



Ambassade de France à Washington
Mission pour la Science et la Technologie

4101 Reservoir Road, NW - Washington, DC 20007

Tél. : +1 202 944 6216

Fax : +1 202 944 6244

Mail : publications.mst@ambafrance-us.org

URL : <http://www.ambafrance-us.org>

Domaine	Energie, Environnement
Document	Rapport d'Ambassade
Titre	L'exploitation des gaz de schistes, entre promesses économiques et conséquences environnementales
Auteur(s)	Gabriel Marty
Date	Juillet 2011
Contact SST	deputy-envt.mst@ambafrance-us.org
Numéro	

Mots-clefs	Énergie, environnement, gaz naturel, gaz de schistes, eau potable, fracturation hydraulique, états-unis, réglementation, contamination, forage, produits chimiques, exploitation, fracking
Résumé	<p>Le gaz naturel de schistes, une ressource longtemps considérée comme inexploitable, bouleverse le secteur énergétique aux Etats-Unis. Sa production a subi une croissance très rapide de 48% en moyenne au cours des 5 dernières années, notamment grâce à un prix du gaz naturel relativement élevé, des avancées technologiques et une législation permissive. Les réserves de gaz de schistes accessibles sont considérables et régulièrement revues à la hausse, et seraient capables d'assurer plusieurs décennies de consommation d'énergie. Leur exploitation devrait permettre de compenser la diminution progressive des sources de gaz conventionnel et de réduire les importations, jusqu'à représenter 45% de la production de gaz naturel en 2035.</p> <p>L'exploitation des gaz de schistes a été rendue possible grâce à des avancées technologiques dans le domaine de l'extraction, notamment la technique de la fracturation hydraulique. Si elle est indispensable à la récupération du gaz de schistes, son utilisation soulève beaucoup d'inquiétudes à cause des impacts environnementaux importants qui peuvent en découler. Parmi ceux-ci, la consommation importante d'eau et les risques de contamination sont au centre de la problématique environnementale. Les conséquences de la fracturation hydraulique font l'objet de nombreuses études scientifiques, mais à l'heure actuelle il ne se dégage pas de consensus et le sujet reste souvent partisan. La réglementation de la pratique est faible au niveau fédéral et relève plutôt des états fédérés. Le sujet évoluant rapidement, les états reconnaissent le besoin de développer une réglementation spécifique. Selon leurs intérêts sur la question, ceux-ci choisissent d'encadrer ou de mettre un frein au développement des gaz de schistes et à l'utilisation de la fracturation hydraulique.</p> <p>Le gaz naturel est considéré comme un combustible fossile plus « propre » que le charbon ou le pétrole, traditionnellement favorisé aux Etats-Unis. Cela permet d'imaginer une stratégie énergétique où le gaz naturel permettrait d'assurer une production d'énergie nationale bon marché tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique, et serait une « ressource de transition » en attendant que les énergies renouvelables soient suffisamment matures pour prendre le relais. Cette solution semble avoir les faveurs de nombreux acteurs et de l'administration Obama, qui y voit un sujet possible de compromis politique.</p>

NB : Retrouvez toutes nos publications sur bulletins-electroniques.com

L'accès est libre et gratuit : <http://www.bulletins-electroniques.com>



Ambassade de France aux Etats-Unis

Mission pour la Science et la Technologie

L'exploitation des gaz de schistes, entre promesses économiques et conséquences environnementales

Gabriel Marty

Validé par Marc Magaud

Juillet 2011

Résumé

Le gaz naturel de schistes, une ressource longtemps considérée comme inexploitable, bouleverse le secteur énergétique aux Etats-Unis. Sa production a subi une croissance très rapide de 48% en moyenne au cours des 5 dernières années, notamment grâce à un prix du gaz naturel relativement élevé, des avancées technologiques et une législation permissive. Les réserves de gaz de schistes accessibles sont considérables et régulièrement revues à la hausse, et seraient capables d'assurer plusieurs décennies de consommation d'énergie. Leur exploitation devrait permettre de compenser la diminution progressive des sources de gaz conventionnel et de réduire les importations, jusqu'à représenter 45% de la production de gaz naturel en 2035.

L'exploitation des gaz de schistes a été rendue possible grâce à des avancées technologiques dans le domaine de l'extraction, notamment la technique de la fracturation hydraulique. Si elle est indispensable à la récupération du gaz de schistes, son utilisation soulève beaucoup d'inquiétudes en raison des impacts environnementaux importants qui peuvent en découler. Parmi ceux-ci, la consommation importante d'eau et les risques de contamination sont au centre de la problématique environnementale. Les conséquences de la fracturation hydraulique font l'objet de nombreuses études scientifiques, à l'heure actuelle il ne se dégage pas de consensus et le sujet reste souvent partisan. La réglementation de la pratique est faible au niveau fédéral et relève plutôt des états fédérés. Le sujet évoluant rapidement, les états reconnaissent le besoin de développer une réglementation spécifique. Selon leurs intérêts sur la question, ceux-ci choisissent d'encadrer ou de mettre un frein au développement des gaz de schistes et à l'utilisation de la fracturation hydraulique.

Le gaz naturel est considéré comme un combustible fossile plus « propre » que le charbon ou le pétrole, traditionnellement favoris aux Etats-Unis. Cela permet d'imaginer une stratégie énergétique où le gaz naturel permettrait d'assurer une production d'énergie nationale bon marché tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique, et serait une « ressource de transition » en attendant que les énergies renouvelables soient suffisamment matures pour prendre le relais. Cette solution semble avoir les faveurs de nombreux acteurs et de l'administration Obama, qui y voit un sujet possible de compromis politique.

Abstract

Long considered unrecoverable, natural gas from shale plays is now bringing tremendous change to the US energy sector. Production increased at a rapid pace of +48% in average in the last 5 years, due to relatively high wellhead price, technological breakthroughs and lax legislation. Economically recoverable shale gas reserves are huge and constantly updated upwards, providing enough to cover decades of energy consumption. Shale gas recovery should offset the downward trend of US conventional gas production and reduce the need for natural gas imports. Shale gas production could account for 45% of natural gas production in 2035.

Shale gas production has been enabled with technological advances in the drilling and recovery fields, such as hydraulic fracturing, a technique commonly known as “fracking”. Necessary to shale gas recovery, it has raised concerns about potential serious environmental impacts. Among these, sustained water consumption and drinking water contamination risks have been the focus of public attention. Hydraulic fracturing impacts are being researched, although no scientific consensus has emerged yet and the issue remains fairly partisan. It has been up to states to regulate and enforce shale gas production, as federal regulation is quite limited. The issue is complex and is changing fast, therefore states are developing specific legislation on shale gas production and hydraulic fracturing. Depending on their interest in the matter, states tend to regulate or to stop shale gas development.

Natural gas is considered a cleaner fossil fuel than coal or oil, which are the main energy sources in the United States. This has led to imagine an energy strategy where natural gas could provide cheap and plentiful domestic energy, while reducing greenhouse gas emissions as well as traditional air pollution. It would be used as a “bridge fuel”, initiating transition towards a low-carbon economy while renewable energy reaches maturity. This strategy is being considered by the Obama administration, which sees shale gas development as a possible bipartisan issue.

Table des matières

Résumé	5
Abstract.....	6
I. Introduction	9
II. Contexte	9
1. Variété de types de gaz naturel	9
2. L'essor de l'exploitation des gaz de schistes.....	11
3. Des ressources considérables	12
4. Le secteur gazier américain profondément transformé.....	13
III. Principe de la fracturation hydraulique.....	15
1. Le forage	15
2. La fracturation hydraulique	17
3. Le fluide de fracturation	19
IV. La problématique environnementale.....	21
1. L'impact sur les réserves d'eau potable.....	21
2. La contamination des réserves en eau potable	22
a) Contamination par fuite de méthane	22
b) Contamination par fuite du fluide de fracturation	23
c) Contamination par accident en surface.....	23
3. Le traitement des déchets	23
4. Autres impacts environnementaux.....	24
5. Les études scientifiques	25
a) L'EPA conclut à l'innocuité de la fracturation hydraulique.....	25
b) Une relation entre exploitation des gaz de schistes et contamination des sources d'eau	26
c) La propreté du gaz par rapport au charbon incertaine	27

V. La réglementation de la fracturation hydraulique	28
1. La fracturation hydraulique, faiblement réglementée au niveau fédéral	28
2. Rendre publique la composition du fluide de fracturation, une tendance au niveau des états	29
3. Des mesures d’opposition à la fracturation hydraulique	30
VI. Un changement de la politique énergétique des Etats-Unis	33
1. Les gaz de schistes, une « ressource de transition »	33
2. Une stratégie aux effets environnementaux indésirables ?	33
3. Un sujet de compromis politique.....	34
Bibliographie	35
Sources du texte	35
Sources des Figures.....	38

I. Introduction

Longtemps restés inconnus du public, les gaz de schistes bouleversent actuellement le secteur de l'énergie aux Etats-Unis. Grâce à des progrès techniques et des prix favorables, l'exploitation à grande échelle de ces gisements de gaz naturel considérables est devenue possible. Ainsi, depuis quelques années, on assiste à un développement très rapide de l'exploitation des gaz de schistes. Outre la possibilité de disposer d'une énergie bon marché, les gaz de schistes présentent de nombreux avantages, comme celui d'assurer des décennies de consommation, de permettre de réduire la dépendance énergétique des Etats-Unis aux pays étrangers, ou de réduire l'impact environnemental de l'industrie en faisant concurrence au charbon. A la suite de l'exemple américain, l'exploitation des gaz de schistes intéresse également d'autres pays, en particulier en Europe et en Amérique du Nord.

Cependant, en raison des impacts environnementaux potentiellement graves qui peuvent en résulter, l'exploitation des gaz de schistes fait débat. En particulier, le risque de contamination de l'eau est mis en avant et la fracturation hydraulique, technique utilisée pour extraire les gaz de schistes, focalise les craintes du public. Ainsi, la France est devenue le 30 Juin 2011 le premier pays au monde à interdire par loi l'usage de la fracturation hydraulique. Aux Etats-Unis, la réglementation de la fracturation hydraulique, en pleine évolution au niveau des états fédérés mais très faible au niveau fédéral, est un autre point important du débat.

La question des gaz de schistes risque d'entraîner un changement profond de la politique énergétique des Etats-Unis. Au même titre que le nucléaire, ce sujet complexe devient une question de société.

II. Contexte

1. Variété de types de gaz naturel

Historiquement, la production de gaz naturel aux Etats-Unis tient principalement à l'exploitation des gisements de gaz conventionnel. Il s'agit principalement de poches de gaz – associé à du pétrole ou non - présentes dans les roches perméables comme le grès (cf. Figure 1). Ces sources sont relativement aisées à exploiter, puisqu'une fois le forage terminé et le puits en place, on utilise la pression existante au sein du réservoir pour extraire le gaz, qui a souvent tendance à remonter naturellement à la surface.

