
Émissions de gaz à effet de serre liées aux gaz de schiste. Aperçu bibliographique

Jérôme Boutang et Jean-Baptiste Vilmain

 <https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/4664>

DOI : 10.4267/pollution-atmospherique.4664

Référence électronique

Jérôme Boutang et Jean-Baptiste Vilmain, « Émissions de gaz à effet de serre liées aux gaz de schiste. Aperçu bibliographique », *Pollution atmosphérique* [En ligne], 223 | 2014, mis en ligne le 05 janvier 2015, consulté le 27 février 2026. URL : <https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/4664>

Droits d'auteur

CC-BY

Émissions de gaz à effet de serre liées aux gaz de schiste. Aperçu bibliographique

Jérôme Boutang et Jean-Baptiste Vilmain

PLAN

L'impact climatique du gaz de schiste

Étape de pré-production

Étape d'exploitation

Incertitudes et perspectives

Conclusion

TEXTE

- 1 Nous remercions Robert Lafont, rédacteur en chef de la revue de la COFHUAT, Confédération Française pour l'Habitat, l'Urbanisme, l'Aménagement du Territoire et l'Environnement, d'avoir autorisé la publication de cet article, déjà paru dans le numéro n° 34, de janvier 2014, p. 21-24 de la revue de la COFHUAT. Compte tenu du caractère sensible de ce sujet, il nous a paru intéressant de mentionner dans ce numéro de la revue Pollution Atmosphérique, Climat, Santé, Société, certaines des interrogations qui pèsent sur les gaz de schiste.
- 2 L'exploitation du gaz de schiste est un sujet de controverse en Europe et particulièrement en France. La controverse porte sur de multiples aspects environnementaux tels que le changement climatique, les pollutions éventuelles dans l'air, le sol et l'eau, ou les nuisances qui seraient générées par la proximité, voire la promiscuité, des installations industrielles.
- 3 Le 10 octobre 2013, le parlement européen décidait que les activités d'exploration et d'extraction d'hydrocarbures non conventionnels par fracturation hydraulique devaient « obligatoirement » faire l'objet d'une étude d'impact environnemental (Actu-environnement, 2013a). Le 11 octobre 2013, le Conseil constitutionnel a déclaré conforme à la constitution la loi Jacob du 13 juillet 2011 qui interdit en France la fracturation hydraulique – la seule technologie permettant à ce jour d'extraire du gaz ou du pétrole de schiste (Actu-environnement, 2013b).

L'impact climatique du gaz de schiste

- 4 Rappelons en préambule que dans des conditions maîtrisées d'exploitation, les émissions de gaz à effet de serre, pour le gaz de schiste comme pour le gaz conventionnel, proviennent de la combustion de ces gaz. Cependant, les experts, les chercheurs et les exploitants s'intéressent de près à l'évaluation des fuites de méthane sur les sites d'extraction de gaz de schiste. La raison en est que le gaz de schiste est constitué principalement de méthane dont le pouvoir de réchauffement global est 21 fois plus important que celui du CO₂. Une variation, même faible, des fuites de méthane peut alors avoir des conséquences importantes sur l'effet de serre. De plus, le méthane est à la fois un forçeur climatique à courte durée de vie (considéré à ce titre par le GIEC) et un précurseur dans le cadre de la pollution photochimique puisqu'un ensemble de phénomènes complexes impliquant le méthane conduit à la formation d'ozone (O₃).
- 5 Nous nous intéressons ici aux travaux académiques qui ont été conduits sur l'évaluation des fuites de méthane sur les sites de gaz de schiste. Cet aperçu bibliographique se focalise sur les étapes critiques et spécifiques de l'extraction et l'exploitation du gaz de schiste.

Étape de pré-production

- 6 Premièrement, la fracturation hydraulique est utilisée en amont de la production pour libérer le gaz de la roche-mère. Le puits est mis en service après la remontée des eaux de fracturation hydraulique.

