

**Compte-rendu de la réunion
IDEES du 8 octobre 2012 (Domaine de Vert-Mont)
Groupe Transverse
«Les hydrocarbures de roche-mère»**

1. Organisation du Groupe de travail Transverse (IDées)

- ✚ Rappel du fonctionnement d'IDées
Récapitulatif des réunions des différents Groupes de travail

*La présentation Power point est disponible sur le site de la Fondation :
<http://www.fondation-tuck.fr/fondation-tuck-groupe-de-reflexion-idees.html>*

2. Exposés :

- ✚ Gaz “de schistes”: géologie, extraction, problématique, l'exemple américain

Bernard C. DUVAL
Consultant et professeur associé, IFP School

*La présentation Power point est disponible sur le site de la Fondation
<http://www.fondation-tuck.fr/fondation-tuck-groupe-de-reflexion-idees.html>*

- Le terme de gaz de schiste est impropre. Il s'agit en fait d'un «gaz de 'roche-mère», qui se forme au sein d'une roche-mère et qui reste piégé dans la roche-mère elle-même (à la différence du gaz conventionnel, qui migre jusqu'à une structure géologique qui sert de piège).
- Les accumulations de gaz sont réparties sur des zones très étendues, à une échelle linéaire de 10 à 200 km, au lieu de 1 à 10 km, dans le cas d'un gisement conventionnel.

- Aux États-Unis, les ressources de «gaz de schiste» («shale gas») sont réparties entre plusieurs «plays», couvrant une large partie du territoire. La part de la production de gaz non conventionnel est passée de 16 % en 1992 à 54 % en 2010.
- La production de gaz de schiste se limite pour le moment à l'Amérique du Nord. Aux États-Unis, les principales zones de production se situent au Texas (où le gisement de Barnett a été le premier à être exploité à grande échelle), ainsi qu'au Nord-est avec l'immense gisement de Marcellus s'étendant en Pennsylvanie et en Virginie.
- Les très grandes surfaces concernées en font potentiellement des gisements très importants.
- Les accumulations de gaz de schiste sont piégées dans des roches à grain très fin et à très basse perméabilité. La variabilité du réservoir, à la fois verticale et horizontale, peut conduire au développement de zones de perméabilité plus élevée dans ces roches à grain fin, qui permettent d'atteindre des productivités plus élevées («sweetspots»). De ce fait la roche-mère peut jouer simultanément trois fonctions, qui sont dissociées dans le cas d'un gaz conventionnel : source, réservoir et couverture étanche.
- Les faciès géologiques sont souvent complexes. Le terme de «schiste» est effectivement inapproprié. Des argiles ou des schistes «purs» ne pourraient pas être fracturés.
- Pour qu'il soit possible de produire du gaz dans des conditions économiquement acceptables, la roche-mère doit présenter une teneur minimale en matière organique, exprimée par le contenu en % masse de carbone organique (TOC > 2 %).
- On estime en général qu'il faut en outre que la couche de roche-mère contenant le gaz ait une épaisseur supérieure à 20 m et une profondeur inférieure à 5 km, que la porosité effective soit supérieure à 4 % et la teneur en liquide inférieure à 45 %. Il faut également que certaines caractéristiques relatives à la maturité thermique et à la teneur en hydrogène (HI) soient respectées.
- Les ressources de gaz à l'intérieur de la roche-mère sont réparties de manière très inégale, avec une prééminence des «sweetspots».
- Si le forage est réalisé en suivant des normes professionnelles, le risque de pollution des nappes phréatiques est très faible et similaire à celui qui est rencontré pour tout forage de puits pétrolier. En effet, l'étanchéité du puits est assurée par le casing et la cimentation des parois.
- La fracturation hydraulique est actuellement réalisée dans des conditions bien maîtrisées et contrôlées. Il est en particulier possible de suivre la propagation des fissures à partir d'enregistrements micro-sismiques. La sismique aide par ailleurs à identifier les meilleures zones de fracturation.

