

Les techniques alternatives à la fracturation hydraulique pour l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels

Par M. Christian BATAILLE, député, et M. Jean-Claude LENOIR, sénateur

Répondant à une saisine de la Commission des affaires économiques du Sénat, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) a adopté, le 26 novembre 2013, le rapport de M. Christian Bataille, député, et M. Jean-Claude Lenoir, sénateur sur les techniques alternatives à la fracturation hydraulique pour l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels. Ce rapport met en évidence l'existence de techniques alternatives, opérationnelles ou faisant l'objet de recherches. Il met également en évidence le processus continu d'amélioration de la fracturation hydraulique et les espoirs suscités par l'exploitation du gaz de houille.

I. Les techniques alternatives à la fracturation hydraulique

A. Les caractéristiques des gisements non conventionnels d'hydrocarbures

Les techniques d'extraction des hydrocarbures non conventionnels répondent toutes à la nécessité de libérer une ressource piégée dans une roche imperméable.

- Le forage horizontal permet d'augmenter la section productive de chaque puits et de limiter le nombre de ces puits.
- La stimulation permet d'améliorer la perméabilité de la roche. La fracturation en est une modalité particulière. Elle a pour objet de créer des microfissures et de réactiver le réseau naturel de failles existant dans la roche, afin de faciliter l'écoulement des hydrocarbures.

La fracturation hydraulique est la méthode très majoritairement employée, mais elle n'est pas la seule technique possible. Différents paramètres sont pris en compte pour choisir la technique la plus adéquate.

- La disponibilité ou non d'eau à proximité du forage ;
- La nécessité de maintenir l'intégrité des puits, susceptibles d'être détériorés par la présence d'eau ;



- La volonté de préserver l'environnement en réduisant le nombre d'additifs nécessaires, grâce à l'utilisation de fluides chimiquement compatibles avec la ressource extraite.

B. Les différents types de procédés

1. Les procédés permettant d'éviter l'emploi de quantités importantes de fluides

- **La fracturation par arc électrique** : cette technique a été étudiée en France à l'Université de Pau. Il s'agit de générer une onde électrique, permettant de créer un réseau très dense – mais pas très étendu – de fissures. C'est une méthode économe en eau, ne nécessitant pas d'additifs, mais qui n'est pas considérée pour le moment comme une alternative viable à la fracturation hydraulique, notamment car elle ne permet de stimuler que la proximité immédiate du puits.
- **La fracturation par procédé thermique** : il s'agit de chauffer la roche, ce qui a deux effets. D'une part, cela conduit à déshydrater la roche et donc à la fissurer, d'autre part, cela favorise la transformation d'hydrocarbures lourds en hydrocarbures légers.
- **La fracturation pneumatique** consiste à injecter de l'air comprimé pour désintégrer la roche-mère grâce à des ondes de choc. Des pistolets à air comprimé peuvent être utilisés. Une variante de ce procédé fait usage d'hélium, la fracturation étant

provoquée par la forte expansion de ce gaz lors de son réchauffement dans le sous-sol.

Ces méthodes sont encore loin d'être opérationnelles. Leur bilan énergétique et leurs conséquences environnementales restent à étudier.

2. L'utilisation de gaz liquéfiés ou gélifiés

Il s'agit de gaz liquides qui peuvent être utilisés seuls ou avec des additifs, afin de constituer des mousses.

- Ces fluides alternatifs ont déjà été utilisés depuis une quarantaine d'années aux États-Unis et au Canada, notamment **les mousses à base d'azote ou de CO₂ ainsi que l'azote ou le CO₂ liquides**. Ils continuent à faire l'objet de recherches. L'utilisation de gaz liquides permet de se passer complètement d'eau et d'additifs. Pour les mousses, la réduction est de 80 % du volume d'eau nécessaire. Elles sont gélifiées à l'aide de dérivés de la gomme de guar (alimentaire). Ces techniques sont anciennes et parfaitement opérationnelles.
- Des travaux de recherche sont en cours dans plusieurs pays, notamment en Pologne, où des techniques susceptibles d'accroître la productivité des puits sont étudiées, en particulier une méthode de séquestration souterraine du CO₂, associée à la récupération de gaz de roche-mère. Aucun additif n'est utilisé. Cette technologie n'a toutefois été expérimentée, pour le moment, qu'en laboratoire.

