FAUT-IL AUTORISER L'EXPLORATION DU GAZ DE SCHISTE ?

L'exploitation des gaz de schiste a créé une situation énergétique nouvelle. Ainsi le prix du gaz aux États-Unis a sensiblement baissé et ce pays pourrait devenir exportateur net dans la prochaine décennie. Cependant, des préoccupations environnementales ont conduit au vote en France d'une loi interdisant l'exploration et l'exploitation de ces gaz.
Bertrand Barré après avoir expliqué ce que sont les gaz de schiste et expliqué que les technologies qui leur sont liées sont depuis longtemps employées, plaide pour l'exploration des ressources du sous-sol français.
Alain Grandjean insiste quant à lui sur les impacts environnementaux et souligne que la densité de la population dans l'Hexagone les rendrait plus préoccupants qu'en Amérique du Nord. La priorité, compte tenu de la question climatique, consiste à réduire la consommation d'énergie et, en l'état actuel, il estime que le gouvernement doit maintenir fermé le dossier « gaz de schiste ».

C. F.

1. Est-il raisonnable d'ignorer le montant de son compte en banque ?

Bertrand Barré
Spécialiste de l'énergie, enseignant à Sciences Po

Les gaz de schiste : de quoi s'agit-il ?

Le pétrole et le gaz résultent de la décomposition par la chaleur, en l'absence d'oxygène, de matières organiques contenues dans des « roches mères ». Ces matières organiques, appelées « kérogène », sont les restes de plancton, d'algues et de protéines tombés une fois morts au fond des océans : mélangés aux boues, sables et limons, ils forment des sédiments. Ces sédiments s'alourdissent et tombent au fond de l'eau, exerçant une pression qui accroît la température de plusieurs centaines de degrés. La boue et le sable durcissent pour former des schistes argileux et du grès. Généralement entre 2 500 et 5 000 m, le kérogène se transforme (craquage thermique) en pétrole liquide accompagné de gaz. À plus de 5 000 m, le pétrole « craque » à son tour et se transforme en gaz.

Une fois formé, le pétrole remonte à travers les couches sédimentaires vers la surface terrestre car sa densité est inférieure à celle de l'eau douce ou salée qui sature les interstices des argiles, des sables et des roches carbonatés. Le pétrole brut et le gaz naturel s'infiltrent dans les pores des sédiments plus gros qui se trouvent au-dessus d'eux. Quand ils rencontrent une couche de roche dense ou imperméable qui les arrête, le pétrole est emprisonné et un gisement se forme dans la roche poreuse « réservoir ». Dans la partie supérieure de ces réservoirs de pétrole, du gaz naturel (plus léger) s'accumule. Le gaz que l'on extrait par forage de ces réservoirs poreux est du gaz naturel dit « conventionnel».

On exploite aussi des gaz naturels dits « non conventionnels », qui se répartissent en réalité en trois catégories :

- Le méthane des couches de houille ou gaz de charbon, le fameux « grisou » redouté des mineurs de charbon,

- Le gaz naturel qui s'est accumulé dans des roches-réservoirs compactes, peu poreuses, qu'il est nécessaire de fracturer pour l'en extraire (*tight gas*, en anglais),

- Le gaz encore présent dans sa roche mère et qui n'a pas encore migré vers un réservoir. C'est ce dernier que l'on appelle improprement « gaz de schiste », et que nous désignerons par le terme « gaz de roche mère ». Il faut fracturer cette roche mère pour récupérer le gaz avec un débit suffisant pour être économique.

Technologie et impacts

Si la perméabilité d'un réservoir compact peut être des centaines, voire des milliers de fois plus faible que celle d'un réservoir conventionnel, celle de la roche mère est encore plus faible. Il faut donc des techniques spéciales pour permettre au gaz piégé dans sa roche mère de remonter jusqu'à la surface :

- des puits horizontaux groupés en « grappes » permettent d'optimiser le drainage du gisement en limitant le nombre d'installations de surface.

- la fracturation hydraulique de la roche mère pour créer un réseau de fissures latérales le long des puits horizontaux par injection d'eau sous pression. Cette eau est additionnée de quelques produits chimiques (voir figure1) ainsi que de sable qui empêchent les fissures de se refermer.

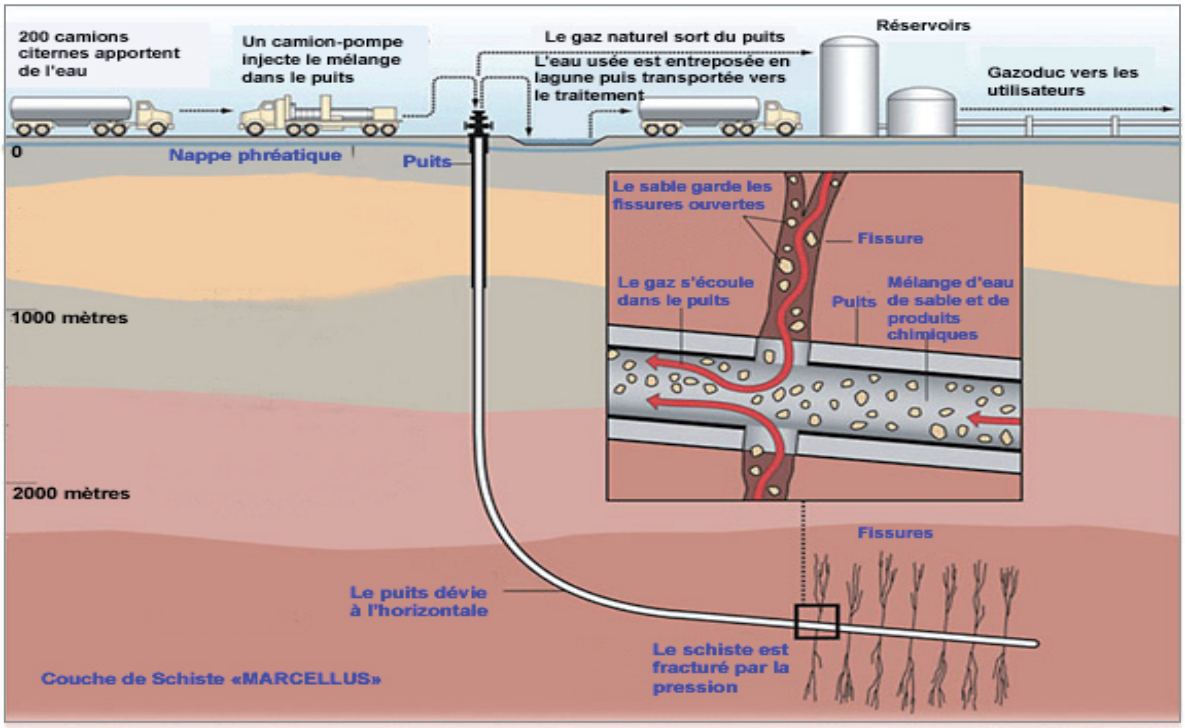
Ces technologies ne sont pas nouvelles : c'est depuis les années 1970 que l'on sait pratiquer les forages déviés jusqu'à l'horizontale. Ces forages « directionnels » permettent notamment d'exploiter des gisements dont l'accès vertical est impossible, par exemple des gisements sous une ville, et surtout d'augmenter la productivité des puits. Ils sont aussi utilisés pour aller obturer un puits accidenté. Quant à la fracturation hydraulique, elle est utilisée par l'industrie depuis les années 1940 pour augmenter la production des puits de pétrole à faible débit !