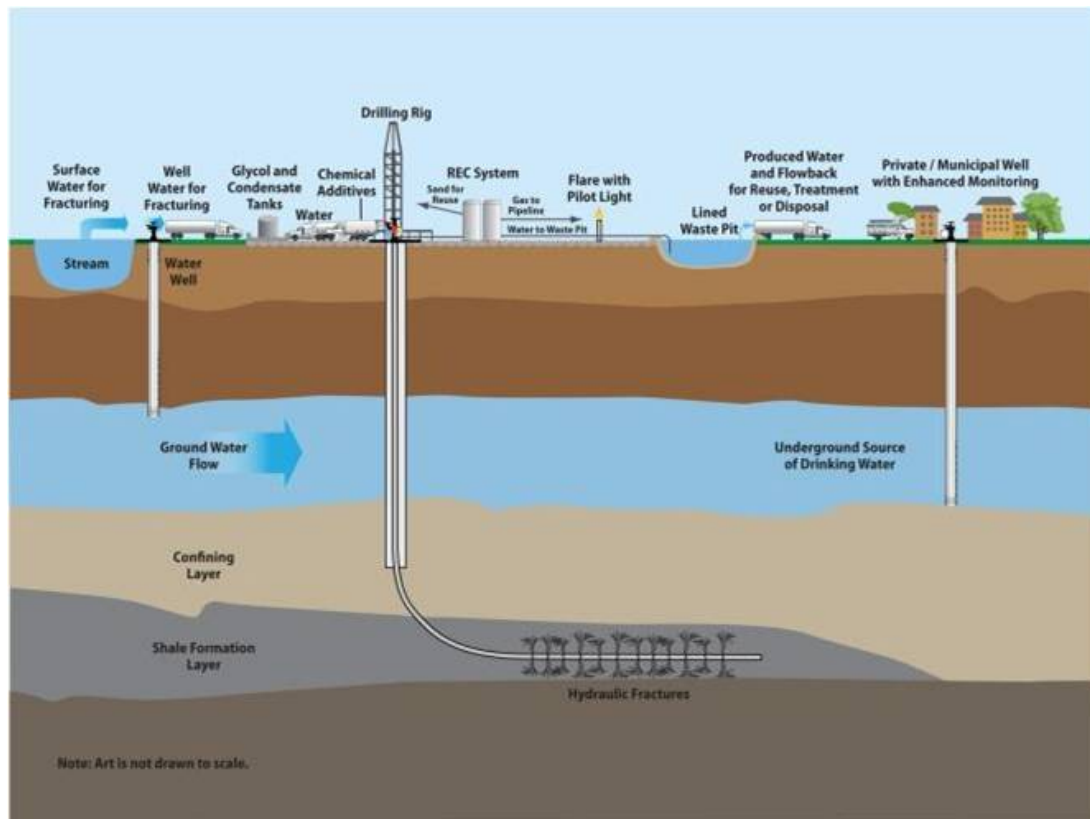


Figure 1. Schéma de la préproduction d'un site (AEA, 2012)

Pendant cette période de remontée des eaux, d'une durée variant entre 3 et 11 jours, du gaz naturel remonte en tête de puits (soit dissous, soit par poches de gaz) (EPA, 2013). Le contrôle de ces émanations est directement lié aux moyens mis en œuvre par l'opérateur pour séparer et capter, via les meilleures techniques disponibles, le gaz naturel diffus. De même, la gestion de ce captage (réinjection, évent ou torchage) influence considérablement le bilan gaz à effet de serre (GES) d'un site (EPA, 2013).