- Compte-tenu des incertitudes sur le niveau de production, les développements sont effectués selon une approche pragmatique, par essais successifs. Le prix du gaz étant actuellement très bas aux États-Unis (< 3 \$/ MBtu), l'attention à court terme se porte sur des objectifs à fort contenu de liquides, beaucoup mieux valorisés (huile ou condensat).
- Les gaz de schiste ont fait l'objet de réactions souvent opposées dans les médias et l'opinion (levée de boucliers ou révolution énergétique).
- La consommation d'eau, qui est souvent considérée comme un facteur prohibitif, doit être relativisée. Il s'agit d'un besoin ponctuel, lié à la fracturation hydraulique. Il faut alors consommer 10 000 à 20 000 m³ d'eau ; aucun besoin en eau n'est nécessaire pendant la période de production (10 à 15 ans). A titre de comparaison, un terrain de golf consomme 100 000 m³ d'eau par an et l'irrigation d'un champ de maïs de 10 ha nécessite une consommation d'eau de 20 000 m³ par an.
- Le fluide de fracturation ne remonte pas dans les aquifères; en effet, il est injecté dans des gisements compacts et imperméables, ce qui interdit un déplacement sur une longue distance. L'eau contenue dans les niveaux profonds ne peut pas non plus remonter vers des aquifères. Enfin les eaux collectées en surface sont récupérées et retraitées.
- Les additifs chimiques utilisés dans le fluide de fracturation hydraulique sont en proportion très faible et la plupart des produits sont d'usage courant.
- La production de gaz de schiste requiert de nombreux puits de forage. Par contre, l'usage de puits horizontaux permet de drainer du gaz sur de très vastes surfaces à partir d'un seul puits vertical (exemple de Barnett au Texas, où les puits horizontaux passent sous des centres urbains).
- Le contexte est très favorable aux États-Unis. La production de gaz de schiste est motivante pour une partie de la population locale. La législation est en général favorable à ce type d'activités. De nombreuses sociétés de service, principalement de forage, sont présentes. Les populations sont généralement habituées au travail des pétroliers (notamment au Texas). Un sondage dans le Dakota du Nord montre qu'une très large majorité des habitants (87 %) a une perception positive des activités pétrolières.
- La production de «gaz de schiste » nécessite une très bonne maîtrise de la technique ainsi que des règles strictes d'encadrement des opérations, mais celles-ci sont connues de la profession et pratiquées depuis longtemps.
- Elle requiert également une prise de conscience des entités concernées : communautés, pouvoirs publics et rencontre principalement en dehors des États-Unis un sérieux problème d'acceptabilité.
- Il est encore difficile de savoir dans quelle mesure la révolution du shale gas pourra être transposée en dehors des États-Unis.

- ✚ « Perspectives mondiales du shale gas – Quelles potentialités ? Quels développements concrets ».

Bruno WEYMULLER
Membre de Total Professeurs Associés

*La présentation Power point est disponible sur le site de la Fondation
<http://www.fondation-tuck.fr/fondation-tuck-groupe-de-reflexion-idees.html>*

- Le «shale gas» représente une révolution aux États-Unis. De 1,5 % de la production domestique de gaz en 2000, sa part est passée à 23% et on estime qu'elle s'élèvera à 49 % en 2035 (77 % pour l'ensemble des gaz non conventionnels »).
- Cette révolution a eu dès à présent d'importantes conséquences. Les États-Unis deviennent autosuffisants en gaz (avec des apports limités du Canada) et de ce fait, les importations de GNL vont être très réduites. Il a en résulté un abaissement du prix du gaz aux États-Unis, avec un impact significatif sur les prix du gaz au niveau international. En outre, cette expérience devrait pouvoir être étendue dans d'autres pays et contribuer à accroître significativement les ressources gazières mondiales.
- Le potentiel mondial en ressources gazières non conventionnelles est a priori très important, mais encore très mal connu. Il conduit à une révolution «copernicienne» dans le processus d'exploration pétrolière, car celle-ci ne n'intéressait jusqu'à présent qu'à des structures géologiques particulières susceptibles de former un piège pour le gaz, alors qu'elle doit à présent s'intéresser à des zones très étendues occupées par les roches-mère. En outre, ces ressources sont difficiles à apprécier car il faut attendre un début de production effective pour estimer le taux de récupération.
- Les ressources de shale gas sont mieux réparties que les ressources de gaz conventionnel. L'EIA¹ dénombre 48 grands bassins dans 32 pays.
- La quantité de shale gas «techniquement récupérable» serait de l'ordre de 190 Tcm, donc comparable au montant des réserves prouvées (190 Tcm). La Chine disposerait de 36 Tcm, les États-Unis de 24 Tcm, l'Argentine de 22 Tcm. En Europe, la France disposerait de 5,1 Tcm et la Pologne de 5,3 Tcm.
- Les mises en production futures se heurtent à plusieurs obstacles. Le premier de ces obstacles concerne les contraintes liées à l'impact environnemental : risque de pollution de la nappe phréatique, prélèvement en eau, pollution par les eaux de retour (salinité), architecture et réalisation des puits, émission de gaz à effet de serre

¹ Energy Information Agency (États-Unis)

(méthane). Ces risques semblent maîtrisables sous réserve du respect de «bonnes pratiques» industrielles et de réglementations adaptées. S'y ajoutent des nuisances de voisinage (emprise au sol, bruit et trafic routier). Il faut noter que ces nuisances sont temporaires (limitées à la période de forage d'un puits) et sont gérables, même en milieu urbain (expérience de Barnett – Fort Worth).