L'impact de ces technologies d'exploitation du gaz de roche mère est ainsi évalué par l'Energy Information Agency du ministère américain de l'Énergie(1).

« Le gaz naturel est un combustible plus propre que le pétrole ou le charbon. Sa combustion émet des niveaux sensiblement inférieurs de CO_2 et SO_2. Utilisé dans des centrales efficaces à cycle combiné, le gaz naturel émet deux fois moins de CO_2 que le charbon par unité d'électricité produite.

(1) www.eia.gov/naturalgas/novembre 2012.

Figure 1. **La fracturation hydraulique**



Source : www.eia.gov/naturalgas/novembre 2012.

Néanmoins, la production de gaz de schiste pose potentiellement quelques questions environnementales. La fracturation nécessite de grandes quantités d'eau. Dans certaines régions des États-Unis, l'utilisation significative d'eau pour la production de gaz de schiste peut interférer avec d'autres usages et affecter les habitats aquatiques.

En outre, s'il n'est pas géré correctement, le fluide de fracturation hydraulique – qui peut contenir des additifs chimiques potentiellement dangereux – peut être relâché par déversements, fuites, défaut de réalisation du puits ou toute autre voie. Un tel relâchement est susceptible de contaminer les zones environnantes.

Troisièmement, la fracturation produit de grandes quantités d'eaux usées, qui peuvent contenir des produits chimiques dissous et d'autres contaminants nécessitant de traiter ces eaux avant de les réutiliser ou de les rejeter. Vu les quantités d'eau et la complexité du traitement de certains de ces polluants, traitement et rejets constituent un problème important.

Enfin, selon le United States Geological Survey, la fracturation hydraulique « cause de petits séismes, mais ceux-ci sont presque toujours trop petits pour s'en soucier[2]*. Outre le gaz naturel, les fluides de fracturation et les eaux présentes dans la formation sont retournés à la surface. On se débarrasse souvent des eaux usées par injection dans des puits. Cette injection moins profonde peut causer des séismes assez forts pour être ressentis, susceptibles de causer des dégâts ».*

Nous citons délibérément ici l'EIA parce qu'elle est globalement en faveur de l'exploitation des gaz de schiste. Ajoutons que les forages très rapprochés peuvent avoir un impact visible sur les paysages.

La révolution des gaz de schiste aux États-Unis

Comme l'indique la courbe en noir de la figure 2, en 2008, le prix *spot* du gaz sur le marché américain a dépassé les 15 dollars par million de BTU (*British Thermal Unit*) (c'est dans cette unité bizarre qu'il est commercialisé. On peut dire qu'un gaz à 1 dollar/MBTU équivaut en gros à un pétrole à 6 dollars par baril). Depuis 2010, ce prix oscille entre 5 et moins de 3 dollars/MBTU ! C'est à la production de gaz de roche mère qu'est dû cet effondrement des prix.

Dans le droit américain, le sous-sol appartient au propriétaire du terrain. Les compagnies gazières paient donc des loyers considérables aux propriétaires des parcelles où elles vont forer. Et compte tenu de la compacité de la roche mère, il faut pratiquer des forages rapprochés pour exploiter le gaz de schiste. Du jour au lendemain, de pauvres fermiers de Louisiane se sont ainsi retrouvés « *shaleionaires* » (c'est-à-dire millionnaires grâce au schiste, en anglais *shale*).

Au plan national, les conséquences ont été spectaculaires : basculement massif du charbon vers le gaz pour la production d'électricité, et les États-Unis, du coup, sont devenus exportateurs de charbon, notamment vers l'Allemagne où le début de sortie du nucléaire se traduit par un retour au charbon. Autre conséquence : retard *sine die* de projets d'investissement dans le nucléaire et les énergies renouvelables. On peut aussi penser que la baisse des coûts de production d'électricité a contribué à la récente tendance à rapatrier aux États-Unis des industries récemment délocalisées.

Enfin, dans les projections du ministère de l'énergie, les États-Unis pourraient être autarciques, voire exportateurs de gaz naturel dès l'année 2020. À l'horizon 2035, le gaz de roche mère compterait pour la moitié de la production américaine, et les gaz non conventionnels pour plus de 75 %, contre 50 % déjà aujourd'hui.