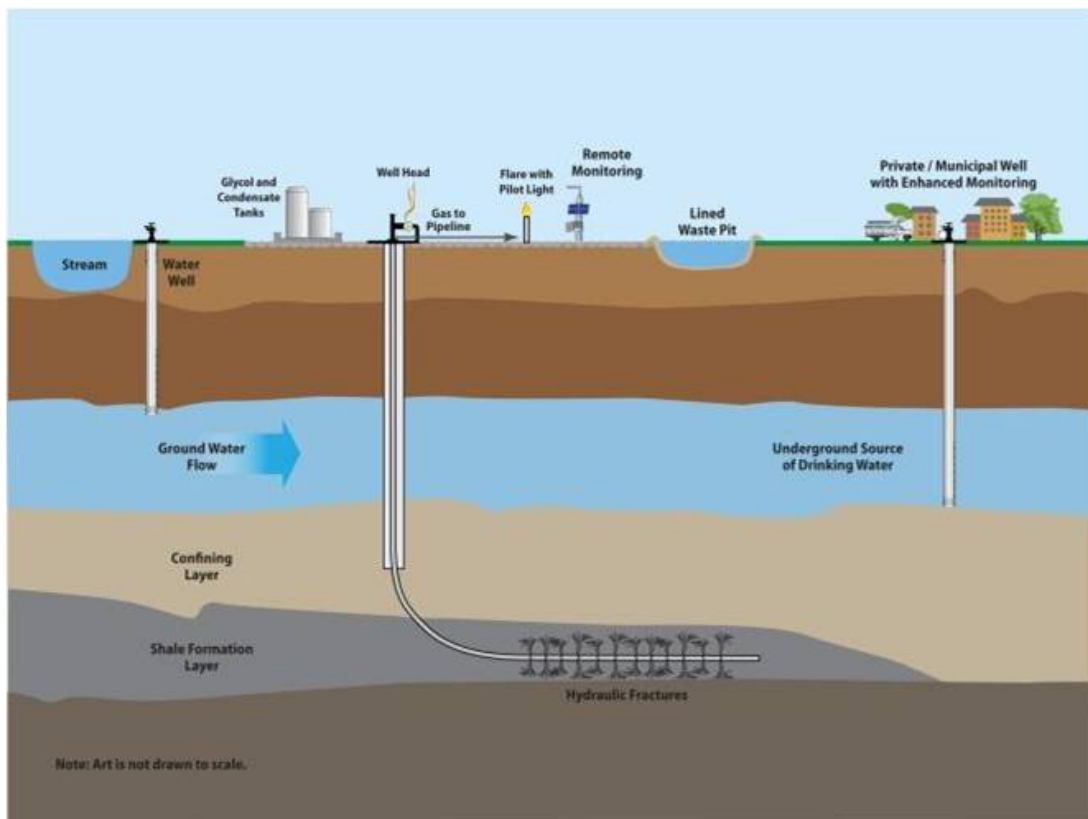


Figure 2. Schéma d'un site en exploitation (AEA, 2012)

Étape d'exploitation

- 7 Deuxièmement, afin de maintenir un rendement satisfaisant pendant la production d'un puits, des « refracturations » peuvent s'avérer nécessaires. Il s'agit de réinjecter le fluide de fracturation pour réouvrir les fissures et libérer plus de gaz. Les risques de fuites de méthane augmentent proportionnellement à la fréquence des refracturations. Selon l'US EPA (US Environmental Protection Agency), chaque année 1 % de la totalité des puits non conventionnels sont refracturés (EPA, 2013).
- 8 De plus, durant la phase de production d'un puits de gaz naturel (conventionnel ou non), des étapes de purges sont nécessaires pour éviter une accumulation de roches et d'eau qui encombrerait le puits. Lors de chaque opération de purges, du gaz peut s'échapper. Ces émissions ont été évaluées par différentes études (API/ANGA, 2012a,

2012b ; EPA, 2011). Même en mode routinier, la fréquence des purges du puits est aussi un paramètre d'émissions diffuses.

- 9 Les pourcentages de fuites dans les secteurs du transport, stockage et réseaux de distribution de gaz naturel dépendent de paramètres physiques (longueur des réseaux, quantités compressées, volume transféré) et sont indépendants de l'origine du gaz (Stephenson *et al.*, 2011 ; Howarth *et al.*, 2011).
- 10 En revanche, les puits de gaz de schiste sont susceptibles d'émettre du méthane lors de la prospection et pendant les étapes de fermeture de puits en fin de vie, et lors de l'abandon de l'activité d'un site. Bien que ces étapes soient très peu documentées, elles apparaissent peu importantes au plan quantitatif (AEA, 2012).

Incertitudes et perspectives

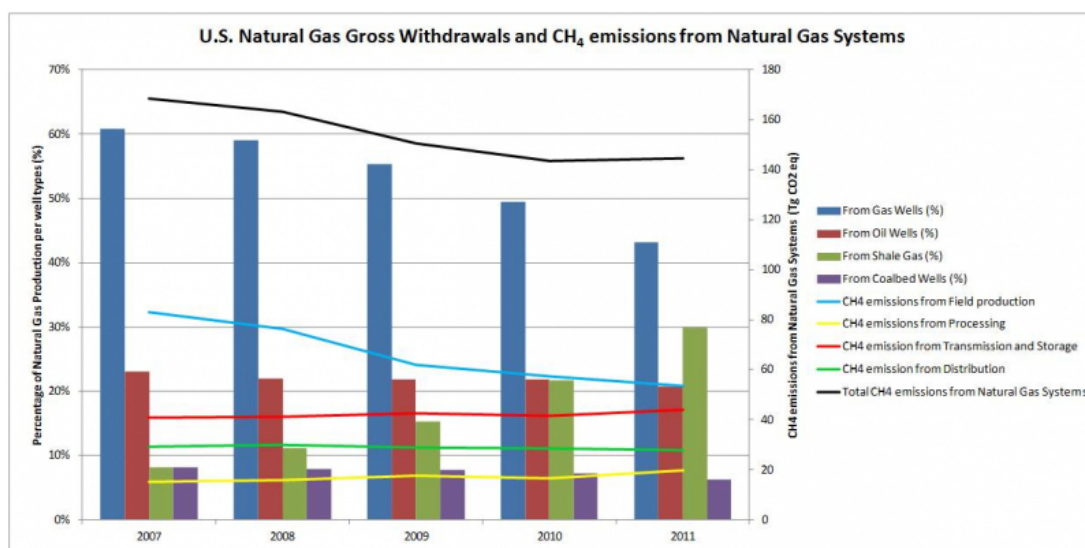


Figure 3. Source : CITEPA, d'après US EPA et EIA (EPA, 2013 ; Energy Information Administration, 2013).