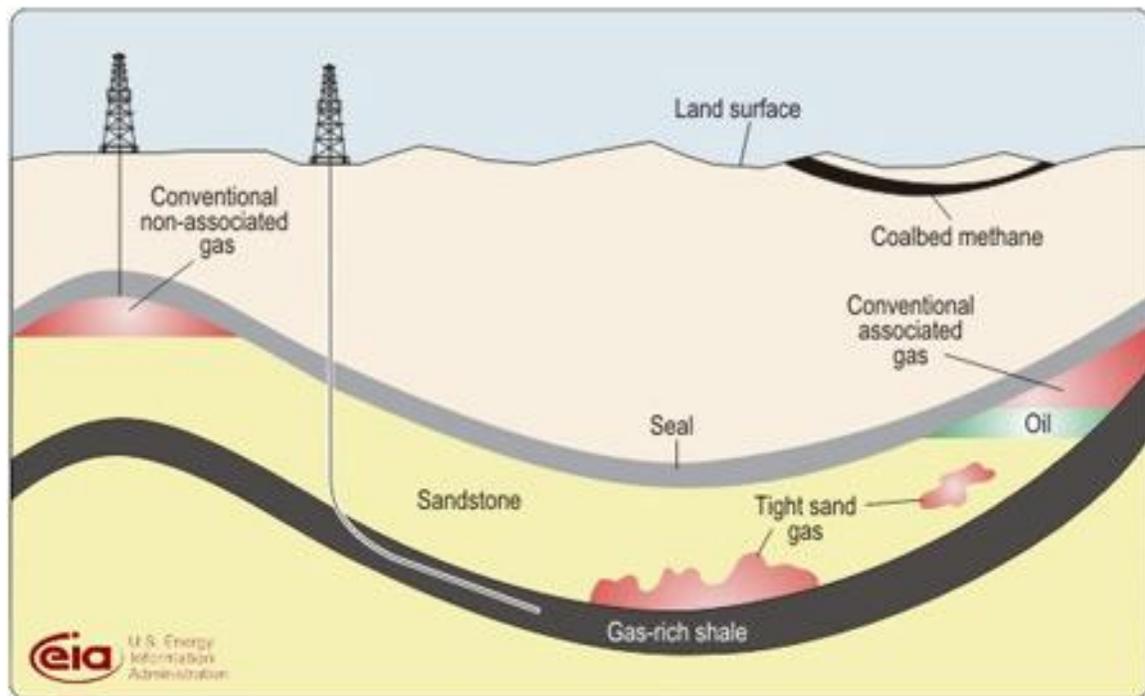


Figure 1. Représentation des différents types de gaz naturel. Source : Energy Information Administration (EIA)

Il existe aussi d'autres types de gaz naturel, que l'on nomme gaz non conventionnels (cf. Figure 2) :

- Le gaz de réservoir compact (*tight gas*), lui aussi présent sous forme de poche, mais que la faible perméabilité de la roche alentour empêche de s'échapper facilement dans le puits.
- Le gaz de charbon ou méthane houiller (*coalbed methane*), présent dans les veines de charbon. Il est responsable de nombreux accidents graves lors de l'exploitation du charbon (on parle alors de grisou).
- Le gaz de schistes (*shale gas*), présent dans les formations de schistes et disséminé au sein de celles-ci.

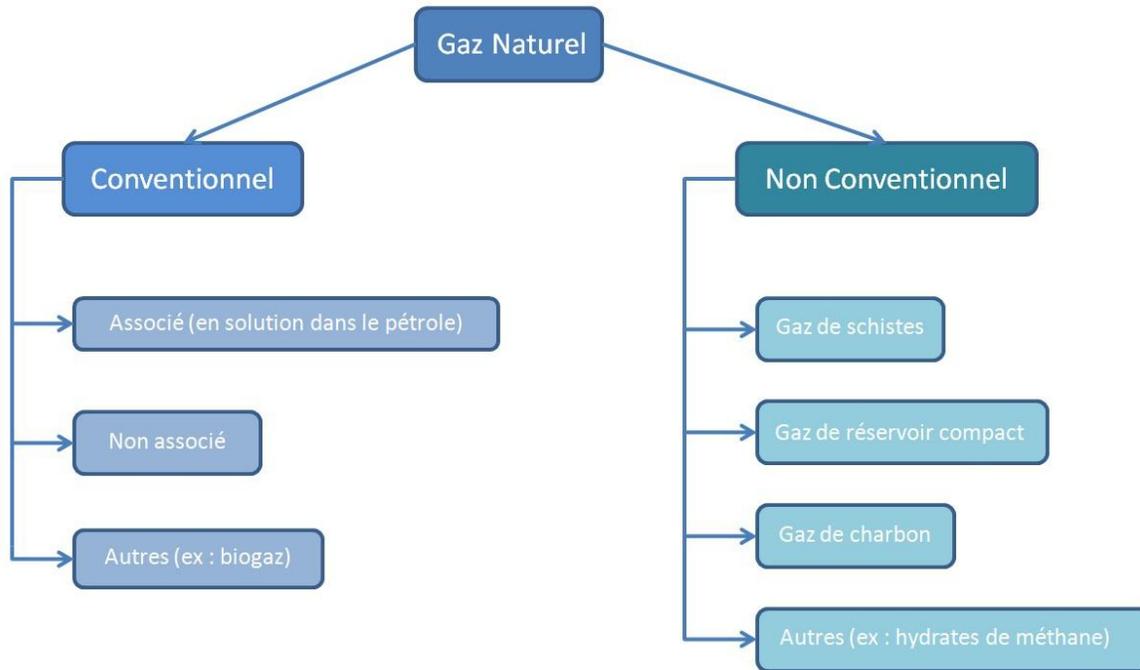


Figure 2. Résumé des différents types de gaz naturel. Source : Mission pour la Science et la Technologie.

Ces gaz non conventionnels ont en commun d'être prisonniers au sein de formations rocheuses peu perméables, ce qui rend leur exploitation compliquée et coûteuse. Jusqu'à récemment, l'exploitation de ces gaz n'était pas économiquement compétitive par rapport à celle des gisements de gaz conventionnels, et ont souvent été considérés comme « non récupérables ». Cependant, les changements survenus dans le secteur au cours des dernières années ont conduit les compagnies gazières à exploiter ces ressources, notamment les gaz de schistes.

2. L'essor de l'exploitation des gaz de schistes

Plusieurs facteurs ont contribué à rendre attractif l'exploitation des gaz de schistes. Tout d'abord, la demande soutenue en gaz naturel au cours des années 2000 a eu pour résultat un prix croissant du gaz naturel (cf. Figure 3). Après un pic à 10,82 dollars par milliers de pieds cubes (0,38 dollars par mètre cube), le prix se maintient depuis 2009 autour de 4 dollars par milliers de pieds cubes (0,14 dollars par mètre cube), soit le double du prix moyen durant les années 1980 et 1990.

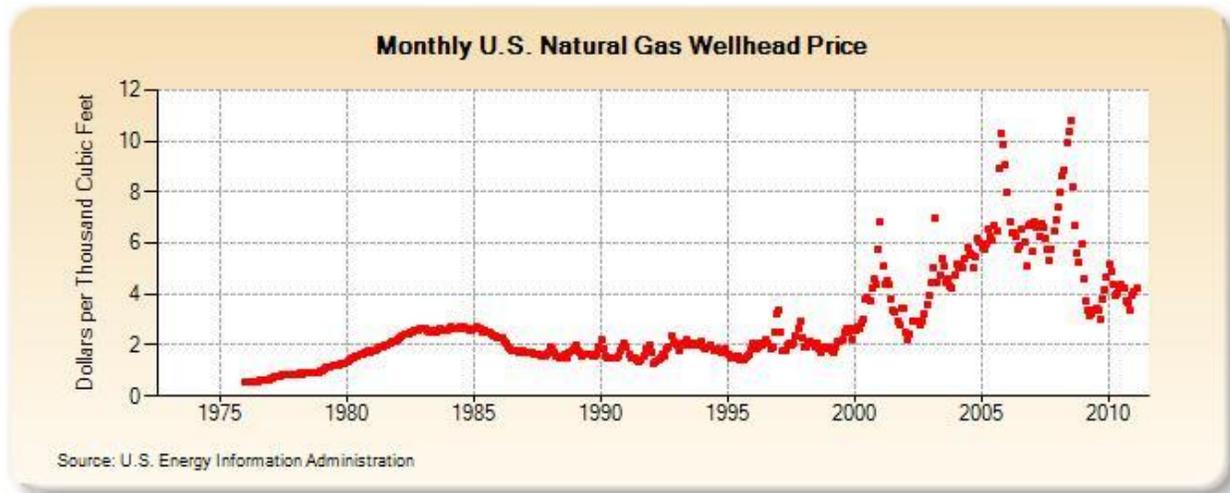


Figure 3. Evolution des prix du gaz naturel entre 1976 et 2011. Source : EIA, 2011

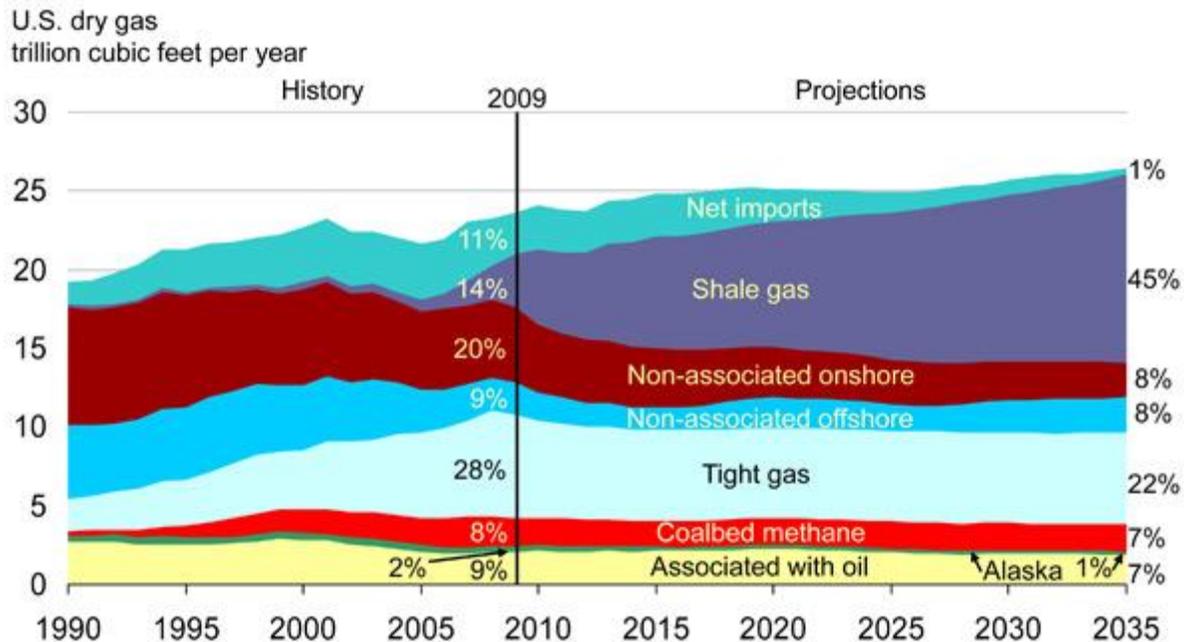
Cette hausse des prix s’est en parallèle accompagnée d’une chute des coûts de production. Bien que celui-ci dépende de plusieurs facteurs et puisse varier de manière significative d’une région à l’autre, le coût de production d’un puits de gaz de schistes tend à se situer entre 2 et 3 dollars par milliers de pieds cubes (0,07 et 0,11 dollars par mètre cube), soit entre 2 et 3 fois moins que le coût de production d’un nouveau puits de gaz conventionnel. La législation favorable à l’exploitation gazière des Etats-Unis a également contribué au développement rapide de l’exploitation des gaz de schistes, en particulier grâce au fait que la législation fédérale en la matière est très faible (cf. partie V. 1.). Enfin, des avancées technologiques récentes ont rendu techniquement possible l’exploitation commerciale des gaz de schistes. Il s’agit principalement de la combinaison de deux technologies, le forage directionnel et la fracturation hydraulique. Ces deux méthodes seront détaillées plus loin (cf. partie III.).