- La situation favorable que l'on rencontre aux États-Unis, ne se retrouve pas ailleurs. Les principales difficultés sont liées aux aspects industriels (services pétroliers moins facilement disponibles, infrastructures moins bien adaptées), au cadre réglementaire, juridique et fiscal, qui est différent (aux États-Unis, le propriétaire d'un terrain est aussi propriétaire du sous-sol), aux spécificités de l'économie d'extraction du shale gas (nécessité d'identifier des zones de production suffisamment favorables).
- La poursuite du progrès technique pourrait faciliter l'extension à d'autres pays de la production de shale gas (choix des additifs, maîtrise du processus de fracturation, recyclage des eaux, réduction des coûts).
- Les pays les plus avancés dans ce domaine sont le Canada, qui suit de près les États-Unis (production déjà importante dans l'Ouest canadien), l'Australie (grand dynamisme, mais priorité donnée au gaz de houille) et la Chine (stratégie ambitieuse, ressources potentielles importantes, mais incertitudes quant aux capacités de développement effectif).
- De nombreux autres pays s'intéressent au gaz de schiste. En Europe, il existe une volonté politique en Pologne et Ukraine, mais les progrès sont relativement lents), un travail d'évaluation sérieux est mené au Royaume-Uni, une évaluation menée en Allemagne, faisant l'objet d'une acceptation sous surveillance. Un cas intéressant est celui du Danemark, qui pourrait servir de référence, en cas de succès des actions engagées, du fait de la réputation de ce pays en matière de préservation de l'environnement.
- D'après l'AIE, la production de gaz non conventionnel pourrait jouer un rôle très important en 2035. Elle devrait permettre aux États-Unis, d'atteindre un niveau de production proche de celui de la Russie. La production de gaz non conventionnel dans des pays comme la Chine, le Canada, l'Australie et l'Inde pourrait contribuer de manière substantielle à la production globale.
- La révolution du shale gas intervenue aux États-Unis représente donc un changement majeur pour l'avenir énergétique mondial, mais qui sera lent à se mettre en place pour les autres pays.
- La technologie de fracturation hydraulique, qui a fait de très grands progrès, s'impose comme une technique essentielle de l'industrie pétrolière, dont l'usage dépasse désormais largement les shale gas.

3. Discussion

- Pétrole de roche-mère

- La technologie de production de pétrole de roche-mère n'est pas très différente de celle qui est utilisée pour le gaz.
- En France, on a renoncé à exploiter des ressources appréciables en pétrole de roche-mère dans le bassin parisien, qui n'ont même pas pu être évaluées correctement. On s'est également privé de l'expérience américaine, qui aurait pu être mise en œuvre sur le territoire français.
- Il serait intéressant et même indispensable pour aller plus loin de pouvoir réaliser des pilotes, pour améliorer les connaissances et le savoir-faire.

- Perspectives gazières

- Aux États-Unis, du fait de la chute du prix du gaz, les opérateurs se sont tournés vers les zones riches en condensat et en huile.
- Le prix du gaz naturel aux États-Unis est actuellement trop bas et devrait atteindre 4 à 5 \$ /MBtu pour poursuivre un développement à grande échelle du shale gas.
- On devrait observer une concentration des acteurs. Compte-tenu de la conjoncture économique, les petits acteurs vont être repris. L'industrie devrait se restructurer et les prix remonter.
- L'arrivée du shale gas affecte les conditions de la transition énergétique. Aux États-Unis, il repousse le charbon et remplace le nucléaire comme « énergie propre ». Il est également beaucoup plus rentable que les énergies renouvelables.
- La réduction de la demande de charbon aux États-Unis, par suite de l'arrivée du shale gas, conduit à une baisse des cours du charbon, avec des implications ailleurs dans le Monde et notamment en Europe, où certains pays, comme l'Allemagne, se tournent de plus en plus vers le charbon.
- En termes d'émissions de gaz à effet de serre, le gaz présente des avantages significatifs par rapport au charbon.

- Par ailleurs, la cible à atteindre en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre tend à devenir problématique, du fait de l'écart croissant entre les objectifs visés, notamment au sein de l'Union Européenne et la réalité des faits.
- On peut aussi se poser la question de la gestion optimale des ressources du sous-sol. Faut-il en France chercher à garder les ressources disponibles pour les générations suivantes ? Encore faudrait-il les évaluer, ce qui n'est pas possible dans le contexte actuel.

- **Facteurs géopolitiques / Situation dans le Monde**

- Les États-Unis considèrent le gaz de schiste comme un facteur de sécurité nationale, leur permettant d'atteindre une indépendance énergétique et n'y renonceront pas. Ils ont financé un gros effort de recherche dans ce domaine.
- Les États-Unis vont sans doute limiter l'exportation de gaz de schiste, qui leur apporte un avantage concurrentiel.
- La situation des États-Unis n'est pas généralisable.
- Il n'existe pas de politique énergétique commune en Europe; tout au plus certaines opérations peuvent servir d'exemples. Ce qui va se passer en Pologne et surtout au Danemark, qui a la réputation d'être un pays en avance en termes de préservation de l'environnement, est très important de ce point de vue. Le processus risque dans tous les cas d'être très long.
- L'évolution suivie dans d'autres pays comme la Chine est difficile à prévoir. La rapidité avec laquelle les Chinois peuvent assimiler la technologie nécessaire fait débat. Par ailleurs, la configuration géologiques des bassins susceptibles de contenir des shale gas n'est pas toujours favorable (bassins cassés, tectonisés).

4. Prochaine réunion :

Lundi 14 janvier 2013 à 16h (Domaine de Vert Mont)

Thème traité « Le charbon »