3. La simulation au propane

L'usage de propane liquide est ancien mais connaît des évolutions.

- La **stimulation au propane** est utilisée depuis cinquante ans par l'industrie. Le propane a notamment été employé dans le passé pour restimuler des puits conventionnels sous-pressurisés. S'agissant de l'extraction non conventionnelle, la stimulation au propane gélifié a été développée par la société canadienne GasFrac. Entre 2008 et 2013, près de 1900 opérations de stimulation ont été réalisées par cette entreprise en Amérique du Nord (principalement au Canada). Le gel employé nécessite moins d'additifs que la fracturation hydraulique, notamment pas de biocides.
- Par ailleurs, la société ecorpStim développe une technologie de **stimulation au propane pur**, sans additifs, qui a été testée avec succès en 2012. Le fluide est réutilisable jusqu'à 95 %, ce qui réduit les besoins en transport. Cette technique nécessite la manipulation de quantités importantes de propane inflammable en surface. Elle n'est pas adaptée aux contextes très denses en population.
- La stimulation au propane fait l'objet d'améliorations rapides, avec l'usage de **propane**

non inflammable, actuellement développé par ecorpStim. Il s'agit d'une forme fluorée de propane utilisée sans eau ni additifs, qui permet de supprimer à 100 % les risques industriels liés à l'utilisation de propane traditionnel. Le propane non inflammable est utilisé dans le domaine médical et pour l'extinction des feux. Il a été développé pour les aérosols, car il n'a pas d'effet sur la couche d'ozone. Il pourrait être produit en France (Solvay).

La stimulation au propane non inflammable constitue une perspective intéressante, de même que la **stimulation au dioxyde de carbone, qui pourrait permettre à la fois d'exploiter proprement les hydrocarbures non conventionnels, et de contribuer à séquestrer ce gaz à effet de serre.**

II. Les méthodes sans fracturation : le gaz de houille

A. Les spécificités de la production de gaz de houille

Le gaz de houille est un gaz non conventionnel dont la roche-mère est constituée de charbon. Il fut considéré pendant longtemps essentiellement comme un danger pour l'industrie minière (grisou). Il est aujourd'hui considéré comme une source potentielle d'énergie importante au niveau mondial. Le gaz de houille comprend le gaz de mine et le gaz de couche. Le premier est issu de mines exploitées. Il est récupéré, par exemple, depuis 1975 dans le Nord Pas-de-Calais. Le second est issu de couches inexploitées de charbon. Il est produit, depuis les années 1980, aux États-Unis et, depuis les années 1990, en Australie.

Les techniques employées pour l'extraction du gaz de couche présentent des différences avec les techniques employées plus généralement pour la production des hydrocarbures non conventionnels :

- Tout d'abord, la production de gaz de couche est généralement associée à celle d'une **grande quantité d'eau**.
- Ensuite, son extraction ne requiert **pas toujours de forage horizontal**. La finesse de la couche peut être un obstacle.
- Enfin, l'extraction du gaz de houille ne requiert **pas non plus toujours de fracturation hydraulique**. En effet, il se peut que le charbon soit suffisamment perméable, de façon naturelle, du fait du réseau de fractures qui le traverse. Si l'usage de la fracturation hydraulique pour l'extraction du gaz de houille est largement répandu aux États-Unis, il est en revanche plus rare en Australie. Dans la région du Queensland, qui est la principale région australienne productrice de gaz de couche, la

fracturation hydraulique n'a, à ce jour, été employée que dans 8 % des puits forés dans les couches de charbon.

- Lorsqu'aucune technique de fracturation n'est employée, la **gestion industrielle est des plus classiques**, sans besoin d'eau ; au contraire, l'exploitation en produit. D'après un rapport récent du BRGM et de l'INERIS, le risque principal est relatif à une éventuelle contamination de l'eau extraite, ce qui nécessite une surveillance particulière.

