

DOC EN POCHE
ENTREZ DANS L'ACTU

Parlons gaz de schiste en 30 questions

Pierre-René Bauquis



La
documentation
Française

Lors de la réunion du 16 octobre 2014 a été lancée l'idée d'un article sur les «Gaz de schistes». Il est apparu avisé d'utiliser un ouvrage édité en 2014 par la Documentation française, rédigé par Pierre-René Bauquis, ancien Directeur Stratégie de Total, «Parlons Gaz de schistes, en 30 questions».

L'article ci-dessous est un résumé de l'ouvrage. Il a été rédigé par Jacques Woda, camarade de promotion de P-R Bauquis à l'ENSG (Ecole de Géologie de Nancy). Comme résumé il est forcément incomplet. Comme document il est fidèle à la pensée de l'auteur, qui a d'ailleurs relu les épreuves et ajouté quelques remarques pour tenir compte de la baisse du prix du pétrole survenue fin 2014.

Enfin, mais faut-il le préciser, fidélité ne veut pas toujours dire approbation.

Pour nos amis souhaitant être plus amplement informés, nous suggérons la lecture de cet ouvrage qui n'excède pas cent pages et qui allie documentation et pédagogie.

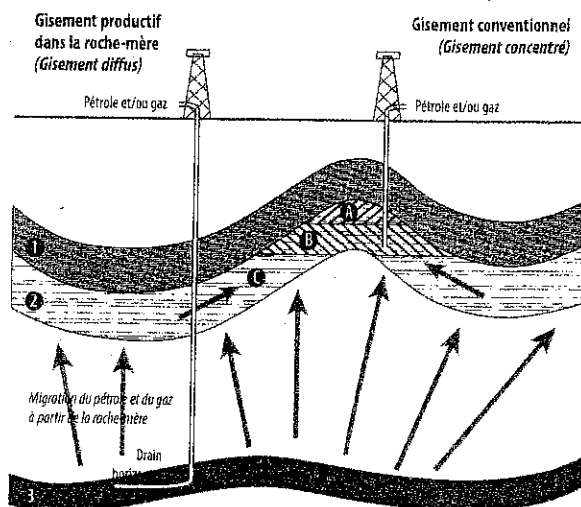
Origine des hydrocarbures

Le pétrole et le gaz ont, comme le charbon, une origine organique.

Les sédiments qui se déposent au fond des lacs ou des mers contiennent des parties minérales (coquilles,...) et des matières organiques (débris végétaux, plancton). Selon les conditions de température, de pression, d'oxygénation, de durée..., les parties organiques deviennent, dans une filière, du lignite, du charbon, de l'antracite, du méthane, ou bien, dans d'autres filières, du bitume, de l'asphalte, du pétrole et enfin du méthane.

A l'origine, il y a entre 400 et 20 millions d'années, pétrole et gaz sont formés dans des «roches mères». A présent, on les retrouve soit dans des réservoirs, vers lesquels ils ont migré au cours du temps (gisements dits «conventionnels») soit dans les roches mères elles-mêmes dans lesquelles ils sont restés (gisements appartenant à la famille des hydrocarbures dits «non-conventionnels».)

Gisements conventionnels et non conventionnels



- ① Roche imperméable qui piège les hydrocarbures en arrêtant leur migration : la couverture (ex. : argiles, sel)
- ② Roche poreuse et perméable qui contient les hydrocarbures : le réservoir (ex. : sables)
- ③ Roche très peu perméable, riche en matières organiques, qui génère les hydrocarbures : la roche-mère
- ④ Réservoir rempli de gaz
- ⑤ Réservoir rempli de pétrole
- ⑥ Réservoir rempli d'eau