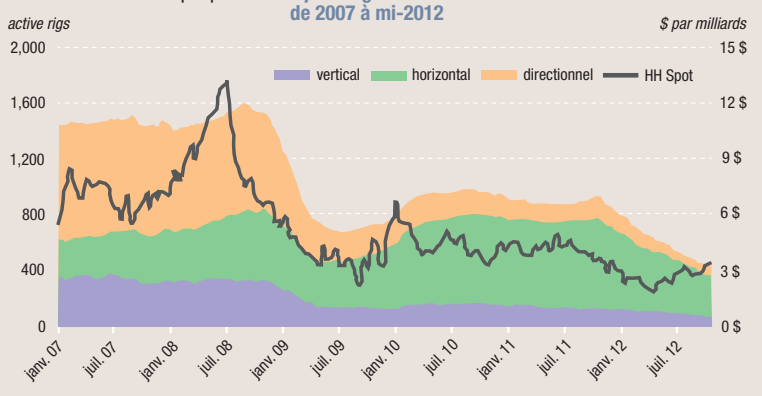
Que sait-on des réserves ?

Très peu de pays ont réellement exploré leurs réserves de gaz de roche mère, et les chiffres actuels sont donc fortement sujets à caution. D'autant plus qu'il y a une différence entre le gaz conventionnel et le gaz de roche mère : si les réservoirs ont une « frontière » bien définie, celle des roches mères est beaucoup plus diffuse, avec une concentration de gaz qui diminue progressivement. Si on est prêt à payer plus cher pour extraire du gaz moins concentré, on en produira davantage.

Et ce prix dépend aussi d'autres facteurs, comme par exemple, la qualité « humide » ou « sèche » du gaz récupéré : plus la teneur en conden-

(2) N'oublions pas que la fracturation est effectuée à deux ou trois kilomètres de profondeur.

Graphique 2. Prix *spot* du gaz naturel aux États-Unis de 2007 à mi-2012



Source : Baker Hughes.

sats est élevée, plus la vente de ces liquides associés améliore la rentabilité d'ensemble. Le gaz américain est en majorité humide, mais il semble que le gaz polonais le serait beaucoup moins.

une somme voisine de 10 milliards d'euros. Si l'on en croit les chiffres ci-dessus, nos réserves se monteraient à plus de 5 700 Mtep…

Le site Geology.com donne les chiffres suivants :

Pays	Gaz de schiste (trillions de pieds cubes)
Chine	1 275
États-Unis	862
Argentine	774
Mexique	681
Afrique du Sud	485
Australie	396
Canada	388
Libye	290
Brésil	226
Pologne	187
France	180

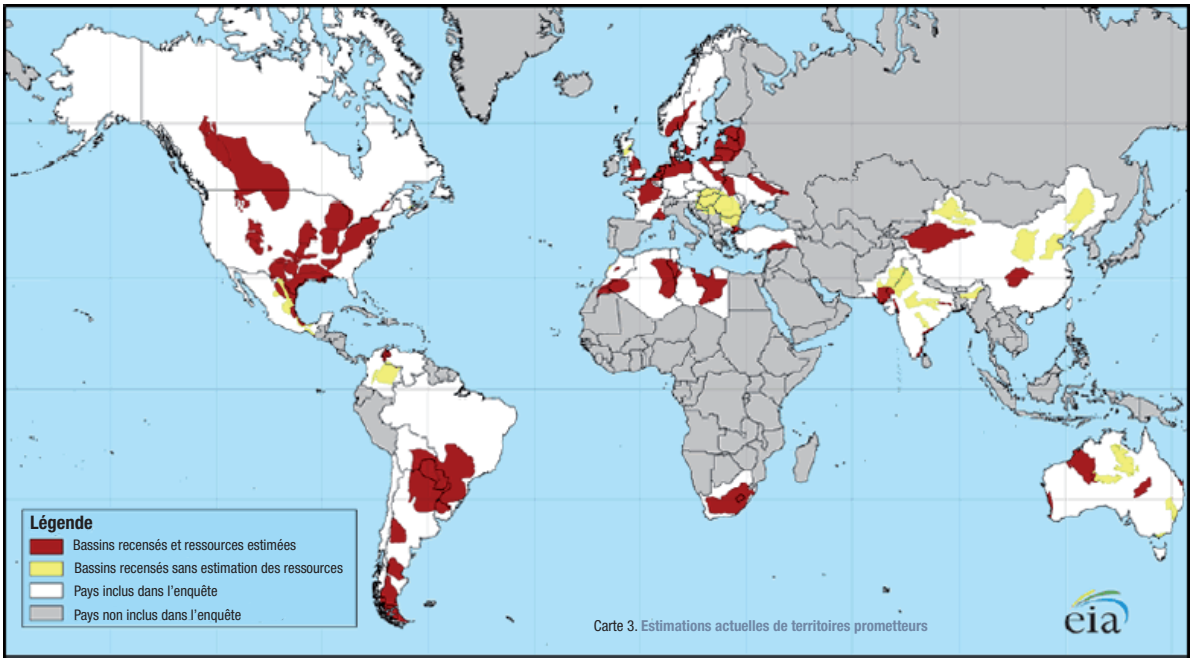
www.geology.com/energy/world-shale-gas/novembre 2012.

La carte ci-dessous, toujours de source EIA, donne les estimations actuelles de territoires prometteurs.