B. Des estimations encourageantes à confirmer

En France, les deux bassins les plus prometteurs sont ceux de Lorraine et du Nord Pas-de-Calais. La société EGL, qui mène actuellement des travaux d'exploration, juge que le gaz de houille pourrait y être produit sans recours à la fracturation, si les premiers résultats qu'elle a obtenus en Lorraine sont confirmés par des travaux actuellement en cours, qui doivent aboutir en 2014.

- En **Lorraine**, des tests de production ont déjà été réalisés sur un puits comportant des drains horizontaux multilatéraux. La couche de charbon serait épaisse, propice à l'installation de drains horizontaux. Le charbon présenterait une perméabilité compatible avec une exploitation sans fracturation. Les résultats obtenus à ce jour sont toutefois insuffisants. Quatre autres sites pilotes sont prévus. Un consensus politique existe dans cette région, en faveur des travaux d'exploration.
- La situation est moins avancée dans le **Nord Pas-de-Calais**, où l'on estime que seuls 10 % du charbon du bassin a été exploité dans le passé. Quatre demandes de forages ont été déposées. Il s'agit de procéder à des forages verticaux à environ 1500 m pour connaître la teneur en gaz et le degré de perméabilité du charbon.

Dans ces régions, la culture industrielle et minière locale, qui est ancienne, crée un climat favorable au développement de ces activités.

III. La fracturation hydraulique : une technique en constante amélioration

A. Des risques variables selon les régions

Trois points méritent d'être soulignés concernant les risques de la fracturation hydraulique, qui sont bien connus :

- D'une part, le film **Gasland** a propagé des images trompeuses : il est aujourd'hui établi que si l'eau du robinet s'enflamme dans ce film, c'est en raison de la présence de gaz biogénique c'est-à-dire de gaz

produit à proximité de la surface par la décomposition et la fermentation de matière organique, et non de gaz issu de l'exploitation des hydrocarbures.

- D'autre part, la question des **fuites de méthane** est discutée. Alors que diverses études les estimaient entre 3 % et 8 %, susceptibles d'anéantir les effets bénéfiques de la réduction de la consommation de charbon aux États-Unis, une étude plus récente de l'Université d'Austin conclut que les fuites au stade de la production de gaz non conventionnel sont de 0,42 %. Les techniques et réglementations tendant à éviter l'émission de méthane dans l'atmosphère ont progressé et sont encore susceptibles de venir améliorer les performances sur ce point.
- Enfin, les **risques sont variables selon les régions**. En France, la complexité géologique de la région sud-est crée des risques spécifiques. Les éventuelles failles et les réseaux de circulation de l'eau souterraine dans cette région sont mal connus. De plus, l'eau consommée ne provient pas de nappes proches de la surface mais de nappes plus profondes. Un effort redoublé de recherches sur le sous-sol est donc nécessaire.

B. Une technique évolutive à encadrer

La fracturation hydraulique est donc une technique qui doit être strictement encadrée. La France possède toutes les compétences nécessaires à la mise en place et au contrôle de l'application d'une réglementation spécifique qui devrait concerner notamment les points suivants :

- La transparence et la concertation ;
- Le choix des sites de forage après études géologiques appropriées ;
- Le contrôle et la prévention des fuites ;
- L'usage d'additifs, avec l'établissement d'une liste de produits autorisés, et l'obligation de divulguer la composition des fluides de fracturation ;
- La protection des paysages par le regroupement des puits en grappes, la protection des sols et leur ré-végétalisation après la phase de forage.

Cette réglementation implique un coût pour l'industrie, mais elle ne pose pas de problèmes de principe majeurs ; la France dispose déjà d'une administration capable de contrôler sa mise en œuvre, avec le réseau des DREAL.

IV. L'évaluation des ressources françaises : un préalable indispensable

Il est nécessaire de mieux connaître le patrimoine national, avant de décider ou non de l'exploiter.