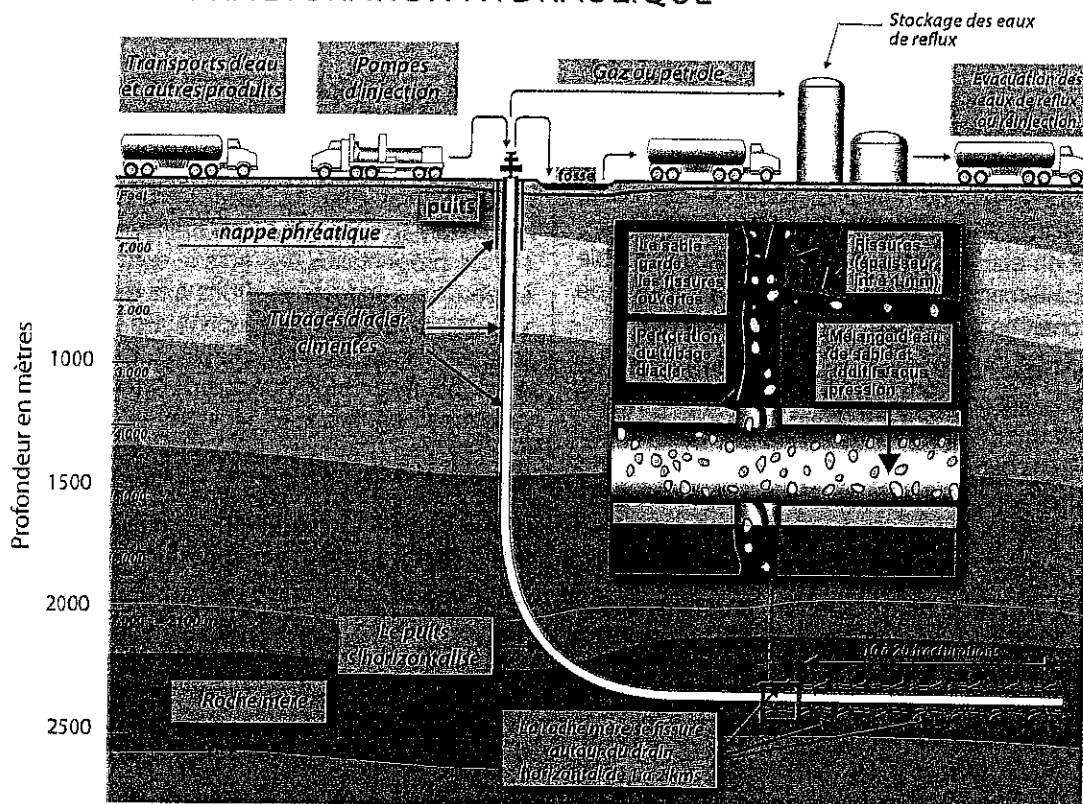
Source : P.-R. Bauquis.

Réalisation : Doc'en poche © Difa, Paris, 2014.

Les pétroles lourds, ultralourds ou solides sont également dits « non-conventionnels ».

Les réservoirs dits conventionnels sont des roches poreuses et perméables. Ils permettent la circulation des hydrocarbures vers des puits de remontée à la surface. Les réservoirs dits non conventionnels sont des roches compactes et très peu perméables. Ils sont le plus souvent les roches-mères d'origine, dans lesquelles une partie du pétrole ou du gaz est restée piégée. Les hydrocarbures qu'ils contiennent sont dits « huiles, pétrole ou gaz de schistes ». Ils peuvent parfois être piégés dans des roches compactes vers lesquelles pétrole ou gaz ont migré à faible distance, sans se concentrer.

LA FRACTURATION HYDRAULIQUE



source : PR Bauquix - 15 janvier 2014

Dans les deux cas, il faut, si l'on veut chasser les hydrocarbures vers les puits, recourir à des techniques de stimulation de la perméabilité, les fracturations.

Dire «pétrole et gaz de roches-mères» et non «de schistes» !

Un schiste est une roche dure et feuilletée, comme les ardoises couvrant les toits. Dans le cas des roches-mères, les pressions et les températures sont restées bien inférieures à celles nécessaires à la formation des schistes. Mais elles montrent une alternance de fines couches de couleur beige-brune. Cet aspect lité leur a fait donner, improprement, le nom de «schistes».