1 trillion de pieds cubes de gaz équivaut à 32 Mtep. La France produit chaque année un peu moins de 1 Mtep de gaz naturel et en importe 37, pour

La controverse en France

C'est le film *Gasland*, de Josh Fox, popularisé par YouTube, qui a déclenché une vague de contestation, un peu aux États-Unis, guère en Pologne, beaucoup au Québec, et plus encore en France. Les images du fermier qui ouvre son robinet d'eau, approche son briquet et provoque une flamme spectaculaire ont circulé en boucle dans les réseaux sociaux. En 2011, des permis d'exploration avaient été délivrés en France, dans la Drôme, l'Ardèche et l'Aveyron. Mais la contestation a pris de l'ampleur. Au Larzac, les proclamations « non au gaz de schiste » ont remplacé les « non aux OGM » des années précédentes… Suite à la controverse, le parlement a voté le 13 juillet 2011 la loi n° 2011-835 visant à interdire l'exploration et l'exploitation des mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux par fracturation hydraulique et à abroger les permis exclusifs de recherches comportant des projets ayant recours à cette technique. En voici l'article 1 : « *En application de la Charte de l'environnement de 2004 et du principe d'action préventive et de correction prévu à l'article L. 110-1 du code de l'environnement, l'exploration et l'exploitation des mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux par des forages suivis de fracturation hydraulique de la roche sont interdites sur le territoire national* ». On notera que le texte définitif met dans le même sac exploration



Carte 3. Estimations actuelles de territoires prometteurs

et exploitation, et exclut la disposition votée par le Sénat qui autorisait l'utilisation de la technique de fracturation hydraulique « à des fins scientifiques ».

Faut-il interdire l'exploration des gaz de schiste ?

Pendant de nombreuses années, la fracturation hydraulique a été mise en œuvre par l'industrie pétrolière sans soulever d'inquiétude particulière. Avec un clin d'œil, on peut rappeler que c'est aussi cette technique qui est utilisée pour exploiter la géothermie « de roche sèche » dans la centrale géothermique pilote alsacienne de Soultz-sous-Forêts, avec la bénédiction des élus locaux. Si les images de *Gasland* sont authentiques, elles prouvent surtout que certains exploitants américains ont très mal travaillé : le risque de pollution des nappes phréatiques ne vient pas tant de la fracturation, à plusieurs kilomètres de profondeur, que des débuts du forage vertical lui-même. Ces forages, combien y en a-t-il eu dans le Bassin parisien et le Bassin aquitain depuis les années 1950 ? Des milliers. Combien ont donné lieu à une pollution de la nappe phréatique ? Aucun, à notre connaissance.

L'expérience américaine nous apprend que l'exploitation du gaz de schiste présente des atouts importants mais n'est pas exempte de risques environnementaux. Il est donc parfaitement normal qu'avant de délivrer des permis *d'exploitation* en France, les pouvoirs publics s'entourent de précautions et exigent une étude approfondie de ses impacts sur l'environnement. On pourrait aussi comprendre le choix d'une stratégie consistant à retarder l'exploitation des ressources nationales en prévision de temps où les importations seront encore beaucoup plus onéreuses et les risques de pénurie d'approvisionnement pires qu'aujourd'hui.

Mais interdire pratiquement l'inventaire des ressources de notre sous-sol national est, en revanche, incompréhensible et vraiment irrationnel. « Interdire pratiquement » parce que c'est bien à cela que revient l'interdiction de la fracturation hydraulique en l'état actuel de la technologie. D'où le titre de cet article sur le soupçon d'extravagance qu'il y a à ignorer le montant de son compte en banque. Savoir ce que l'on a en banque ne présume pas des décisions quant au moment et à la manière de le dépenser, mais constitue quand même un préalable indispensable !

COMPOSITION DES FLUIDES DE STIMULATION HYDRAULIQUE

Le fluide de stimulation hydraulique est composé généralement de 98 à 99,5 % d'eau et de sable, et les 0,5 à 2 % restants comprennent des adjuvants. Ces adjuvants sont nécessaires pour renforcer l'efficacité du processus (ex. : réduction des frottements, protection contre la corrosion, réduction de la prolifération bactérienne dans les zones injectées). La plupart de ces composants sont présents dans les produits de consommation usuelle tels que les cosmétiques, le shampooing et les détergents.

Composant	Objectif	Usage commun
Acide chlorhydrique ou muriatique	Dissout les ciments minéraux et commence à produire des fissures dans la roche	Détergents et nettoyants pour piscines
Sodium	Retarde la décomposition du gel polyner	Sel de table
Polyacrylamide	Réduit la friction entre le fluide et les tubages	Traitement de l'eau, conditionnement des sols
Ethylène glycol	Empêche les dépôts dans les tuyaux	Nettoyants ménagers, agents de dégivrage, peintures et produits de calfeutrage
Borax	Maintient une viscosité fluide lorsque les températures augmentent	Utilisé dans les détergents à lessive, savons pour les mains et cosmétiques
Carbonate de potassium ou de sodium	Préserve l'efficacité des autres composants tels que les agents de réticulation	Utilisé dans les lessives, savons, adoucisseurs d'eau et produits pour lave-vaisselle
Glutaraldéhyde	Élimine les bactéries, présentes dans l'eau, responsables de la formation de sous-produits corrosifs	Désinfectant ; stérilisateur de matériel médical et dentaire
Gomme de guar	Epaissit l'eau afin de fixer le sable	Agent épaississant utilisé dans les cosmétiques, produits de boulangerie et pâtisseries, crèmes glacées, dentifrices, sauces
Acide citrique	Empêche la précipitation d'oxydes métalliques	Empêche la précipitation d'oxydes métalliques
Alcool isopropylique	Réduit la tension superficielle du fluide de stimulation afin de faciliter l'extraction du liquide du puits après stimulation	Utilisé dans les nettoyants à vitres, nettoyants multi-surfaces, anti-transpirants, déodorants et produits de coloration des cheveux

D'après www.gaznonconventionnelseurope.org novembre 2012.

2. Gaz de schiste : miracle ou mirage ?

Alain Grandjean
Économiste, Cofondateur et associé de Carbone4

Le débat[1] sur les gaz de schiste en France s'est enflammé pour deux grandes raisons. D'une part la « révolution des gaz non-conventionnels » aux États-Unis a participé à la baisse significative du prix du gaz sur le territoire américain et fait miroiter un potentiel énergétique immense. Et l'Agence américaine d'information sur l'énergie (l'EIA) a avancé le chiffre de 5 100 Gm^3 (milliards de m^3) de ressources de gaz de schiste en France (soit près de 20 ans de notre consommation d'énergie primaire, toutes sources confondues). D'autre part, les impacts environnementaux de l'exploitation de ces gaz ont été l'objet de communications spectaculaires. L'opposition s'est accrue entre une vision industrielle et une vision environnementaliste du dossier. Comment mettre ces considérations en perspective ?