3. Des ressources considérables

Ces évolutions ont fait de l’exploitation de gaz de schistes sur le territoire des Etats-Unis une réalité économique. Bien que les réserves soient encore mal connues et difficiles à évaluer, les estimations montrent qu’elles sont potentiellement très importantes.

Ainsi, on estime que les réserves prouvées - dont l’exploitation est « raisonnablement certaine » car techniquement et économiquement viable - de gaz de schistes à 1717 milliards de mètres cubes en 2009. Cette estimation n’est pas définitive et est régulièrement revue à la hausse : l’estimation 2009 représente une augmentation de 76% par rapport à celle de 2008. Cependant, les réserves les plus importantes sont les réserves techniquement exploitables mais non prouvées – qui pourraient être exploitables à l’avenir avec la technologie actuelle si les conditions économiques sont plus favorables. Ces dernières sont évaluées à 23418 milliards de mètres cubes.

Information Administration (EIA) estime que la production devrait atteindre 347 milliards de mètres cubes en 2035, soit 45% de l'approvisionnement en gaz naturel (cf. Figure 5). Le gaz de schistes devrait alors représenter près de 9,4% du bouquet énergétique américain.



Source: EIA, Annual Energy Outlook 2011

Figure 5. Composition de la production de gaz naturel. Source : EIA, 2011

D'après les prédictions de l'EIA, l'exploitation des gaz de schistes devrait permettre aux Etats-Unis non seulement de compenser le déclin annoncé de la production de gaz conventionnel (associé et non-associé), mais aussi de réduire leur importation de gaz. L'exploitation des gaz de schistes a déjà permis aux Etats-Unis de ravir la première place de producteur mondial de gaz à la Russie en 2009.

A présent, la « révolution » annoncée des gaz de schistes intéresse aussi d'autres pays. Les voisins nord-américains – le Mexique et le Canada - et des partenaires européens comme la France et la Pologne commencent à évaluer leurs réserves de gaz, et il apparaît qu'eux aussi disposeraient de réserves potentielles très importantes. Pionnier dans ce domaine, les Etats-Unis sont en pointe sur la technologie associée à l'exploitation des gaz des schistes, ils envisagent d'exporter cette technologie et leur savoir-faire aux compagnies pétrolières étrangères, très intéressées. Par exemple, la compagnie pétrolière française Total a formé une coentreprise avec Chesapeake Energy dans la formation Barnett, et la société italienne ENI a agi de façon similaire en acquérant une participation dans la société Quicksilver Resources.

Dans les 10 prochaines années, les experts prévoient que la fracturation hydraulique concernera entre 60 et 80% de tous les puits aux Etats-Unis, afin de garantir leur production. En plus de représenter la

grande majorité des nouveaux puits, cette technique peut permettre de relancer la production au sein d'anciens puits.

III. Principe de la fracturation hydraulique

Avant de pouvoir procéder à l'extraction de gaz de schistes, il est indispensable de préparer le puits avec deux étapes distinctes, complémentaires et indispensables : le forage et la fracturation hydraulique.

1. Le forage

A la différence d'une poche de gaz conventionnel, l'emploi d'un puits vertical n'est pas adapté à l'exploitation des gaz de schistes. En effet, ces gaz étant disséminés au sein de la formation de schiste, il est nécessaire de fracturer la roche à plusieurs endroits ; il est donc important d'avoir la plus grande surface de contact possible entre le puits et la roche afin d'assurer le drainage d'un volume de gaz suffisamment important. Dans ces conditions, sauf en présence d'une épaisseur de schistes importante, un puits vertical ne couvrira pas une surface suffisante. On a alors recours à la technique du forage directionnel pour creuser un puits horizontal.

Ce type de forage, relativement récent – le premier date du début des années 1990, consiste à orienter progressivement le trépan (tête de forage) afin de creuser dans la direction souhaitée. Dans le cas des gaz de schistes, on effectue dans un premier temps un forage vertical jusqu'à atteindre le début de la formation de schiste - généralement entre 2000 m et 3000 m, plus profond que pour un gisement de gaz conventionnel - puis on tourne de façon à creuser un puits horizontal dans la formation. Le forage continue ensuite à l'horizontale sur une distance comprise entre 1 km et 2 km.

Afin d'éviter l'effondrement du puits creusé, diriger efficacement le fluide de fracturation et éviter les contaminations des sources d'eau rencontrées, il est nécessaire de réaliser un tubage. Cela consiste à descendre dans le puits plusieurs tubes creux emboîtés les uns dans les autres et liés par du ciment (cf. Figure 6).

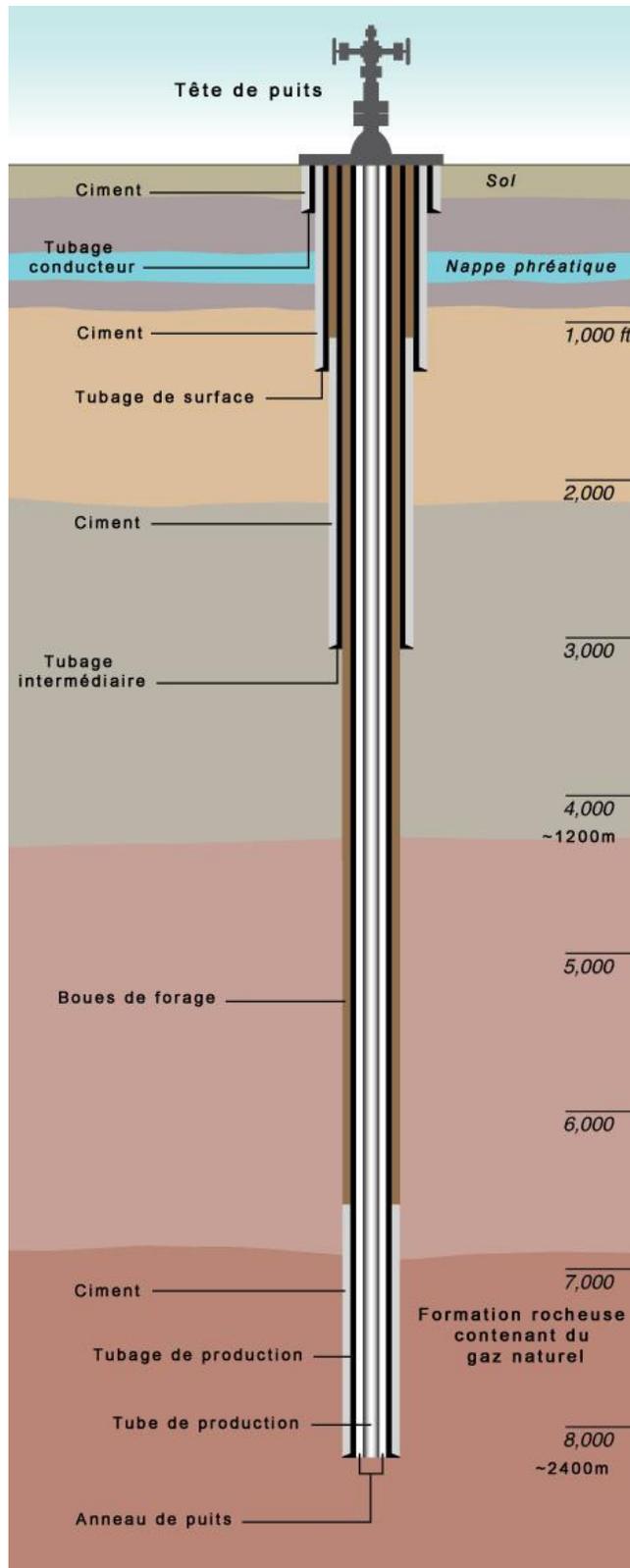


Figure 6. Schéma d'un puits utilisé pour l'exploitation des gaz de schistes (partie verticale). Source : adapté de ProPublica

2. La fracturation hydraulique

Dans la majorité des cas, le forage seul ne permet pas d'exploiter efficacement le puits. Bien que le schiste présente naturellement des failles qu'il est intéressant d'exploiter pour extraire le gaz – un puits oblique ou horizontal aura plus de chances d'en rencontrer qu'un puits vertical, le débit « naturel » de gaz n'est pas suffisant pour une exploitation rentable. Il est alors indispensable de « stimuler » la roche afin de libérer le gaz emprisonné dans la roche imperméable. Pour ce faire, on utilise la technique de la fracturation hydraulique (cf. Figure 7).

Cette technique, restée longtemps confidentielle, a concentré l'attention des médias et du public qui s'intéresse aux gaz de schistes. Elle n'est cependant pas nouvelle et existe depuis des décennies. La fracturation hydraulique a été développée et utilisée pour la première fois à l'échelle commerciale par la compagnie Halliburton à la fin des années 1940. Cependant, le procédé de fracturation hydraulique est longtemps resté marginal dans l'exploitation du gaz naturel. En effet, si cette technique est indispensable pour accéder aux gisements de gaz de schistes, elle est rarement utile à l'exploitation des gaz conventionnels, dont l'exploitation est relativement aisée (cf. Partie II. 1.).

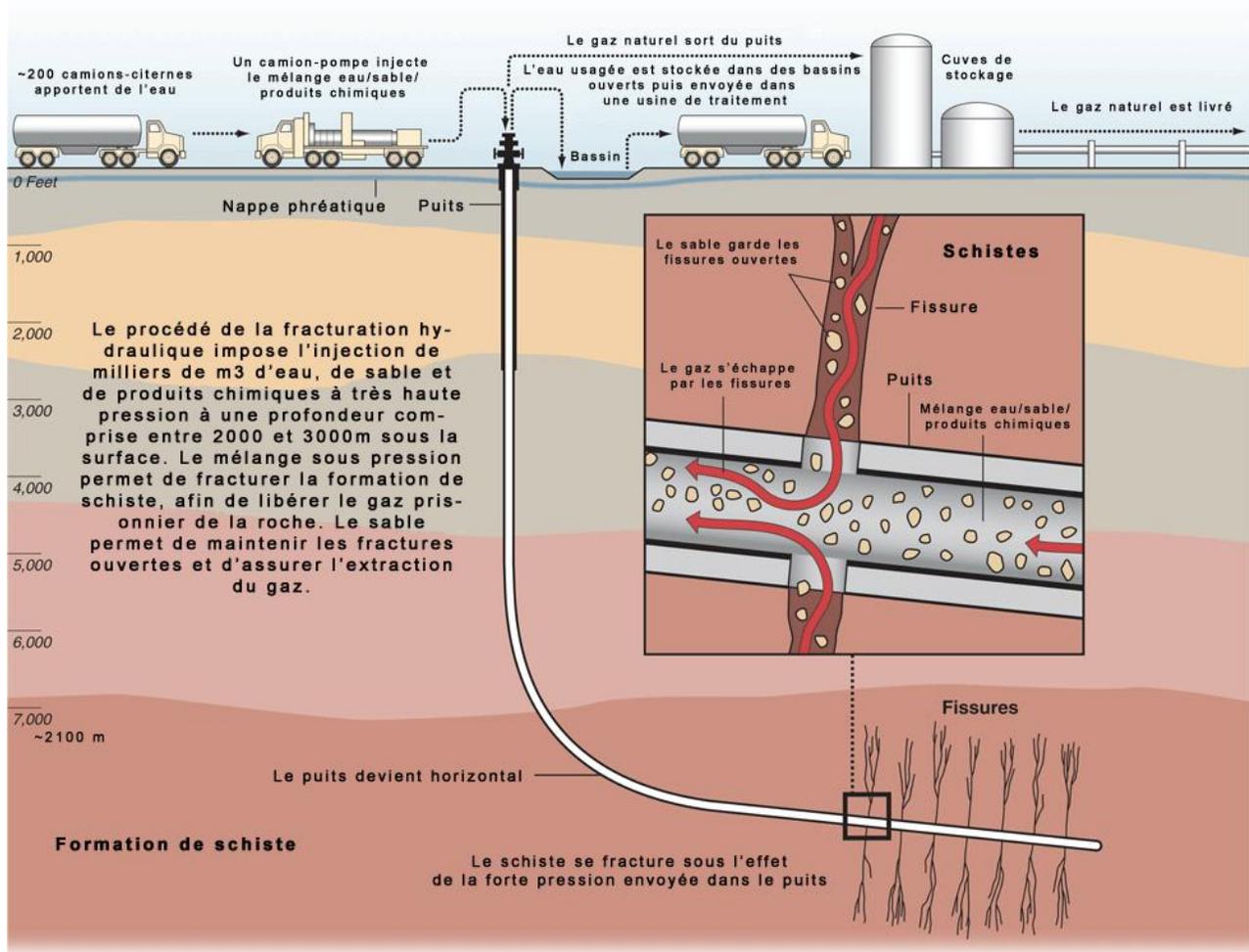


Figure 7. Schéma du procédé de la fracturation hydraulique. Source : adapté de ProPublica