Ne pas confondre «pétrole de schiste» et «schistes bitumineux»

Les trois quarts des roches-mères du globe sont restées enfouies à une faible profondeur et sont demeurées au stade de «schistes bitumineux» solides, dont la matière organique a peu évolué. Ils ont été exploités par le passé, y compris en France (schistes d'Autun, jusque vers 1950) par mines ou carrières.

Principe de la fracturation hydraulique

Pour créer dans la roche compacte un réseau de fissures par lequel pourra passer le pétrole ou le gaz, le principe consiste à injecter en profondeur, à haute pression, de l'eau avec du sable fin, un agent gélifiant, et des additifs chimiques.

La fracturation hydraulique est une microfissuration : elle crée un réseau dense de fissures, fines comme des

cheveux (1/10^{ème} de millimètre). L'épaisseur de ces fissures est déterminée par le diamètre des grains de sable injectés, dont la fonction est de maintenir ouvertes ces microfissures. L'agent gélifiant sert à maintenir le sable fin en suspension dans l'eau. Les additifs sont des produits anticorrosion, antimousse, et des biocides.

La haute pression est obtenue par les pompes d'injection en tête de forage, au sol, ainsi que par l'alourdissement de l'eau due à l'agent gélifiant. Au fond d'un puits de 2500 m de profondeur, la pression hydrostatique atteint 250 bars.

Choisir et définir les meilleures zones pour accroître les probabilités de succès du forage est le rôle des géologues et des géophysiciens. Ils reconstituent d'abord l'histoire géologique de la roche-mère. Ils déterminent si une zone a été «mature» et a donc pu générer du pétrole ou du gaz. Ils établissent des cartes d'épaisseur de la roche-mère et de sa maturité estimée. Puis ils évaluent son attractivité en estimant les volumes de pétrole et de gaz en place (teneur en matière organique, maturité, porosité, saturation en eau, épaisseur).

L'efficacité des futures fracturations pour améliorer la productivité des puits dépend de paramètres physiques (rigidité de la roche, résistance à la traction, à la compression..) et de paramètres géologiques et-minéralogiques. Par exemple à 80 % d'argiles ou plus, le milieu est trop mou, les sables injectés ne peuvent maintenir les fractures ouvertes.

Risques et nuisances

Gaspiillage et pollution des eaux

La consommation d'eau de fracturation varie de 5000 à 20000 m³ par puits. Est-ce un volume important ? La

réponse dépend de la rareté de l'eau sur le lieu des opérations, du fait que de l'eau de mer ou non potable peut être utilisée, et de la réinjection éventuelle de l'eau qui remonte. En outre, la production de pétrole conventionnel donne lieu à une production associée d'«eaux de gisement» fortement salées, dont le volume représente à l'échelle mondiale le double de celui de la production de pétrole. Donc l'on sait comment disposer de ces eaux, entre leur réinjection telles quelles, et leur traitement les transformant en eau industrielle, ou agricole, ou potable (le coût de traitement étant croissant selon la qualité de l'eau qu'on cherche à obtenir).

A noter aussi que la production de gaz ou pétrole de roches-mères consomme, en moyenne, pour une même quantité d'énergie produite, environ cent fois plus d'eau que les hydrocarbures conventionnels, le charbon ou le nucléaire, et environ cent fois moins que les biocarburants (éthanol) produits à partir de maïs irrigué.

Quant à la pollution, il faut noter que l'exploitation des 100000 puits de roche-mère aux USA n'a entraîné aucune pollution grave. En effet, les «fractures» ne sont que des microfissures. Leur étendue se limite à quelques dizaines de mètres perpendiculairement aux puits et quelques centaines de mètres parallèlement aux drains horizontaux.