Dans une première partie, nous allons ici revenir sur la situation américaine, les impacts environnementaux et les leçons possibles pour la France. Nous en déduirons notamment que l'intégration des contraintes sociales et environnementales conduit à un potentiel énergétique bien inférieur à celui issu de simples extrapolations géologiques. La deuxième partie de notre article visera à prendre du recul dans le cadre plus général de la lutte contre le changement climatique. Après avoir rappelé les enjeux relatifs aux énergies fossiles, nous ferons part de notre vision des priorités en matière d'investissements et d'actions publiques.

Retour sur la situation américaine

Les Américains viennent de vivre une mini-révolution énergétique. Depuis 2009, le prix du gaz est descendu en dessous de 6 dollars/MBTU[2], pour naviguer en ce moment entre 2 et 4 dollars/MBTU. Il en est résulté plusieurs grandes conséquences : une amélioration de la compétitivité américaine de l'industrie chimique, une désaffection relative vis-à-vis du charbon (qui du coup s'exporte plus en Europe) et du nucléaire, et une place plus importante des États-Unis dans la donne gazière mondiale.

Sans nier bien entendu ces effets observables, il est utile de poser deux questions. Cette « mini-révolution » est-elle bien due aux seuls gaz de schiste ? Est-elle durable ? Les gaz non-conventionnels sont tous du méthane, mais diffèrent dans leur mode d'extraction. En 2010, ils ont représenté 54 % de la production américaine de gaz, mais les seuls gaz de schiste n'en ont représenté que 15 %. Malgré une très forte croissance dans la décennie passée, ceux-ci ne représentaient en 2010 qu'environ 80 MTEP[3], soit moins de 5 % de la consommation primaire d'énergie américaine. Quant à la durabilité de la situation du marché du gaz aux EU, elle mérite d'être interrogée. Le prix du gaz se situe à environ la moitié de son coût de production (6 à 8 dollars/MBTU pour les gaz non conventionnels). Les entreprises qui se sont jetées à corps perdu sur ce nouvel eldorado commencent à déchanter et à vivre des fins de mois difficiles. On peut faire l'hypothèse qu'il s'est agi d'une bulle spéculative[4], conduisant à des surinvestissements de capacité, à l'origine de l'effondrement des prix. Cette bulle semble en cours d'éclatement. Les petits producteurs indépendants souffrent, ce qui va conduire probablement à une consolidation du secteur et faire revenir les prix à des niveaux plus raisonnables. C'est d'autant plus probable que le cycle d'investissements dans les gaz de schiste est très différent de celui du gaz conventionnel : il est nécessaire de réinvestir régulièrement pour compenser la déplétion rapide des puits en cours d'exploitation (graphique 1).

Les impacts environnementaux

Les impacts environnementaux de l'exploitation des gaz de schiste telle qu'elle est pratiquée actuellement sont de mieux en mieux établis[5]. Les risques de contamination des sols et eaux souterraines et d'appauvrisse-

(1) Voir par exemple le rapport des deux parlementaires François-Michel Gonnot et Philippe Martin du 8 juin 2011. http://www.assemblee-nationale.fr/13/rap-info/i3517.asp

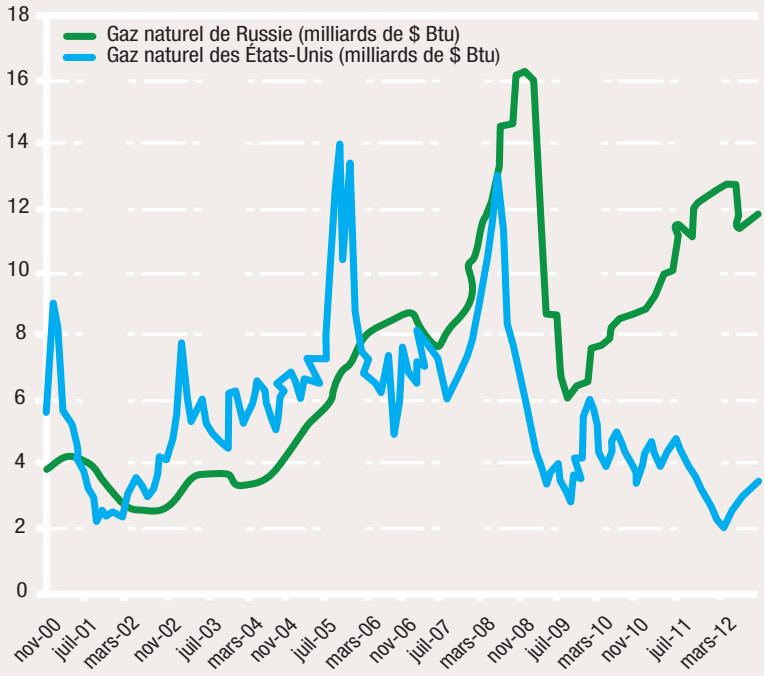
(2) Million British Thermal Unit. 1 MBTU =27,8 m^3.

(3) Millions de tonnes équivalent pétrole.