A. Des ressources très mal connues

Les estimations de ressources reposent sur les calculs de l'Agence américaine d'information sur l'énergie. Ces estimations sont sommaires. Elles sont réalisées par extrapolation de données de teneur en hydrocarbures issues de quelques sondages à l'ensemble du bassin considéré, sans tenir compte de leur variabilité géologique. Pour la France, le montant de 3 900 milliards de m³ de ressources techniquement récupérables est avancé.

Les principaux bassins identifiés sont le bassin parisien (pour les huiles) et le bassin sud-est (pour le gaz). Mais pour le confirmer, il serait nécessaire :

- De **rassembler les connaissances existantes**, actuellement éparses ;
- De **mener des expérimentations ainsi que des travaux à l'aide de techniques non invasives** telles que la sismique-réflexion, actuellement interdite pour la recherche d'hydrocarbures non conventionnels par une circulaire ;
- De procéder *in fine*, dans un cadre juridique à définir, à des **forages de tests** qui sont indispensables à l'évaluation du taux de récupération des hydrocarbures présents.

Afin de préserver les finances publiques et dans la mesure où un certain nombre d'entreprises seraient prêtes à investir, à condition d'avoir une visibilité suffisante, il conviendra de privilégier un financement privé associé à un contrôle public des opérations.

B. Un impact économique potentiellement important

Connaître les ressources est le préalable indispensable à l'évaluation de l'impact économique d'une éventuelle exploitation des hydrocarbures non conventionnels. Cet impact est avéré aux États-Unis. Il porte tant sur la balance commerciale que sur la croissance économique, l'emploi et les finances publiques. Mais cet impact est difficilement transposable en Europe, en l'absence de connaissance précise des réserves.

En France, il est probable qu'un impact appréciable pourrait être observé au moins sur les bassins locaux d'emplois et sur la balance commerciale.

Enfin, s'il est un impact économique certain, c'est celui de la révolution énergétique américaine **sur l'industrie pétrochimique européenne**. L'industrie pétrochimique américaine est aujourd'hui en plein essor. Des délocalisations d'entreprises outre Atlantique sont à craindre, avec des effets en chaîne dans toutes les branches de l'industrie manufacturière qui utilisent les produits de la pétrochimie.

PROPOSITIONS

1. **Appliquer pleinement la loi du 13 juillet 2011** : renouer un dialogue pérenne entre l'État et l'industrie, c'est-à-dire :
 - Mettre en place la Commission nationale d'orientation, de suivi et d'évaluation des techniques d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures liquides et gazeux.
 - Remettre au Parlement le rapport annuel prévu par la loi.
 - Mettre en place le programme d'expérimentations scientifiques sous contrôle public supposé par la loi.
2. **Poursuivre rapidement l'exploration puis l'exploitation du gaz de houille** si sa production sans fracturation hydraulique se révèle viable.
3. **Abroger la circulaire du 21 septembre 2012** qui empêche, à l'heure actuelle, tous travaux de recherche.
4. **Encourager la mise en place d'un cadre européen pour l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels** (réglementation et recherche).
5. **Faire de la connaissance du sous-sol une priorité de la recherche.**
6. **Établir un programme de recherches sur les techniques d'exploitation des hydrocarbures de roche-mère et leurs risques**, incluant un volet spécifique aux techniques alternatives à la fracturation hydraulique.
7. **Procéder à des expérimentations sur sites sous le contrôle des administrations compétentes.**
8. Maintenir les compétences existant en France **en envoyant de jeunes chercheurs à l'étranger** et en encourageant la coopération interuniversitaire.
9. Mettre en place un véritable **contrat social avec les populations**, y compris au stade de l'expérimentation, en prévoyant un dispositif de participation du public et en créant un intérêt local à l'exploitation des ressources du sous-sol.
10. Imaginer des mécanismes permettant d'**utiliser d'éventuelles ressources en hydrocarbures non conventionnels pour faciliter la transition vers les énergies renouvelables.**

Novembre 2013