Il s'agit de fracturer la roche – en élargissant les fractures naturelles ou en créant de nouvelles – afin de l'ouvrir et de libérer les larges quantités de gaz prisonnières de la roche imperméable. Pour cela, on injecte sous très forte pression un mélange d'eau, de sable et de produits chimiques - appelé fluide de fracturation - dans le puits. Au préalable, il est possible de préparer le puits à l'aide de petites quantités d'explosifs, afin de créer un premier réseau de fractures à proximité du puits. Le fluide étant incompressible, l'injection de grandes quantités de fluide permet de faire monter la pression jusqu'au point où la roche éclate. La pression à atteindre pour fracturer la roche est très importante : jusqu'à 1000 bar, soit 1000 fois la pression atmosphérique. Pour atteindre ce point, des dizaines de milliers de mètres cubes d'eau et de sable sont nécessaire, apportés sur site par camions-citernes. Pour atteindre une stimulation suffisante de la roche, il est parfois nécessaire de réaliser plusieurs fracturations au sein du même puits.

Une fois des ouvertures créées, le fluide dépose le sable dans les fissures pour les maintenir ouvertes. On retire ensuite le fluide afin de permettre au gaz d'affluer dans le puits et de remonter à la surface. Le gaz extrait est stocké dans des cuves sur site avant d'être transporté par camions par les infrastructures

de distribution. Le fluide de fracturation récupéré est stocké dans des bassins avant d'être transporté vers des lieux de traitement. Il existe plusieurs méthodes pour se débarrasser du fluide usagé, qui seront détaillés plus loin (cf. partie IV. 3.).

3. Le fluide de fracturation

Le fluide de fracturation est typiquement composé d'eau et de sable auxquels ont été ajoutés des produits chimiques. L'eau et le sable sont les composants majoritaires de ce mélange puisqu'ils représentent entre 98% et 99.5% en volume. Bien qu'ils ne représentent que 0.5% à 2% en volume, l'ajout d'un cocktail de produits chimiques est indispensable au procédé, afin de modifier les propriétés mécaniques et chimiques du fluide, notamment pour s'adapter aux contraintes spécifiques du terrain et améliorer l'efficacité du procédé de fracturation (cf. Figure 8). A ce titre, la composition exacte du fluide varie d'un puits à l'autre.

Type de produit	Application	Exemples de composés	Usage commun
Eau	Ouvre les fractures et apporte le sable	-	Alimentation
Agent de soutènement	Maintien ouvert les fractures pour permettre la libération du gas	Sable, Microbilles	Filtration de l'eau potable, mortier
Acide	Facilite la dissolution des minéraux et permet l'apparition de fissures dans la roche (pré-fracturation)	Acide hydrochlorique	Nettoyant de piscine
Inhibiteur de corrosion	Empêche la corrosion de la tuyauterie et des réservoirs	Methanol, N,n-Diméthylformamide, Bisulfite d'Ammonium	Produits pharmaceutiques, fibres acryliques, plastiques
Contrôleur de fer	Empêche la précipitation d'oxides métalliques	Acide citrique, Acide thioglycolique	Additif alimentaire
Agent anti-bactérien	Elimine les bactéries présentes dans l'eau qui produisent des produits corrosifs	Glutaraldéhyde, 2-Bromo-2-nitro-1,2-propanediol	Désinfectant, stérilisant pour produits médicaux
Agent anti-dépôts	Empêche la précipitation de carbonates et de sulfates (ex: calcaire)	Chlorure d'ammonium, éthylène de glycol, polyacrylate	Produits nettoyants, peinture, dégivrant
Stabilisateur d'argile	Empêche le gonflement des argiles	Sels (chlorure de tetraméthylammonium, chlorure de potassium)	Sel de table à faible teneur en sodium, médicaments
Réducteur de frottement	Rend l'eau plus "glissante", permet l'injection du fluide à un débit et une pression optimale	Acrylate de sodium, polyacrylamide	Produits cosmétiques, notamment teinture, maquillage, vernis à ongle
Surfactant	Augmente la viscosité du fluide, maintient l'agent de soutènement en suspension	Methanol, Isopropanol	Nettoyant à vitres, déodorants, antiperspirant
Agent gélifiant	Augmente la viscosité du fluide, maintient l'agent de soutènement en suspension	Gomme de guar	Produits cosmétiques, glace, dentifrice, sauces
Agent casseur	Réduit la viscosité du fluide (avec un effet retard, se délenche en profondeur) pour libérer l'agent de soutènement dans les failles	Peroxydisulfates	Teinture à cheveux, désinfectant, plastiques domestiques commun
Agent réticulant	Maintient la viscosité de l'eau malgré les changements de températures	Sels de borate, hydroxide de potassium	Lessives, savons, produits cosmétiques
Ajusteur de pH	Maintien un pH stable, essentiel pour garantir l'efficacité des autres composés	Hydroxyde de sodium, carbonate de sodium ou de potassium	Lessives, savons, liquide vaisselle

Figure 8. Composition typique d'un fluide de fracturation. Adapté de plusieurs sources (cf. Bibliographie).

Des centaines de produits chimiques sont utilisés dans la composition du fluide de fracturation : solvants, émulsifiants, acides, etc. Certains d'entre eux sont inoffensifs et sont couramment utilisés dans d'autres activités – notamment l'agroalimentaire – alors que d'autres sont réputés être cancérigènes ou toxiques, comme le benzène ou l'éthylène de glycol.

La composition du fluide de fracturation fait l'objet de nombreuses recherches de la part des industriels, et est souvent considérée comme un secret industriel très protégé. Cependant, sous la pression du public et des législateurs, les compagnies dévoilent progressivement des informations sur la composition des fluides utilisés (cf. partie V. 2.).

Dans un effort pour répondre aux inquiétudes quant à l'utilisation de produits chimiques lors de la fracturation hydraulique, plusieurs compagnies travaillent à améliorer leurs formules et entendent proposer des fluides de fracturation « écologiques ». En novembre 2010, la compagnie gazière Halliburton, l'une des plus importantes du secteur, a annoncé la création d'un fluide de fracturation basé uniquement sur des composés utilisés par l'industrie agroalimentaire. D'autres acteurs importants du secteur, Flotek Industries et Baker Hughes ont aussi déclaré faire des tests et rechercher des alternatives, comme utiliser des produits biodégradables et remplacer les composés dérivés du pétrole par des équivalents minéraux.

IV. La problématique environnementale

L'exploitation des gaz de schistes, si elle permet d'espérer un changement radical de la donne énergétique et suscite l'engouement, est aussi au centre d'une polémique environnementale complexe. En réalité, plus que l'exploitation des gaz de schistes, c'est la pratique de la fracturation hydraulique qui est le centre du débat public. Les problèmes environnementaux suspectés d'y être associés sont multiples et potentiellement sérieux, en particulier à cause de l'utilisation importante des ressources en eau pour la fracturation hydraulique.

1. L'impact sur les réserves d'eau potable

L'eau est un composant essentiel du fluide de fracturation. Afin d'atteindre une pression suffisante au sein du puits, il est nécessaire d'utiliser de grandes quantités de fluide, ce qui représente typiquement une consommation de l'ordre de 10.000 à 15.000 mètres cubes d'eau par puits - environ une année de consommation moyenne pour une centaine de personnes. Des dizaines de milliers de puits sont forés chaque année aux Etats-Unis, et cela représente une consommation d'eau douce importante. Cette situation inquiète les autorités locales quant à la disponibilité en eau douce, particulièrement dans des régions qui manquent déjà d'eau – notamment dans les états à l'Ouest des Etats-Unis comme le Wyoming, où l'eau dédiée à l'exploitation des gaz de schistes entre en compétition avec l'approvisionnement en eau potable.

Afin de permettre l'extraction du gaz, il est nécessaire de récupérer au préalable le fluide de fracturation du puits. Cette récupération est limitée dans le procédé actuel, et en moyenne environ 30 à 40% du fluide de fracturation reste au sein de la formation. Cette eau contaminée se retrouve bloquée à un niveau plus profond que celui des nappes phréatiques, et il est en principe géologiquement impossible que cette eau remonte vers la surface et contamine les nappes phréatiques – l'empilement de couches géologiques différentes assurant l'étanchéité. Cette eau devient alors irrécupérable.

De plus, l'eau récupérée du puits ne peut pas être réutilisée pour l'exploitation d'un deuxième puits. En effet, au cours de la fracturation le fluide absorbe de nombreux sels qui modifient les propriétés du fluide ; ainsi, utiliser à nouveau le fluide « usagé » risquerait d'entraîner l'obstruction des tubes ou des failles. Le fluide usagé n'est plus utilisable tel quel, il est considéré comme un déchet toxique, et doit être traité comme tel.

2. La contamination des réserves en eau potable

Outre la consommation d'eau, la question qui est la plus débattue concerne le risque de contamination des ressources en eau. Trois types de situations pourraient entraîner une contamination : des fuites de méthane vers les nappes phréatiques, une fuite du fluide de fracturation dans le puits, ou un accident en surface.

a) Contamination par fuite de méthane

Le tubage réalisé dans le puits permet en théorie d'assurer son étanchéité et d'éviter les fuites tout au long de son exploitation. En pratique, il est cependant difficile de contrôler l'étanchéité parfaite du puits sur toute sa longueur et tout au long de son exploitation. Dans le cas des gaz de schistes, ce constat se vérifie d'autant plus que les spécificités requises pour les gaz de schistes (forage de grande profondeur et horizontal) rendent la tâche plus complexe. En particulier, les très fortes pressions nécessaires à la fracturation hydraulique peuvent contribuer à révéler des faiblesses structurelles dans la construction du puits.

Dans ce cas, il est possible qu'une partie du méthane remontant dans le puits fuite vers les nappes phréatiques et contamine l'eau potable (cf. partie IV. 5. b.). Bien qu'il existe peu d'études sur le sujet, l'absorption de méthane présent dans l'eau potable n'est pas considérée comme dangereux pour la santé, et la concentration de méthane en solution n'est pas réglementée. Cependant, le potentiel inflammable du gaz peut rendre l'eau dangereuse, pouvant mener à des incendies ou des explosions. Par ailleurs, la diffusion du gaz lors de l'utilisation de l'eau domestique peut mener à des asphyxies.