(4) Voir par exemple l'article du *New York Times* de juin 2011 : http://www.nytimes.com/2011/06/26/us/26gas.html?_r=4&hp=&pagewanted=all&

(5) Voir par exemple le rapport fait pour la Commission européenne : http://ec.europa.eu/energy/studies/energy_fr.htm

Graphique 1. **Prix et coûts du gaz naturel (index Mundi)**



Source : Patrick Criqui, CNRS, AEE 2012.

ment des ressources en eau[6] liés à la fracturation hydraulique sont les plus mis en avant. En effet, l'eau après usage peut contenir du sel et des éléments en suspension, qu'il faut éliminer, ce qui suppose des traitements similaires à ce qui est fait dans les stations d'épuration (décantation, floculation, électrocoagulation…). Il est impératif de veiller à la transparence de l'information sur les produits utilisés, au respect de l'interdiction de produits non autorisés et à la qualité des traitements effectués. Le risque souvent mentionné de contamination des nappes phréatiques est très faible pour un opérateur sérieux et bien contrôlé. Enfin, pour limiter le risque sismique il est nécessaire de suivre par instruments la sismicité et évidemment d'éviter les forages à proximité des failles sismiques. Ceci ne devrait pas poser de grandes difficultés en France, si ce n'est de réduire la surface des zones autorisées…

Au total, ces risques ne sont pas nuls, et ne peuvent qu'augmenter à proportion des volumes impliqués. Ils doivent conduire à un encadrement réglementaire serré[7] qui se traduira en tout état de cause par un allongement des délais de mise en exploitation, une hausse du coût du gaz et réduira le potentiel accessible. Il est cependant difficile d'y voir des difficultés insurmontables et les dangers ne semblent pas d'une ampleur telle qu'ils condamnent l'exploitation des gaz de schiste en France.

Nous allons plutôt insister sur les nuisances qui nous semblent centrales et au cœur du débat politique à venir. Il s'agit de l'emprise au sol des installations de production et des nuisances liées au forage, à l'exploitation, aux conséquences lourdes[8] : destructions difficilement réversibles de terrains naturels ou agricoles, circulations très importantes de camions, bruits, lumières intempestives, fumées et polluants atmosphériques, mitage du paysage… Ces impacts et leur acceptation par les populations voisines doivent évidemment être pris en compte, y compris dans l'évaluation du potentiel de production, ce que nous ferons plus loin.

En ordre de grandeur, l'exploitation de gaz de schiste nécessite un puits tous les km^2 (plus rigoureusement de 0,5 à 5 puits par km^2). Ces puits nécessitent davantage de surface au sol[9] que les puits conventionnels. Il faut de la place pour stocker l'eau qui va servir à fracturer la roche, et pour récupérer, dépolluer et recycler celle qui revient.

Cette emprise au sol est clairement la limite majeure au développement du gaz de schiste en France, dont la densité de population[10] est près de quatre fois supérieure en moyenne à celle des États-Unis. On tirera plus loin les conséquences de cet impact pour l'évaluation du potentiel du gaz de schiste.

Peut-on extrapoler le cas américain aux gisements français ?

Il y a bien des raisons de penser que non ; dès lors le potentiel de gaz de

(6) Chaque forage nécessite de l'ordre de 10 000 à 15 000 m^3 d'eau, ce qui n'est pas négligeable mais sans doute pas l'obstacle le plus dirimant, au moins dans la plupart des régions françaises.

(7) Voir le rapport du CGIET et du CGEDD, de mars 2012, qui en trace les grandes orientations. http://www.developpement-durable.gouv.fr/Mission-d-inspection-sur-les-gaz.html.

(8) Les nuisances sont plus faibles durant les années d'exploitation qui suivent. Mais la dynamique de l'activité est de multiplier les forages…

(9) L'emprise au sol d'un *cluster* (qui peut permettre de dix à trente forages) est de l'ordre de 1 à 3 hectares. Le forage par *cluster* consiste à partir d'un même puits à forer horizontalement dans plusieurs directions.

(10) La densité des États du Dakota (moins de 3 habitants au km^2)est dix fois inférieure à celle de l'Ariège.

schiste est très inférieur à ce à quoi une simple règle de trois pourrait conduire.

Aux États-Unis, les ressources du sous-sol appartiennent au propriétaire du sol. Il n'y a pas d'autorisation administrative à demander pour l'exploitation et surtout les propriétaires sont directement intéressés à l'exploitation du gaz. En France, la propriété du sol entraîne propriété du sous-sol (article 552 du code civil) mais le code minier prévoit que les gisements miniers ne peuvent être exploités qu'avec l'autorisation de l'État et pas nécessairement au profit du propriétaire.

Aux États-Unis, une industrie très importante[11] sait forer des dizaines de milliers de puits par an. Le réseau de gazoducs est dense, il est donc facile d'évacuer le gaz extrait. Les routes sont larges et laissent passer de grosses machines. La ruée vers le gaz de schiste s'est faite sans respect sérieux de contraintes environnementales qui ne se mettent en place que très progressivement. Compte tenu de contraintes et règles environnementales plus fortes, d'une industrie parapétrolière moins développée qu'outre Atlantique et d'une géographie moins bien adaptée, il faut s'attendre à des coûts de production significativement plus élevés en Europe qu'aux États-Unis, donc à une moindre rentabilité des gisements.

Mais venons-en au potentiel de production du gaz de schiste en France. Rappelons tout d'abord qu'une ressource (du « gaz en place ») n'est pas une réserve prouvée. En particulier, il faut connaître le taux de récupération à des conditions économiques de marché pour passer d'une notion à l'autre. Les taux de récupération pour les bassins français étant inconnus à ce jour, les réserves prouvées le sont tout autant… Un simple calcul fait comprendre l'impact de la deuxième variable clef, l'emprise foncière. En ordre de grandeur, supposons que les bassins de méthane en France contiennent 200 Mm^3 (millions de m^3) par km^2[12] et qu'on pourra en extraire 20 (taux de récupération de 10 %). Pour exploiter 1 000 km^2, qui produiront 20 Gm^3, il faudra forer entre 500 et 5 000 puits, à partir de *clusters* regroupant de 1 à 10 puits (soit de 50 à 5 000 *clusters*). Leur emprise au sol sera comprise entre 1,25 km^2 et… 125 km^2. Au-delà de l'incertitude forte – en l'absence d'études précises – relative à cette emprise, la zone elle-même sera maillée de ces *clusters* et, sauf construction *ad hoc* de gazoducs, de nouvelles voieries seront à prévoir pour les déplacements permanents de camions. Sur quelle surface imagine-t-on que ces nuisances seront acceptées[13] ? Les conflits seront multiples tant pour le tourisme, l'agriculture que simplement pour les riverains. Rappelons qu'il y a moins de 4 000 éoliennes sur toute la France, du fait notamment de l'opposition des populations concernées…

