tremblements de terre induits. Jusqu'à présent, aucune étude n'a évalué les risques que représente l'eau contaminée qui reste dans le sol après la fracturation hydraulique.

Des gels, des mousses et des gaz comprimés peuvent aussi être utilisés pour fracturer le schiste. Les gaz utilisés sont l'azote, le dioxyde de carbone et le propane. Ces techniques minimisent l'utilisation d'eau. La recherche industrielle sur les techniques de fracturation avec de plus faibles volumes d'eau sont en cours.

Pollution de l'air et effets des gaz à effet de serre

La durée de vie totale des émissions de gaz à effet de serre produite par la fracturation hydraulique (de l'exploration jusqu'à l'utilisation du gaz comme carburant) fait l'objet d'un débat intense dans la communauté scientifique. D'après certaines études, notamment les études publiées en 2011 par des scientifiques de l'Université Cornell et l'EPA, la mise en valeur du gaz de schiste produit beaucoup plus de gaz à effet de serre que le gaz naturel conventionnel et libérerait sans doute plus de gaz à effet de serre que le charbon ou le pétrole. D'autres études dont celle publiée par les chercheurs de l'Université Canergie Mellon, l'Université Cornell, le laboratoire du *US National Energy Technology* et le Laboratoire Argonne mettent en doute ces calculs et affirment que le gaz naturel est l'énergie fossile la plus propre.

Aspects législatifs

Au Canada, un comité d'experts, le Conseil des académies canadiennes, étudie actuellement les incidences sur l'environnement à la demande du ministre fédéral de l'Environnement. Les résultats de cette enquête devraient être prêts en 2013. L'État du New Jersey et la ville de Buffalo dans l'État de New York viennent de bannir cette pratique ou d'émettre des moratoires sur les nouveaux projets. Au Québec, cette pratique est suspendue, et une évaluation environnementale stratégique est en cours. On a également imposé des suspensions, des moratoires ou des interdictions au Royaume-Uni, dans la Nouvelle-Galles du Sud, en Australie, en Afrique du Sud, en France et en Bulgarie.

Réviseurs

- Roberto Aguilera, Professor, Conoco-Phillips Chair in Tight Gas Engineering, Schulich School of Engineering, University of Calgary.
- Maurice B. Dusseault, Professor, Earth and Environmental Sciences, Engineering Geology, University of Waterloo.
- John Molson, Chaire de recherche du Canada sur l'hydrogéologie quantitative des milieux poreux, Département de géologie et de génie géologique, Université Laval.
- David Layzell, Executive Director, Energy and Environmental Systems Group, Institute for Sustainable Energy, Environment and Ecology, University of Calgary.
- John Clague, Shrum Research Professor, CRC Chair in Natural Hazard Research, Department of Earth Sciences, Simon Fraser University.
- Scientifique anonyme.

Le Centre canadien science et médias (CCSM) est un organisme de bienfaisance indépendant dont le mandat est d'aider les journalistes à trouver les experts et les renseignements dont ils ont besoin lorsque la science fait les manchettes. Le CCSM est financé par ses commanditaires platine, le ministère du Développement économique et de l'Innovation de l'Ontario et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), et plus de 130 organismes fondateurs ou sympathisants. Le CCSM, ses administrateurs, dirigeants, employés et agents ainsi que les fournisseurs de contenu n'assument aucune responsabilité pour des renseignements inexacts, incomplets ou tardifs ou pour des actions qu'on aurait fondées sur eux. Organisme de bienfaisance numéro: 842484453RR0001