L'exploitation des gaz de schistes et la fracturation hydraulique entraînent nécessairement des fuites de méthane dans l'atmosphère. Bien que cela soit difficile à quantifier, ces fuites peuvent représenter des quantités significatives de gaz et avoir un impact environnemental important (cf. partie IV. 5. c.).

b) Contamination par fuite du fluide de fracturation

Les représentants de l'industrie reconnaissent que l'apparition de ce type d'accident dépend directement de la qualité du tubage réalisé dans le puits, il s'agit d'un problème inhérent à la pratique du forage gazier ou pétrolier. Ils rejettent en revanche la possibilité que des cas de contamination puissent être directement liés à la pratique de la fracturation hydraulique. En effet, grâce aux précautions prises et à la grande profondeur à laquelle la fracturation est réalisée, il serait impossible que le fluide de fracturation et les produits chimiques qu'il contient contaminent les sources d'eau potable. Au sein du débat public qui prend forme, les représentants de l'industrie et certains élus insistent sur l'importance d'éviter l'amalgame dans l'esprit du public entre l'exploitation du gaz naturel, qui nécessite de la réalisation de forages - une pratique lourde et aux impacts environnementaux importants - et la pratique de la fracturation hydraulique, considérée comme sans danger.

c) Contamination par accident en surface

Plusieurs incidents liés à la fracturation hydraulique ont eu lieu en Pennsylvanie, notamment un déversement accidentel de produit le 19 avril 2011. Probablement à cause d'un défaut au sein du puits, le fluide de fracturation est remonté soudainement à la surface et près de 40 m³ se sont déversés dans un point d'eau et sur des terres environnantes. L'accident fait actuellement l'objet d'une enquête par le département de l'environnement de l'état de Pennsylvanie, et a conduit le gouvernement de Pennsylvanie à lancer une évaluation de la pratique de la fracturation hydraulique au sein de l'état.

3. Le traitement des déchets

Les produits chimiques ne composent qu'une faible part en volume du fluide de fracturation (cf. partie III. 3.). Cependant, à cause des grandes quantités de fluide nécessaire pour fracturer un puits, les volumes de produits chimiques utilisés sont significatifs. Ainsi, l'exploitation d'un puits typique nécessite environ 10.000 m³ d'eau, ce qui représente près de 50 m³ de produits chimiques. Une fois la fracturation effectuée au sein du puits et le fluide récupéré, il convient de se débarrasser de ces importants volumes d'eau contaminés par des produits chimiques, de manière sûre et respectueuse de l'environnement.

Pour cela, des pratiques différentes sont employées selon les environnements et les réglementations en vigueur dans l'état. L'une d'entre elles consiste à réinjecter le fluide de fracturation usagé dans le puits, une fois l'exploitation terminée. L'injection doit se faire en profondeur et au sein d'une formation aquifère se trouvant entre deux couches imperméables, afin d'empêcher la remontée du fluide vers la surface et les sources d'eau. Néanmoins, il est difficile d'obtenir des informations sur le devenir de cette eau contaminée une fois sous terre, notamment en cas d'activité géologique tels que des séismes. Cette pratique est couramment utilisée au sein de la formation schisteuse Barnett, au Texas (cf. partie II. 3.).

Une méthode alternative consiste à entreposer le fluide usagé dans des bassins à l'air libre, et de laisser s'évaporer l'eau. Une fois l'opération accomplie, les résidus solides sont récoltés (sables, sels, etc.) et

traités comme des déchets solides. Cette méthode implique un contrôle rigoureux des bassins, par exemple pour s'assurer de leur étanchéité et pour éviter les déversements dans les terres environnantes. Cette méthode est plus adaptée lorsque le site du puits n'est pas situé à proximité d'une zone habitée ou écologiquement sensible. Si cette pratique est efficace dans les climats chauds et secs comme les déserts du Sud-ouest des Etats-Unis, elle est peu utile dans la région des Appalaches, où le climat est plus humide.

Au sein de la formation Marcellus (Appalaches), c'est le retraitement de l'eau usagée qui est préférée. Le fluide est amené par camions citernes à des stations d'épuration, où l'eau est traitée puis réintroduite dans le circuit d'eau potable, notamment dans les rivières. Cette pratique, courante en Pennsylvanie mais encadrée ou interdite dans d'autres états, est néanmoins très controversée. Dépolluer les eaux usées des dizaines de produits chimiques présents au sein du fluide est un procédé difficile – d'autant plus que la composition exacte du fluide n'est pas toujours connue en détail, et les stations de traitement sont rarement adaptées pour traiter des produits tels que des saumures ou des solides dissous. Ainsi, les rejets mal traités des stations d'épuration peuvent affecter la qualité de l'eau en aval, à tel point que le Département de la Protection de l'Environnement de Pennsylvanie a demandé aux industriels de mettre fin à cette pratique. En particulier, le bassin de la rivière Delaware - commune aux états frontaliers du Delaware, du New Jersey, de New York et de Pennsylvanie - qui alimente en eau potable les villes de Philadelphie et de New York est particulièrement menacé par cette pollution.

De plus, des éléments radioactifs et des métaux lourds sont parfois présents dans la roche. Lors de la fracturation de la roche, des éléments très solubles dans l'eau comme l'uranium ou le radium peuvent se détacher et contaminer le fluide de fracturation. Dans ce cas, le traitement du fluide est très difficile et il peut arriver que ces éléments se retrouvent dans les rivières, où ils peuvent présenter un danger pour la consommation d'eau potable. En Pennsylvanie, il a été signalé plusieurs cas de fluide de fracturation usagé présentant des niveaux élevés de radioactivité, jusqu'à plusieurs centaines de fois au-dessus des limites autorisés par la loi fédérale. Bien que la radioactivité soit supposée diminuer lorsque les fluides traités sont dilués, la plupart des cours d'eau en aval des centres de traitement n'ont pas fait l'objet de mesures depuis des années, soit avant le développement rapide de l'exploitation des gaz de schistes au sein de la formation Marcellus.

Dans un souci d'économie et d'amélioration de leur impact environnemental, plusieurs compagnies ont annoncé travailler à l'élaboration de procédés permettant de recycler une partie du fluide de fracturation usagé. Ces technologies semblent prometteuses, mais ne sont pas encore utilisées à l'échelle commerciale.

4. Autres impacts environnementaux

L'exploitation des gisements de gaz de schistes et la réalisation de la fracturation hydraulique nécessitent l'acheminement de matériel lourd (foreuse, derrick, etc.) et d'importants volumes d'eau et de sable jusqu'au puits. L'exploitation des gaz de schistes ayant principalement lieu dans des zones rurales reculées comme l'ouest de la Pennsylvanie, ces matériaux doivent être amenés sur site par camion. Au total, l'exploitation d'un puits peut nécessiter jusqu'à 4000 allers-retours de camions. Les

infrastructures routières locales ne sont souvent pas adaptées pour accueillir un tel trafic, ce qui peut conduire à des dégradations, des accidents et des nuisances pour les populations locales (bruit, poussières, etc.).

Un problème potentiel pourrait donc être la pollution atmosphérique qui résulte de l'exploitation des puits, et plus particulièrement l'apparition de « smog ». Outre les fuites de méthane du puits qui contribuent à l'effet de serre, les machineries puissantes (compresseur, pompe, etc.) fonctionnant en majorité au diesel et les nombreux camions contribuent à dégrader la qualité de l'air dans la région du puits. Si l'impact d'un seul puits est minime, le forage de plusieurs milliers de puits dans la même région peut affecter significativement la qualité de l'air. Ce problème a déjà été observé dans l'Ouest, notamment dans la région du bassin Uintah (Utah/Wyoming) où les milliers de puits forés au cours de la dernière décennie ont conduit à la présence d'un smog comparable à ceux des grandes villes de Californie.

Il existe enfin une interrogation sur un lien possible entre la pratique de la fracturation hydraulique et un renforcement de l'activité sismique dans la région d'exploitation. La situation en Arkansas a conduit à s'interroger à ce sujet : la fracturation de puits aurait déclenché des vagues de mini-séismes de faible magnitude - moins de 5 sur l'échelle de Richter. En conséquence, les autorités de l'état ont décrété en janvier 2011 un moratoire interdisant pour 6 mois la pratique sur les nouvelles installations. Malgré une baisse sensible des tremblements de terre par la suite, une relation de cause à effet n'est pas scientifiquement prouvée. Les effets de la fracturation sur l'activité sismique locale sont difficiles à déterminer et les impacts dépendent de nombreux facteurs propres à la configuration de la région, comme la géologie, le relief ou la présence de constructions.

5. Les études scientifiques

Plusieurs études scientifiques concernant l'impact environnemental de la fracturation hydraulique ont été menées au cours de ces dernières années. La plupart de ces études proviennent d'universités et sont souvent accusées d'être partisans, notamment dans un sens défavorable à la pratique.

a) L'EPA conclut à l'innocuité de la fracturation hydraulique

Une étude sur l'impact environnemental de la fracturation hydraulique avait été réalisée par l'Agence de Protection de l'Environnement (EPA) entre 2000 et 2004. L'agence a conduit un sondage auprès des autorités responsables de l'encadrement des pratiques minières au sein des administrations locales, dans le but d'évaluer l'impact de la fracturation hydraulique lors de l'exploitation du gaz de charbon (cf. Partie II. 1.) et de recueillir les bonnes pratiques. L'étude a établi que le fluide de fracturation utilisé est en majorité retiré du puits une fois l'exploitation terminée, que la quantité restante dans le sous-sol reste emprisonnée dans les couches de roche et que les produits chimiques sont susceptibles de se dégrader ou de se diluer naturellement. De plus, aucun accident de contamination de l'eau n'a été mis en évidence. Se basant sur ces observations, l'étude a conclu que la fracturation hydraulique présentait « peu ou pas de danger » de contamination de l'eau potable et que « des études supplémentaires ne

sont pas nécessaires ». Elle a cependant conclu que l'usage de diesel dans le fluide de fracturation était à proscrire.

Cette étude a depuis fait l'objet de nombreuses critiques. En particulier, le cadre de l'étude est limité au gaz de charbon et les formations de schistes sont géologiquement très différentes, notamment à cause d'une profondeur plus importante et d'une accessibilité réduite. Ceci a conduit le directeur de la division recherche et développement et directeur adjoint de l'EPA Paul Anastas lors d'une audition au Congrès à qualifier l'étude de 2004 de « non pertinente » en ce qui concerne l'usage de la fracturation hydraulique dans les formations de schistes. De même, l'agence n'avait pas étudié la pratique du forage et de la fracturation horizontale, des pratiques relativement récentes à l'époque. Il a aussi été reproché à l'agence de ne pas avoir effectué ses propres mesures au sein de puits d'eau, et de s'être reposée sur de tierces parties. Enfin, des allégations de conflits d'intérêt ont été formulées à l'encontre de 5 des 7 personnes chargées de vérifier l'étude, notamment à l'encontre d'une personne qui aurait été employé de la société Halliburton, un acteur majeur de l'exploitation des gaz de schistes aux Etats-Unis.