S'il est impossible de pronostiquer ce qui pourrait être envisagé si la France se lançait dans l'exploitation du gaz de schiste, considérons à titre d'exemple qu'elle mobilise une surface totale de 4 000 km^2, celle d'un petit département. Il en résulterait une production de 80 Gm^3, soit moins de deux ans de consommation de gaz en France[14], qui ne ferait donc que repousser à peine les échéances… Bref, dans cette hypothèse, un impact social et environnemental vraiment sérieux pour une contribution énergétique limitée, dans une vision pourtant volontariste. Pour conclure, il est impossible de prétendre que les gaz de schiste représentent une réelle opportunité énergétique pour la France sans avoir fait d'abord une étude approfondie des impacts en termes d'occupation des sols, ce qui sera le facteur limitant clef.

Énergies fossiles et climat[15]

Rappelons que les négociations internationales relatives à la lutte contre le changement climatique visent à éviter une augmentation de température moyenne sur la planète supérieure à +2 °C par rapport à la température préindustrielle. Au-delà de +2 °C, les répercussions sur nos organisations sociales seront telles que le coût des réparations sera bien supérieur au coût des actions d'atténuation à prendre aujourd'hui pour contrecarrer le processus. Dans un rapport publié en 2012[16], la Banque mondiale dresse un constat alarmant sur la situation, du fait de la faiblesse de nos engagements de réduction. Nous semblons ne pas réussir à éviter une trajectoire conduisant à une hausse tragique de la température de l'ordre de 4° minimum. Il est donc plus qu'urgent d'inverser le cours de notre route et de remettre en cause les méthodes qui nous conduisent à cette impasse.

En référence à plusieurs sources scientifiques récentes[17], satisfaire à l'objectif des « 2 °C » nous oblige à ne

(11) Il y a 2 000 appareils de forage aux États-Unis contre une petite centaine mobilisable en Europe. Voir http://gillesdarmois.blog.lemonde.fr/2012/06/01/des-regles-dor-pour-un-age-dor-du-gaz/

(12) Chiffres représentatifs des données relatives au Barnett, le site américain de référence.

(13) À titre de repère, les trois permis délivrés en 2010 couvrent une surface d'environ 10 000 km^2 : «Montélimar » (4 327 km^2), « Villeneuve de Berg » (931 km^2) et « Nant » (4 114 km^2).

(14) La France consomme environ 40 MTep de gaz par an soit environ 44 Gm^3.

(15) Je tiens à remercier Stéphane Amant, manager chez Carbone4, dont je m'inspire ici directement. Voir http://www.carbone4.com/fr/l_actu_de_carbone_4/climat-p%C3%A9trole-et-gaz-de-schiste%C2%A0-peut-les-marier%C2%A0.

(16) « Turn Down the Heat – why a 4°C warmer world must beavoided », The World Bank, novembre 2012, http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/Turn_Down_the_heat_Why_a_4_degree_centrigrade_warmer_world_must_be_avoided.pdf

(17) 600 $GtCO_2e$ cumulées environ entre aujourd'hui et 2050, selon Meinhausen *et al.*, *Nature 458*, p. 1158-1162 (2009). 1 200 $GtCO_2e$ cumulées environ entre aujourd'hui et 2050, selon Allen, M. R. *et al., Nature 458*, p. 1163-1166 (2009). 900 $GtCO_2$ cumulées entre aujourd'hui et 2050 selon l'AIE (*World Energy Outlook 2012*).

pas émettre plus de 600 à 1 200 $GtCO_2$ d'ici 2050, ces chiffres ne concernant que la combustion des énergies fossiles. Conservons l'ordre de grandeur de 1 000 $GtCO_2$, en se rappelant que l'humanité a émis en brûlant des énergies fossiles un peu plus de 30 $GtCO_2$ en 2010 et que ses émissions sont toujours croissantes. Peut-elle jouer à ce jeu longtemps ? En réserves prouvées[18] restantes de pétrole, gaz et charbon, nous avons dans le monde un potentiel d'émissions de près de 2 900 $GtCO_2$ sous les pieds, dont plus de 1 000 $GtCO_2$ en « se contentant » seulement du pétrole et du gaz. Ces chiffres font en outre abstraction des réserves non prouvées, au rang desquels les pétroles et gaz non-conventionnels ! Selon l'AIE, les réserves ultimes restantes de pétrole et de gaz, c'est-à-dire prouvées et non prouvées (mais techniquement extractibles), correspondraient à elles seules à des émissions supérieures à 4 000 $GtCO_2$. Celles de charbon à plus de 30 000 $GtCO_2$…

Le graphique 2 ci-dessous permet de mieux appréhender les ordres de grandeur en jeu, concernant les émissions « admissibles » (notre « droit à émettre ») et potentielles (à partir des réserves fossiles prouvées) et place des scénarios d'émission réalisés par l'AIE.

Peut-on compter sur les techniques de capture et séquestration du CO_2 (CSC) ? Elles sont envisageables, en théorie, pour la production électrique à base de charbon ou de gaz dans les zones de production qui sont « éligibles » à cette technologie. Sachant que le développement des techniques de CSC en est à ses prémices, que leur déploiement à une large échelle nécessite la conjonction de conditions économiques favorables aujourd'hui non réunies, qu'il n'est envisagé présentement par aucun expert de manière industrielle avant la décennie 2030, il ne semble pas que le CSC soit de nature à modifier substantiellement notre conclusion. Il faut impérativement réduire l'exploitation et la consommation des hydrocarbures au niveau mondial.