- 11 Le graphique ci-dessus réalisé de l'inventaire de l'agence américaine de protection de l'environnement (US EPA¹) et des données de production américaine de l'EIA², montre que les émissions de méthane associées à la production de gaz naturel n'ont pas augmenté depuis 2007 malgré une augmentation sensible de la part du gaz de

schiste dans le mix du gaz naturel (EPA, 2013 ; Energy Information Administration, 2013). Les étapes mieux maîtrisées de production de gaz *field production* (captage et torchage) compenseraient la légère augmentation des émissions liées aux autres étapes. Entre 2007 et 2011, la production totale de gaz naturel a progressé de 691 à 797 milliards de mètres cubes aux États-Unis. Les chiffres se fondent sur des facteurs d'émission de l'inventaire officiel des États-Unis revus fréquemment (EPA, 2013).

- 12 Les estimations scientifiques américaines actuellement disponibles sont basées sur les analyses de cycle de vie du gaz de schiste comparées aux autres énergies fossiles. Les divergences des hypothèses prises portent sur la production globale d'un puits non conventionnel, la durée de la remontée des eaux, le volume rejeté, le pourcentage de gaz capté et/ou torché, la mise en œuvre des Meilleures Techniques Disponibles (MTD) pour contrôler les fuites et réinjecter le gaz dans le réseau, la fréquence des refracturations et des purges.
- 13 Les résultats des études sont très variables en fonction de ces facteurs. En dépit de cette variabilité, les méta-études et synthèses semblent montrer des émissions de méthane liées au gaz de schiste légèrement supérieures à celles du gaz naturel conventionnel (ICF, 2012 ; Fulton *et al.*, 2011 ; MacKay *et Stone*, 2011). La synthèse d'Howarth *et al.* (2011) de l'université de Cornell estime cependant en 2011 les émissions de méthane dans l'atmosphère entre 3,6 % et 7,9 % de la production de gaz, et les localisent pour l'essentiel juste avant la mise en service du puits : lors du dégorgement du liquide de fracturation³. D'après Howarth *et al.*, ces fuites seraient ainsi de 30 % à 100 % supérieures à celles d'un puits de gaz conventionnel. À l'instar d'autres publications sur ce sujet sensible, même lorsqu'elles concluent à l'inverse à des fuites moins importantes, cette publication a été vivement critiquée par des pairs.
- 14 Par exemple, en août 2013, une équipe de chercheurs américains a publié les résultats d'une imposante campagne de mesures sur les sites de fracturation hydraulique aux États-Unis, et ainsi marqué un premier pas en direction d'une étude plus étendue (Allen *et al.*, 2013). L'article évalue les fuites de méthane à environ 0,42 % de la production du gaz naturel. Ces résultats, qui se limitent au périmètre des seules étapes d'exploitation, sont assez en ligne avec les valeurs rete-

nues dans l'inventaire de l'US EPA. Tout comme celles de l'EPA, ces valeurs ont elles aussi été fortement critiquées par certains chercheurs et experts. Ces derniers interrogent l'impartialité de l'étude, dans la mesure où elle est partiellement financée par des compagnies pétrolières, et en raison du manque de représentativité éventuel des situations décrites ainsi que des technologies employées. Les auteurs eux-mêmes décrivent une situation « optimale » où le puits n'est pas obstrué et clairement fracturé, et admettent une incertitude de 20 % qui, de surcroît, n'inclurait pas l'incertitude provenant de la représentativité des puits sélectionnés par les compagnies pétrolières.