Afin de répondre aux interrogations soulevées par le développement rapide de la pratique et aux critiques adressées à l'étude de 2004, l'EPA a annoncé en mars 2010 la réalisation d'une autre étude sur l'impact environnemental de la fracturation hydraulique lors de l'exploitation des gaz de schistes. Mandatée par le Congrès, elle étudiera les impacts potentiels sur l'eau potable lors de l'exploitation des gaz de schistes. Début février 2011, l'EPA a annoncé vouloir étudier l'ensemble du cycle de vie de l'eau utilisée pour la fracturation hydraulique, et non pas uniquement les impacts directs. Cette décision a déclenché une forte opposition de la part des représentants de l'industrie. Un rapport préliminaire comportant les premières conclusions de l'étude devrait être disponible fin 2012 et le rapport final en 2014.

b) Une relation entre exploitation des gaz de schistes et contamination des sources d'eau

Une étude réalisée par des chercheurs de l'université de Duke (Caroline du Nord) parue dans *Proceedings of National Academy of Sciences* établit un lien entre l'exploitation des gaz de schistes et une contamination des sources d'eau à proximité des puits (Osborn et al., 2011). Se basant sur des tests effectués sur 68 puits d'eau potable au sein des formations Marcellus et Utica (Pennsylvannie et de New York), l'étude établit l'existence une relation entre la proximité d'un puits de gaz et la concentration de méthane dissous dans l'eau. La concentration en gaz dissous est en moyenne 17 fois plus importante dans une zone d'extraction – à moins de 1 km d'un puits de gaz - que dans une zone d'inactivité, et dépasse largement le seuil d'alerte et de réduction de risque recommandé par le Département de l'Intérieur (DoI). De plus, en analysant le type de gaz, l'étude montre aussi que le gaz dissous dans les sources d'eau potable correspond au gaz provenant des formations de schiste et non pas à du gaz biogénique, issu de la décomposition de matière organique et naturellement présent dans l'eau.

L'étude identifie des fuites de gaz dans le tubage des puits comme étant la cause la plus probable de contamination des sources d'eau. Cependant, une migration naturelle au sein des couches rocheuses n'est pas à exclure, la région étudiée étant géologiquement active, avec un réseau de failles naturelles

existant dans la roche. En revanche, il n'a pas été trouvé de preuves que des produits chimiques utilisés lors de la fracturation puissent migrer vers les sources d'eau, et cette hypothèse est considérée comme peu probable. L'équipe de recherche appelle néanmoins à plus de recherche sur la question, à la collecte de données de référence avant exploitation ainsi qu'à un renforcement de la réglementation pour rassurer le public.

c) La propreté du gaz par rapport au charbon incertaine

L'un des principaux arguments en faveur de l'exploitation des gaz de schistes réside dans le fait que la combustion du gaz naturel émettrait moitié moins de Gaz à Effet de Serre (GES) que le charbon.

S'il est avéré que la combustion du gaz émet moins de GES, les fuites de méthane dans l'atmosphère qui surviennent au cours de l'exploitation d'un puits sont souvent insuffisamment prises en compte dans le calcul de l'empreinte carbone des gaz de schistes. Le méthane est un puissant GES, avec un potentiel de réchauffement 21 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone. Cependant, le méthane dans l'atmosphère se dégrade progressivement et ce potentiel diminue dans le temps ; l'impact en termes de GES dépend de la période de temps pendant laquelle on le considère « actif ». Plusieurs modèles sont utilisés : alors que l'EPA calcule l'impact du méthane sur une période de 100 ans, une étude récemment publiée dans le journal *Climate Change Letters* procède différemment et arrive à une conclusion qui remet en cause la moindre pollution supposée de ce gaz.

L'équipe du professeur Robert Howarth de l'Université de Cornell (New York) a entrepris de mesurer les émissions de méthane provenant des puits de gaz de schistes et d'évaluer leur impact en termes de GES (Howarth et al., 2011). Au cours de l'exploitation d'un puits, les fuites de méthane dans l'atmosphère représentent entre 3,6% et 7,9% de la production totale. Ces fuites surviennent principalement lors de la récupération du fluide, après l'opération de fracturation. L'ampleur de ces émissions de méthane est de 30% à 100% plus importante que celles survenant lors de l'exploitation du gaz conventionnel. Considérant que son potentiel de réchauffement s'opère majoritairement à court terme, l'étude privilégie l'analyse de l'impact du méthane sur 20 ans. Sur cette période, l'impact du gaz de schistes est 20% plus important que celui du charbon ; sur 100 ans, il est pratiquement égal.

Les auteurs reconnaissent que le manque de données disponibles limite la portée des conclusions de leur étude. Néanmoins, celle-ci témoigne du besoin d'obtenir des informations complémentaires sur le sujet, afin de vérifier l'hypothèse de la « propreté » relative des gaz de schistes et de s'assurer que leur exploitation ne contribue pas à augmenter l'intensité carbone du secteur de l'énergie.

A l'heure actuelle, malgré l'actualité médiatique qui entoure l'exploitation des gaz de schistes et les prises de position sur le sujet, il n'existe pas de consensus scientifique aux Etats-Unis sur la question de l'impact environnemental de la fracturation hydraulique. Cette situation ne contribue pas à clarifier un débat public complexe et passionné. L'émergence du débat et l'inquiétude croissante du public souligne l'importance d'obtenir plus d'informations sur ce sujet, et la nécessité que celles-ci soient reconnues comme fiables et impartiales.

V. La réglementation de la fracturation hydraulique

La réglementation de la fracturation hydraulique au niveau fédéral est très limitée, et il revient plutôt aux états fédérés d'établir leur propre législation en la matière. Selon le poids de l'industrie gazière dans l'économie locale, le potentiel en termes d'exploitation des gaz de schistes et l'opinion publique, les états choisissent d'encadrer la pratique différemment. Cependant, le besoin de développer une législation spécifique à la fracturation hydraulique semble s'affirmer. Devant l'inquiétude grandissante du public, les industriels considèrent qu'un renforcement des contraintes réglementaires à terme est inévitable, bien que la manière de réglementer cette pratique soit un sujet hautement polémique, en particulier sur le rôle que doit jouer l'état fédéral.

1. La fracturation hydraulique, faiblement réglementée au niveau fédéral

Lors du vote de la loi sur la politique énergétique (*Energy Policy Act*) de 2005, une disposition concernant spécifiquement la fracturation hydraulique a été adoptée. Celle-ci exempte la pratique et ses produits de toute obligation vis-à-vis de la loi de protection de l'eau potable (*Safe Drinking Water Act*). Ainsi, la fracturation hydraulique n'est pas concernée par l'interdiction d'injecter en sous-sol des produits qui pourrait rendre dangereuse les sources d'eau potable en y introduisant des contaminants néfastes à la santé humaine. En pratique, cela empêche l'EPA de réglementer pour des questions de contamination de l'eau souterraine, ainsi que de pouvoir analyser l'impact sur la santé et l'environnement des produits de la fracturation hydraulique. Cette disposition est surnommée « l'exemption d'Halliburton » (*Halliburton loophole*) par ses détracteurs, qui l'accuse d'avoir été rédigée pour correspondre aux intérêts des compagnies gazières, notamment grâce à l'action de lobbying auprès du Congrès de la société Halliburton, aidée par les conclusions de l'étude de l'EPA de 2004 (cf. partie IV. 5. a.).

Cette disposition limite fortement les pouvoirs de réglementation de l'état fédéral sur la pratique de la fracturation hydraulique. Cependant, il existe un cas de figure où l'EPA a conservé la possibilité de réglementer la fracturation hydraulique sous le *Safe Drinking Water Act* : l'utilisation de diesel comme composé du fluide de fracturation. Lors de l'élaboration de la loi sur l'énergie, un compromis avait été signé entre l'EPA et Halliburton, BJ Services et Schlumberger - les trois compagnies responsables de la majorité des forages à l'époque, où ces dernières s'engageaient à ne plus utiliser de diesel lors de leurs opérations. Cet accord passé, l'EPA n'a pas manifesté d'intention de réguler sur cette question jusqu'à la fin 2010, après qu'une enquête parlementaire ait montrée que 121 millions de litres de diesel avaient été utilisés pour des fracturations. Bien que cette pratique reste marginale, il s'agit d'une question polémique.

L'EPA dispose aussi de l'autorité pour participer à des investigations fédérales lors d'accidents liés à la fracturation hydraulique, comme elle l'a fait lors du déversement accidentel de fluide survenu en Pennsylvanie en avril 2011. Enfin, l'agence envisage la possibilité d'utiliser d'autres lois environnementales pour réglementer la fracturation hydraulique, comme la loi sur la protection de l'eau

(*Clean Water Act*), la loi sur les déchets toxiques (*Resource Conservation and Recovery Act*) et la loi sur la protection de l'air (*Clean Air Act*), bien que cela reste complexe et sujet à caution.

Deux propositions de lois complémentaires ont été introduites au Congrès, dans le but de supprimer l'exemption de la loi sur l'énergie et d'obliger les compagnies à rendre publique - préalablement à l'exploitation - la liste des produits chimiques qui composent le fluide de fracturation. Portant le nom de « loi pour la fracturation responsable et la connaissance des produits chimiques » (*FRAC Act*), elles ont échoué lors de la législature précédente et ont été réintroduites courant mars 2011. Compte tenu du climat politique très partisan au Congrès et de la forte opposition de l'industrie, des républicains et de certains démocrates à plus de régulation fédérale en la matière, il est peu probable qu'elles aboutissent au sein du Congrès actuel. De plus, la désignation du gaz de schistes par le président Obama comme un sujet de compromis avec ses opposants n'incite pas l'administration à appeler à une plus forte réglementation fédérale (cf. partie VI. 3.). Cependant, l'inquiétude croissante du public et les résultats de l'étude en cours de l'EPA pourraient contribuer à changer la situation.

A l'heure actuelle, la réglementation de la fracturation hydraulique relève largement des états fédérés. En particulier, ils ont l'autorité pour délivrer des permis d'exploitation et doivent encadrer de nombreuses opérations comme la construction et l'exploitation des puits, la prévention de la pollution industrielle ou la sécurité des installations. Bien que son étendue et ses priorités varient grandement d'un état à l'autre, il se dégage néanmoins la nécessité de faire évoluer la réglementation pour un traitement spécifique de la fracturation hydraulique.

2. Rendre publique la composition du fluide de fracturation, une tendance au niveau des états

Dévoiler la liste des produits chimiques utilisés au préalable à la fracturation hydraulique (*disclosure*) est une tendance forte de l'évolution de la réglementation des états fédérés. En effet, les autorités locales concernées par la pratique et les groupes environnementaux ont identifié plus de 600 produits chimiques susceptibles d'être utilisés dans l'exploitation des gaz de schistes, mais ils n'ont aucune certitude que cette liste soit complète ou précise. L'obligation de rendre publique la liste des composés apparaît peu à peu comme un minimum indispensable pour pouvoir confirmer que la fracturation hydraulique ne présente pas de danger de contamination des sources d'eau potable.

A l'heure actuelle, cinq états ont pris de telles mesures, mais seul l'état du Texas a choisi de légiférer sur le sujet. Les autorités de plusieurs états comme le Wyoming ou le Michigan avaient déjà adopté des réglementations similaires rendant obligatoire la déclaration publique de la composition du fluide de fracturation, mais c'est la loi récemment votée par le Texas qui devrait représenter une étape décisive du mouvement, à cause de son importance dans le secteur du gaz et de son expérience en la matière. D'autres états, comme la Californie, examinent actuellement de telles lois (cf. Figure 9).

Ces dispositions, qui ont pour but de rassurer le public quant à l'innocuité de la fracturation hydraulique, sont critiquées comme étant trop permissives en faveur des industriels. Dans la plupart des cas, l'obligation de déclaration n'inclut pas les composés propriétaires – dont la propriété intellectuelle est

détenue par une entreprise - ou ne concerne que les produits reconnus dangereux, donnant la possibilité aux exploitants de ne pas dévoiler l'intégralité de la composition du fluide s'ils estiment que certains composés relèvent du secret industriel.