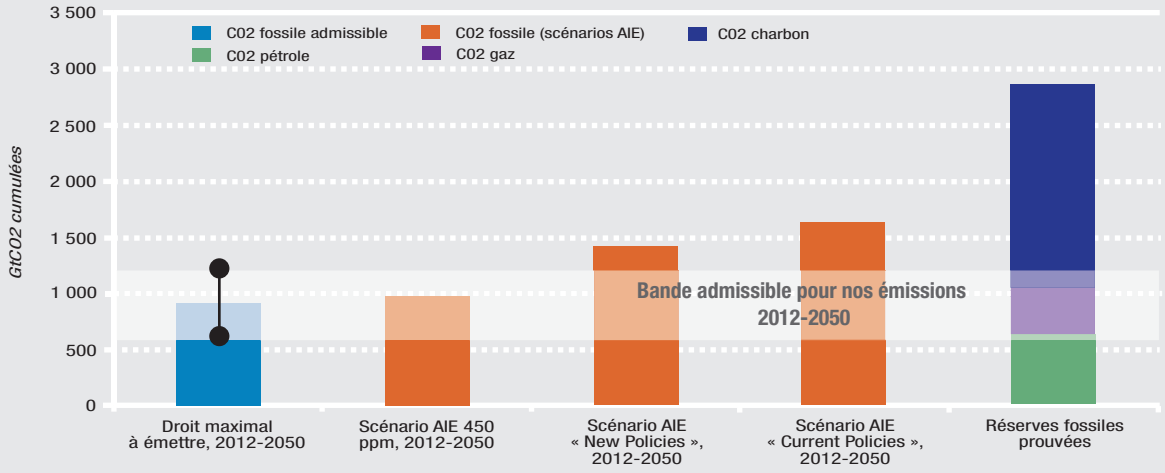
Les priorités de la transition énergétique

Il semble assez clair que si la France se lançait dans l'exploitation des gaz de schiste, ce serait pour des résultats plutôt lointains compte tenu des préalables à lever (comme la réforme du code minier et les réglementations à mettre en place), de la complexité des procédures et de l'hostilité des populations concernées. Et très probablement pour une contribution plutôt faible à l'équation énergétique française, comme on l'a vu. Pour autant, nous avons importé en 2011 pour plus de 60 milliards d'euros de pétrole et de gaz. La réduction de notre déficit commercial est une cause légitime. Par ailleurs l'ensemble formé par l'Union européenne et la Norvège importe 40 % de son gaz et la production européenne principalement norvégienne commence à décliner. Enfin le gaz de schiste se substituant au gaz importé, il ne devrait pas, toutes choses égales par ailleurs, contribuer à une croissance des émissions de GES[19]. Il est donc apparemment logique d'examiner la voie des gaz de schiste.

(18) Les réserves prouvées représentent la part des ressources dont l'extraction / production est considérée comme certaine à 90 %.

(19) Les gaz des schiste génèrent plus de fuites que le gaz conventionnel. Selon une recension récente, leur impact sur le pouvoir de réchauffement global à 100 ans serait compris entre 2 et 15 %, ce qui ne change pas les ordres de grandeur, même si c'est une raison supplémentaire de ne pas recourir aux gaz de schiste. Voir : AEA, Report for European Commission, *Climate impact of potential shale gas production in the EU*, juillet 2012.

Graphique 2. Les émissions « admissibles » et potentielles de CO2 entre 2012 et 2050



Source : Carbone4.

Ce raisonnement est pourtant erroné. Il l'est au niveau mondial comme nous l'avons vu : nous devons nous passer des hydrocarbures non-conventionnels sinon nous ne gagnerons pas la lutte contre le changement climatique. Insistons sur un argument souvent oublié : en quoi leur exploitation nous protégera-t-elle de celle des conventionnels[20] tant que nous n'avons pas appris à réduire drastiquement l'intensité énergétique de notre modèle économique au niveau mondial.

Il l'est aussi au niveau national. Notre priorité majeure est de réduire nos consommations d'énergie, à commencer par les hydrocarbures. Elle n'est pas de gagner un peu de temps en se lançant dans des paris aventureux. Les investissements à réaliser sont colossaux : à 10 millions de dollars le forage, ce sont des dizaines de milliards d'euros à engager. Certes ces investissements seront portés par le secteur privé principalement. Mais il faudra que la puissance publique accompagne le mouvement, tant au plan juridique que physique (aménagements des voies et des zones de forage, expropriations, financement de reconversions inévitables…). Il faudra de grands efforts de pédagogie et de communication pour faire comprendre l'intérêt de ces projets. Il faudra que les régions concernées s'emparent de ces questions en cohérence avec le niveau national.

Ce n'est évidemment pas la priorité. Si des efforts sont à faire en matière de communication et de sensibilisation du public et de gouvernance, c'est d'abord et avant tout en matière de sobriété et d'efficacité énergétiques.

Quant aux financements, ils sont à orienter en priorité absolue vers les investissements de maîtrise et de réduction de la demande d'énergie. Compte tenu de l'enjeu climatique, c'est là que la rentabilité sociale de long terme est la plus élevée. Si les conditions économiques actuelles sont telles que la rentabilité financière est inférieure à la rentabilité sociale, il appartient à l'État de mettre en place les dispositifs réglementaires et les signaux économiques (dont une taxe carbone suffisamment incitative) permettant un alignement de l'une sur l'autre. Et pas de favoriser le développement d'une solution à lourds impacts qui ne fait que repousser les échéances.

Pour rouvrir ce dossier, fermé à ce stade par le gouvernement, trois conditions sont à réunir. Que la France s'installe durablement sur une trajectoire de baisse de sa consommation énergétique, que les potentiels soient mieux cernés (ce qui suppose essentiellement des études d'impacts socioéconomiques sur les territoires concernés) et que les techniques d'exploitation soient moins pénalisantes pour l'environnement.

(20) Certes, si la Pologne passe rapidement au gaz de schiste, elle pourrait réduire, toutes choses égales par ailleurs, l'exploitation de ses mines de charbon ; mais qui peut garantir qu'elle ne s'y remettra pas ensuite, tant il est clair que la croissance économique repose encore sur la croissance de la consommation d'énergie ?