Conclusion

- 15 Les émissions de méthane spécifiques à l'exploitation des gaz de schiste proviendraient principalement des phases de préproduction et d'extraction du gaz par fracturation hydraulique. Les technologies et le savoir-faire des opérateurs mobilisés lors de ces étapes ont de fait un impact critique sur le contrôle des fuites de méthane, et ils évoluent rapidement. Par ailleurs, la phase de fin de vie du puits, encore mal étudiée, pourrait elle aussi être une source d'émissions fugitives de méthane.
- 16 Au vu des études disponibles, les quantifications des émissions affichent des résultats trop variables et hétérogènes pour qu'une moyenne soit une valeur représentative des émissions de méthane. Un certain niveau de variabilité est inévitable dans la mesure où les facteurs topographiques, géologiques, technologiques et humains sont très nombreux à concourir au contrôle des émissions fugitives. À périmètre identique, les proportions de fuite trouvées dans la littérature académique s'échelonnent entre 3,6 % et 7,9 %⁴ des quantités de gaz extrait, *versus* une estimation de 1,7 % à 6 % pour le gaz conventionnel. Compte tenu du pouvoir réchauffant global du méthane 56 fois plus élevé que le dioxyde de carbone à 20 ans^{5,6,7}, toute variation du pourcentage de fuites a un impact significatif et immédiat sur l'effet de serre.
- 17 Lorsqu'il s'agit de réaliser l'inventaire des émissions d'un pays où l'exploitation des gaz de schistes est autorisée, il devrait être possible, soit de réaliser des mesures sur site (ex. concentrations et émissions par modélisation inverse) et, dans ce cas, l'intérêt de la campagne de

mesure réside dans l'impartialité et la représentativité du plan d'expérimentation ; soit de procéder par calcul. Dans ce second cas, on pourra se servir éventuellement de résultats de mesures obtenus dans des conditions comparables, ou de documentations sur des facteurs d'émission représentatifs, précisant les conditions d'exploitation et les types d'équipements.

BIBLIOGRAPHIE

- ACTU-ENVIRONNEMENT. (2013a). Gaz de schiste : le parlement européen veut soumettre les projets à une évaluation environnementale, n° 109, 9 octobre.
- ACTU-ENVIRONNEMENT. (2013b). Gaz de schiste : le conseil constitutionnel valide la loi, 11 octobre.
- AEA. (2012). Climate impact of potential shale gas production in the EU.
- ALLEN ; TORRES ; THOMAS *et al.* (2013). Measurements of methane emissions at natural gas production sites in the United States. *PNAS*.
- API/ANGA. (2012a). Information on gas well liquids unloading, chez EPA stakeholder workshop, Washington.
- API/ANGA. (2012b). Characterizing pivotal sources of methane emissions from unconventional natural gas production.
- ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. (2013). Natural Gas Gross Withdrawals and Production. [En ligne] : http://www.eia.gov/dnav/ng/ng_prod_sum2011.nus.html [Accès le 14 octobre 2013].
- EPA. (2011). Natural gas in a low-carbon future: Challenges and Opportunities, chez Methane emissions and reduction opportunities in natural gas production.
- EPA. (2013). Inventory of U.S Greenhouse Gas Emissions and sinks 1990-2011: Natural Gas Systems (IPCC Source Category 1B2b).
- FULTON ; MELLQUIST ; KITASEI ; BLUESTEIN. (2011). Comparing life-cycle greenhouse gas emission from natural gas and coal. *DBClimate Change advisors*.
- HOWARTH ; SANTORO ; INGRAFFEA. (2011). Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations. *Climatic change*.
- ICF. (2012). Life cycle greenhouse gas emissions of natural gas. *Canadian Natural Gas*.
- MACKAY ; STONE. (2011). Potential greenhouse gas emissions associated with shale gas extraction and use. Department of Energy and Climate Change.
- STEPHENSON ; VALLE ; RIERA-PALOU. (2011). Modeling the relative GHG emissions of conventional and shale gas production. *Environmental Science and Technology*.

NOTES

- 1 Climate change. (1995). Second assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Working group 1.
- 2 Lire, par exemple, le *Working group I contribution to the Ipcc fifth assessment report climate change, 2013: the physical science basis*, 26/09/2013.
- 3 US EPA : United States Environmental Protection Agency, qui élabore notamment l'inventaire d'émissions de gaz à effet de serre américain.
- 4 EIA Energy Information Administration américaine.
- 5 "Drill out" et "well completion".
- 6 Le périmètre concerne la totalité du cycle de vie du gaz de schiste depuis la préparation jusqu'à la distribution du gaz. Soit au moins 30% plus que pour le gaz conventionnel selon Howarth et al. , 2011.
- 7 Climate change 1995; Second assesment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Working group 1.

AUTEURS

Jérôme Boutang

Directeur Général, CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique)

Jean-Baptiste Vilmain

Ingénieur d'Études, CITEPA