Les industriels sont dans l'ensemble opposés à la déclaration publique obligatoire, arguant que la composition du fluide de fracturation est un secret industriel et le fruit de coûteux investissements en recherche et développement, et que la rendre publique représenterait un frein à la compétitivité des entreprises du secteur. Cependant, prenant note de la tendance actuelle, ils s'organisent afin d'accompagner le mouvement, préférant agir de façon volontaire que sous la contrainte de la législation. Par exemple, les compagnies gazières sont de plus en plus nombreuses à fournir des informations au site internet fracfocus.org, mis en place par des associations de législateurs des états fédérés. Sur ce site ouvert au public, il est possible de localiser et de consulter la liste des produits utilisés, puits par puits.

Pour les défenseurs de l'environnement, si le principe de la déclaration publique obligatoire est souhaitable, la plupart des mesures actuelles laissent trop de liberté aux industriels, notamment en leur permettant de ne pas dévoiler au public les composés couverts par le secret industriel. Ils estiment que ceux-ci devraient au minimum être dévoilés aux autorités locales, et qu'il est nécessaire de mettre en place une base de données exhaustive et nationale.

Le Département de l'Intérieur (DoI) a annoncé en Décembre 2010 qu'il entendait élaborer un règlement pour obliger les compagnies gazières à dévoiler la composition du fluide de fracturation lorsqu'elles opèrent sur des terres fédérales. Le gouvernement fédéral s'inspirera sûrement des bonnes pratiques au niveau des états.

3. Des mesures d'opposition à la fracturation hydraulique

A l'inverse de ce mouvement d'encadrement, certaines autorités locales ont préféré prendre des actions pour empêcher l'utilisation de la fracturation hydraulique et tenter de freiner l'exploitation des gaz de schistes.

On constate une forte opposition à la fracturation hydraulique dans des états qui ne sont pas des états traditionnellement « miniers » - principalement les états du Nord-est, comme la Pennsylvanie ou New York, alors que celle-ci est moindre dans les états du Sud et du Midwest comme le Texas, l'Arkansas ou la Virginie Occidentale. Plusieurs localités comme New York City, Pittsburgh, Philadelphie et plusieurs petites villes du nord-est et du Texas ont adopté au cours de l'année passée des moratoires temporaires interdisant l'utilisation de la fracturation hydraulique sur leurs territoires. Dans la plupart des cas, il s'agit de mesures symboliques, puisque les projets de forages sont localisés très majoritairement dans des zones rurales et reculées. Dans le cas des communes rurales, l'afflux d'investissements qu'apporte l'industrie dans ces zones souvent en difficulté fait qu'il est politiquement difficile de maintenir ces restrictions dans la durée. Les détracteurs répondent à l'argument économique en affirmant que les emplois promis par les entreprises, notamment ceux touchant spécifiquement au forage ou à la fracturation hydraulique, sont en partie créés dans d'autres états comme le Texas, où se trouvent des

spécialistes ayant de l'expérience dans ce domaine. Néanmoins, d'autres emplois sont nécessairement créés sur place, notamment ceux liés à l'infrastructure développée pour l'exploitation.

Certains états fédérés ont choisi d'aller plus loin et de mettre en place un moratoire à l'échelle de l'état (cf. Figure 9). Fin 2010, l'état de New York a adopté une interdiction temporaire de la fracturation au sein des forages horizontaux jusqu'en Juillet 2011, en attendant de réaliser une étude complète sur la pratique et d'élaborer une réglementation spécifique. A l'approche de la date de la fin du moratoire, celle-ci pourrait être repoussée d'un an jusqu'en juin 2012 ou devenir permanent. De façon similaire, l'Assemblée et le Sénat de l'état du New Jersey ont adopté un moratoire symbolique sur la fracturation hydraulique, qui entrera en vigueur si le gouverneur signe la proposition de loi.

L'état de New York a récemment attaqué en justice l'état fédéral, lui reprochant de ne pas avoir réalisé une étude d'impact environnemental sur les effets de la fracturation hydraulique dans la région du bassin de la rivière Delaware, comme l'oblige la loi *National Environmental Policy Act* (NEPA). Bien qu'il ne soit pas clair que cette action en justice puisse aboutir – la loi NEPA ne s'applique qu'au gouvernement fédéral et celui-ci n'est qu'une des cinq entités qui siègent à la Commission du Bassin de la Rivière Delaware - cette action marque une injonction directe d'un état envers le gouvernement d'agir sur la question.

Etat	Arkansas	Californie	Michigan	New Jersey	New York	Pennsylvanie	Texas	Wyoming
Type de réglementation	Déclaration publique de la composition du fluide de fracturation	Déclaration publique de la composition du fluide de fracturation	Déclaration publique de la composition du fluide de fracturation ; déclaration de la quantité d'eau utilisée et récupérée après fracturation	Interdiction de la fracturation hydraulique	Moratoire sur la fracturation hydraulique au sein des puits horizontaux	Déclaration publique de la composition du fluide de fracturation	Déclaration publique de la composition du fluide de fracturation	Déclaration publique de la composition du fluide de fracturation
Composés concernés	Tous sauf ceux couverts par le secret industriel	Tous	Tous sauf ceux couverts par le secret industriel	-	-	Uniquement les composés reconnus dangereux	Tous sauf ceux couverts par le secret industriel	Tous sauf ceux couverts par le secret industriel
Type de mesure	Mesures administratives	Proposition de loi	Mesures administratives	Proposition de loi	Décret du gouverneur	Mesures administratives	Loi	Mesures administratives
Etat d'avancement	Adoptées en Décembre 2010 par la Oil & Gas Commission	Validée par l'Assemblée début Juin 2011 et en cours d'examen au Sénat	Annoncées par le service responsable de la protection environnementale de l'état, entrées en vigueur le 22 Juin 2011	Validée par le Sénat (Mars 2011) et l'Assemblée (Juin 2011), en attente de signature du gouverneur	Moratoire actif jusqu'en Juillet 2011, proposition de loi pour le prolonger jusqu'en juin 2012 validée par l'Assemblée	Règles mises à jour en Octobre 2010	Adoptée le 17 Juin 2011, entrée en vigueur le 1er Septembre 2011, sujette à modification jusqu'en 2013	Adoptées en Septembre 2010 par la Oil & Gas Conservation Commission

Figure 9. Réglementation de la fracturation hydraulique au sein des principaux états. Adapté de plusieurs sources (cf. Bibliographie).

VI. Un changement de la politique énergétique des Etats-Unis

1. Les gaz de schistes, une « ressource de transition »

Plusieurs éléments permettent d'envisager un développement accru de l'exploitation des gaz de schistes dans les années à venir. Parmi ceux-ci, le bénéfice économique résultant de l'accès à une énergie bon marché et aux réserves considérables, la possibilité de réduire la dépendance énergétique aux pays producteurs de pétrole, et la réduction de l'intensité carbone de l'économie sont régulièrement cités.

Le gaz naturel est considéré comme la plus propre des énergies fossiles, sa combustion libérant moitié moins de gaz à effet de serre comparé à la même quantité de charbon, et beaucoup moins de polluants atmosphériques et de substances toxiques comme le mercure ou les particules. Grâce à son faible coût et sa grande disponibilité, le charbon a toujours occupé une place primordiale dans le domaine de l'énergie aux Etats-Unis – il représente actuellement près de 45% de la production d'électricité. La disponibilité de gaz naturel bon marché pourrait changer cette situation et lui permettre de supplanter assez rapidement le charbon comme source d'énergie principale. Ainsi, cela contribuerait à réduire l'intensité carbone de la production d'électricité et pourrait amener une baisse des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), tout en maintenant bas le prix de l'électricité. De l'avis de ses promoteurs, le gaz de schistes pourrait agir comme une « ressource de transition » (*bridge fuel*), en attendant que le développement des énergies renouvelables soit suffisamment avancé pour prendre le relais.

2. Une stratégie aux effets environnementaux indésirables ?

Cependant, cette stratégie peut amener certains problèmes. Tout d'abord, l'hypothèse selon laquelle l'exploitation du gaz naturel émet moins de GES que celle du charbon manque de données pour être vérifiée, et ne fait pas l'unanimité (cf. partie IV. 5.). Si le gaz de schistes est amené à devenir une « ressource de transition » vers une production d'énergie peu carbonée, il est essentiel de s'assurer qu'il s'agit bien d'une ressource plus « propre » que le charbon, afin de ne pas annuler les efforts de réduction des émissions des GES.

Le gaz naturel n'est pas une ressource nouvelle aux Etats-Unis, il représente actuellement environ 23% de la production d'électricité. Il bénéficie d'une infrastructure relativement bien développée, d'un savoir-faire industriel important et d'une familiarité des utilisateurs. Cependant, pour développer le gaz naturel et supprimer progressivement le charbon, des investissements massifs seront nécessaires, en particulier dans la production et l'infrastructure de distribution. La durée de vie des centrales électriques étant en moyenne de 40 à 50 ans aux Etats-Unis, il existe un risque de « verrouillage technologique » (*technological lock-in*) en faveur du gaz naturel, à cause des longues périodes de temps nécessaires pour rentabiliser les investissements. Cela risque de se faire au détriment du développement des énergies renouvelables, qui doivent à terme prendre le relais du gaz naturel. De plus, l'accès à une énergie fossile

bon marché risque de repousser le moment où celles-ci atteindront la « parité réseau » (*grid parity*) - le prix de production permettant d'être économiquement compétitif avec les énergies fossiles, ce qui est une condition indispensable pour assurer un développement significatif.

3. Un sujet de compromis politique

Aux Etats-Unis, l'énergie est un sujet très politisé et souvent partisan, et le gaz naturel pourrait permettre de dégager un certain compromis dans ce domaine. Lors de son discours sur l'état de l'Union en Janvier 2011, le président Obama a mis en avant le développement des gaz de schistes comme une voie de compromis pour aider à une transition vers les énergies « propres », et a proposé la création d'un objectif énergie propre (*Clean Energy Standard*, CES). L'objectif annoncé est d'atteindre une part de 80% d'énergie propre dans la production d'électricité d'ici 2035, en incluant le gaz naturel, le nucléaire et le « charbon propre » aux côtés des énergies renouvelables. Un CES sous cette forme conduirait à entériner l'importance du développement des gaz de schistes. Plusieurs représentants et sénateurs de deux parties ont exprimé leur désir de travailler à la réalisation d'un CES. Cependant, à cause du climat très partisan du Congrès actuel, l'élaboration d'un CES sera sans doute une tâche très difficile qui nécessitera de nombreux compromis.

Bibliographie

Sources du texte

“Annual Energy Outlook 2011” – U.S. Energy Information Administration – 26/04/2011 - [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2011\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2011).pdf)

“What is tight gas?” – wisegeek.com - <http://www.wisegeek.com/what-is-tight-gas.htm>

“The good news about gas” – Foreign Affairs vol. 90 n°1 – DEUTCH John – Janvier/Février 2011 - <http://www.foreignaffairs.com/articles/67039/john-deutch/the-good-news-about-gas> (payant/par abonnement)

“NATURAL GAS: Mexico, Canada eye imports of US shale gas” – E&E Greenwire – GRONEWOLD Nathaniel – 11/03/2011 - <http://www.eenews.net/Greenwire/rss/2011/03/11/13>

“Hydrofracked ? One Man’s Mystery Leads to a Backlash Against Natural Gas Drilling” – ProPublica – LUSTGARTEN Abraham – 25/02/2011 - <http://www.propublica.org/article/hydrofracked-one-mans-mystery-leads-to-a-backlash-against-natural-gas-drill/page1>

“Halliburton announces ecofriendly fracking fluid, more disclosure” – The New York Times/E&E Greenwire – 15/11/2010 - <http://www.nytimes.com/gwire/2010/11/15/15greenwire-halliburton-announces-ecofriendly-fracking-flu-80875.html?partner=rss&emc=rss>

“Natural gas: Companies release eco-fracking fluids” – E&E Greenwire – 15/12/2010 - <http://www.eenews.net/Greenwire/rss/2010/12/15/7>

“In search of Green Fracking Fluids: Flotek, Tetra Technologies, Newpark” – Seeking Alpha – 31/03/2011 - <http://seekingalpha.com/article/261080-in-search-of-green-fracking-fluids-flotek-tetra-technologies-newpark>

“Water Resources and Natural Gas Production from the Marcellus Shale” – U. S. Geological Survey Fact Sheet – SOEDER Daniel, KAPPEL William – Mai 2009 – <http://pubs.usgs.gov/fs/2009/3032/pdf/FS2009-3032.pdf>

“Natural gas: Drilling’s effects on health, environment are worse than previously understood” – E&E Greenwire – 20/02/2011 - <http://eenews.net/Greenwire/2011/02/28/archive/10/>

“NATURAL GAS: Pa. regulator confident that fracking discharges will stop” – E&E Greenwire – 25/04/2011 - <http://www.eenews.net/Greenwire/rss/2011/04/25/11>

“Could Smog Shroud the Marcellus Shale’s Natural Gas Boom?” – The New York Times – NELSON Gabriel – 27/05/2011 - <http://www.nytimes.com/gwire/2011/05/27/27greenwire-could-smog-shroud-the-marcellus-shales-natural-3397.html?pagewanted=1>

“Arkansas quakes decline since hydrofracking injection wells were closed” – The Associated Press – 14/03/2011 - http://www.syracuse.com/news/index.ssf/2011/03/arkansas_quakes_decline_since.html

“NATURAL GAS: Pa. well leaks chemical-laced water into nearby creek” – E&E Greenwire – 21/04/2011 - <http://www.eenews.net/Greenwire/rss/2011/04/21/12> (par abonnement)

“National Primary Drinking Water Regulations” – U.S. Environmental Protection Agency - <http://water.epa.gov/drink/contaminants/index.cfm>

“Regulation Lax as Gas Wells’ Tainted Water Hits Rivers” – New York Times – URBINA Ian – 26/02/2011 - http://www.nytimes.com/2011/02/27/us/27gas.html?_r=3&pagewanted=all

“EPA Initiates Hydraulic Fracturing Study: Agency seeks input from Science Advisory Board” – EPA Press Releases – 18/03/2010 - <http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/e77fdd4f5afd88a3852576b3005a604f/ba591ee790c58d30852576ea004ee3ad!OpenDocument>

“EPA Wants to Look at Full Lifecycle of Fracking in New Study” - ProPublica – KUSNETZ Nicholas – 09/02/2011 - <http://www.propublica.org/article/epa-wants-to-look-at-full-lifecycle-of-fracking-in-new-study>

“NATURAL GAS: EPA pleases environs, irks industry with plans to study ‘life cycle’ of fracking” - E&E Daily – SORAGHAN Mike – 09/02/2011 - <http://www.eenews.net/EEDaily/rss/2011/02/09/2> (par abonnement)

“OIL AND GAS: Fracking study to face fire at Science hearing” – E&E Daily – SORAGHAN Mike – 09/05/2011 - <http://www.eenews.net/EEDaily/rss/2011/05/09/11> (par abonnement)

“Scientific Study Links Flammable Drinking Water to Fracking” - ProPublica – LUSTGARTEN Abraham - 09/05/2011 - <http://www.propublica.org/article/scientific-study-links-flammable-drinking-water-to-fracking/single#republish>

“Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing” – Proceedings of the National Academy of Sciences vol. 108 n°20 – OSBORN Stephen G., VENGOSH Avner, WARNER Nathaniel R., JACKSON Robert B. – Mai 2011 - <http://www.pnas.org/content/108/20/8172.full.pdf>

“More Reasons to Question Whether Gas is Cleaner Than Coal” – ProPublica – LUSTGARTEN Abraham – 12/04/2011 - <http://www.propublica.org/article/more-reasons-to-question-whether-gas-is-cleaner-than-coal>

“Methane and the greenhouse-Gas Footprint of Natural Gas from Shale Formations” – Climate Change Letters vol. 106 n°4– HOWARTH Robert W., SANTORO R., INGRAFFEA A. – Avril 2011 – pp. 679-690 - <http://www.springerlink.com/content/e384226wr4160653/fulltext.pdf>

“Climate Impacts of Shale Gas Development” - Department of Ecology and Evolutionary Biology, Cornell University - <http://www.eeb.cornell.edu/howarth/Marcellus.htm>

“Fracking Hazards Obscured by “Halliburton Loophole” – NewsInferno – 02/09/2010 - <http://www.newsinferno.com/health-concerns/fracking-hazards-obscured-by-halliburton-loophole/>

“NATURAL GAS: Fracking companies injected 32M gallons of diesel, House probe finds” – E&E News Greenwire – SORAGHAN Mike – 31/01/2011 - <http://www.eenews.net/eenewspm/2011/01/31/archive/1?terms=halliburton+loophole>

“NATURAL GAS : Fracking companies injected 32M gallons of diesel, House probe finds” – E&E News PM – SORAGHAN Mike - 31/01/2011 - <http://www.eenews.net/eenewspm/rss/2011/01/31/1> (par abonnement)

“NATURAL GAS: EPA starts work on diesel fracking guidance” – E&E Greenwire – SORAGHAN Mike - 29/04/2011 - <http://www.eenews.net/Greenwire/rss/2011/04/29/3> (par abonnement)

“Legislation introduced to close oil and gas loopholes in environmental laws” – NRDC Amy Mall’s Blog – MALL Amy – 21/04/2011 - http://switchboard.nrdc.org/blogs/amall/legislation_introduced_to_clos.html

“Fracking Disclosure Bill Advances in California State Legislature” – CommonDreams.org – Environmental Working Group – 06/06/2011 - <http://www.commondreams.org/newswire/2011/06/06-9>

“NATURAL GAS: Texas passes fracking disclosure law” – E&E Greenwire – 20/06/2011 - <http://www.eenews.net/Greenwire/rss/2011/06/20/9> (par abonnement)

“NATURAL GAS: Senate Democrat pushes for fracking disclosure, improved emergency response” - E&E News Daily – SORAGHAN Mike – 09/02/2011 - <http://www.eenews.net/EEDaily/rss/2011/02/09/6> (par abonnement)

“Fracking Disclosure Pursued on Different Fronts” – OMB Watch – 01/06/2011 - <http://www.ombwatch.org/node/11694>

“In Symbolic Move, Philadelphia Calls for Gas Drilling Ban” – ProPublica – KUSNETZ Nicholas – 28/01/2011 - <http://www.propublica.org/article/in-symbolic-move-philadelphia-calls-for-gas-drilling-ban>

“NATURAL GAS: N.Y. to sue U.S. for failing to study fracking impacts” – E&E Greenwire – GRONEWOLD Nathaniel – 31/05/2011 - <http://www.eenews.net/Greenwire/rss/2011/05/31/2>

Interview de Douglas Duncan, Associate Coordinator, Energy Resources Program, U. S. Geological Survey

Sources des Figures

- Figure 1 & 2 : Représentation des différents types de gaz naturel

“The geology of natural gas resources” - U.S. Energy Information Administration, *Today in Energy* - 14/02/2011 - <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=110>

- Figure 3 : Evolution des prix du gaz naturel entre 1976 et 2011

« Monthly U. S. Natural Gas Wellhead Price » - U. S. Energy Information Administration - <http://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9190us3m.htm> (version du 24/06/2011)

- Figure 4 : Carte des formations de schistes aux États-Unis

“Lower 48 states shale plays” – United States Shale Gas Maps - U.S. Energy Information Administration - http://www.eia.gov/oil_gas/rpd/shale_gas.pdf (version du 09/05/2011)

- Figure 5 : Composition de la production de gaz naturel

“Annual Energy Outlook 2011” – U.S. Energy Information Administration – 26/04/2011 - [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2011\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2011).pdf)

- Figure 6 : Schéma d'un puits utilisé pour l'exploitation des gaz de schistes (partie verticale)

“Anatomy of a Gas Well” – ProPublica – 26/04/2009 - <http://www.propublica.org/article/anatomy-of-a-gas-well-426>

- Figure 7 : Schéma du procédé de la fracturation hydraulique

“What is hydraulic fracturing?” - ProPublica – <http://www.propublica.org/special/hydraulic-fracturing-national>

- Figure 8 : Composition typique d'un fluide de fracturation

Hydraulic Fracturing Fact Sheet – Chesapeake Energy – April 2010 - http://www.chk.com/media/corpmmediakits/hydraulic_fracturing_fact_sheet.pdf

A Fluid Solution: Typical Solution Used in Hydraulic Fracturing – energyindepth.org - <http://www.energyindepth.org/frac-fluid.pdf>

Chapter 5 Natural Gas Development Activities And High-Volume Hydraulic Fracturing – DEC, NY - http://www.dec.ny.gov/docs/materials_minerals_pdf/ogdsgeischap5.pdf

“Le gaz de schistes – Son exploitation” – Jean-Paul Liégeois – 10/04/2011 - <http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBkQFjAA&url=http%3A%2F%2Ffaines-ruraux->

perigord.com%2FLe%2520gaz%2520de%2520schistes%2520%2520son%2520exploitation.pdf&ei=hk3NTf-nDtG3tgffuNiKDg&usg=AFQjCNFI7oxzb1sm-2QIWpGiq0dEQXE8gA

- Figure 9 : Réglementation de la fracturation hydraulique au sein des principaux états

“Texas requires disclosure of fracking fluid components” – Environment Toxic Torts Blog – LAWRENCE Robert – 22/06/2011 - <http://www.environmentaltoxictorts.com/2011/06/articles/fracking-2/texas-requires-disclosure-of-fracking-fluid-components/>

“Michigan sets new rules for natural gas drilling” - FuelFix – Associated Press – 26/05/2011 - <http://fuelfix.com/blog/2011/05/26/michigan-sets-new-rules-for-natural-gas-drilling/>

“NATURAL GAS: Calif. lawmakers propose to regulate unmonitored fracking” – E&E Greenwire – 07/06/2011 - <http://www.eenews.net/Greenwire/rss/2011/06/07/22> (par abonnement)

“California bill would reveal chemicals used in “fracking” process” – Los Angeles Times – 22/06/2011 - <http://latimesblogs.latimes.com/greenspace/2011/06/fracking-hydraulic-fracturing-california-oil-natural-gas-shale-wieckowski.html>

“New Jersey, Arkansas Latest States to take up Fracking Regulation” – NewsInferno – 18/03/2011 - <http://www.newsinferno.com/fracking/new-jersey-arkansas-latest-states-to-take-up-fracking-regulation/>

“NY assembly extends fracking ban for another year” – Reuters – WIESSNER Dan – 06/06/2011 - <http://www.reuters.com/article/2011/06/06/us-newyork-fracking-idUSTRE7556RR20110606>

“Wyoming fracking rules would disclose drilling chemicals” – ProPublica – KUSNETZ Nicholas – 14/09/2010 - <http://www.propublica.org/article/wyoming-fracking-rules-would-disclose-drilling-chemicals>

“Critics Find Gaps in State Laws to Disclose Hydrofracking Chemicals” – ProPublica – KUSNETZ Nicholas – 20/06/2011 - <http://www.propublica.org/article/critics-find-gaps-in-state-laws-to-disclose-hydrofracking-chemicals#drillchart>

“Critics say disclosure rule on ‘fracking’ not strong enough” – Arkansas News – LYON john – 20/12/2010 - <http://arkansasnews.com/2010/12/20/critics-say-disclosure-rule-on-%E2%80%98fracking%E2%80%99-not-strong-enough/>