Au niveau des puits, des fuites peuvent survenir, que le gisement soit conventionnel ou non. Cela n'est pas lié à la fracturation, mais à des défauts d'étanchéité du ciment qui ancre dans le sol les tubes d'acier du forage.

Ce sont les rejets d'eaux en surface qui présentent le plus de risques réels. 30 à 50 % des fluides de fracturation injectés remontent jusqu'à la tête du puits. Leur rejet doit être strictement réglementé.

Risques pour l'atmosphère

Toute production d'énergie fossile consomme de l'énergie, «l'autoconsommation énergétique» et est donc productrice de gaz à effet de serre.

Si l'exploitation des gaz et pétrole conventionnels ne crée presque pas d'émissions de gaz à effet de serre, celle des hydrocarbures de roche-mère peut émettre du méthane ou, après combustion, du gaz carbonique. Le méthane est 20 à 40 fois plus nocif que le CO².

Pour une exploitation de pétrole il reste encore des cas où il n'est pas rentable de récupérer les gaz associés. Ils sont alors brûlés à la torche. Le total des gaz brûlés représente 10 à 20 % de la quantité totale de l'énergie produite.

C'est au stade de l'utilisation finale des combustibles (transport, chauffage, industrie, production d'électricité) que leur contribution à l'effet de serre, sous forme de CO², est de loin la plus importante.

La mise en place des puits exige de fortes consommations d'acier et de ciment, donc d'énergie : jusqu'à 5 % de l'énergie produite dans le cas des pétroles et gaz de roches-mères.

Risques sismiques

La fissuration des roches-mères par pression hydraulique engendre des micro-ondes de choc.

99 % de ces secousses sont de degré inférieur ou égal à 2,5 sur l'échelle de Richter. Cela équivaut aux secousses engendrées en surface par le métro à Paris.

Nuisances de voisinage

Pendant les douze à dix-huit mois initiaux de forage et de tests d'un ensemble de 10 à 20 puits («cluster») le voisinage va subir nuit et jour du bruit et la circulation des camions. Aux Etats Unis, ces nuisances ont peu d'impact car les propriétaires des sols le sont aussi du sous-sol : ils peuvent vendre leurs droits à la recherche puis percevoir des royalties de production. En Europe au contraire, le sous-sol est propriété de l'État. De surcroît, la densité de population est beaucoup plus forte. L'impact de ces nuisances est fortement ressenti.

Changement climatique

Produire des énergies fossiles consomme de l'énergie et émet donc du carbone, sous forme de méthane ou de gaz carbonique.

La production massive de pétroles et gaz de roches-mères pourrait avoir un effet bénéfique sur le changement climatique si elle s'accompagne de la réduction des consommations de charbon et évite les productions de pétroles de synthèse très fortement émettrices de gaz à effet de serre.

Les émissions de CO₂ pour la production de pétroles naturels ou de gaz sont en effet beaucoup moins élevées que celles liées à la production des produits de substitution (BTL Biomass to liquids, CTL Coal to liquids, GTL Gas to Liquids).

La comparaison des bilans carbone avec les biocarburants est plus complexe : un pétrole de roche-mère aura un bilan énergétique plus favorable qu'un éthanol américain produit à partir de maïs irrigué, mais pire qu'un éthanol brésilien produit à partir de canne à sucre sans irrigation.

Débits, production, rentabilité, emploi

Chaque puits ne peut extraire que le volume libéré par le chevelu de fissure qui lui est lié.

Les débits sont faibles, et chutent rapidement: 200 barils/jour (la première année), contre 2000 à 20000 pour un puits classique.

La production cumulée durant la durée de vie du puits est médiocre. Elle est dans un rapport de 1 à 10, voire 1 à 100, avec les puits conventionnels : 10 millions de barils par puits pour un gisement offshore africain contre 100 000 pour un très bon champ pétrolier de roches-mères.

Les équipements doivent fonctionner sans interruption, sinon les coûts s'envoient. Il faut forer des puits en continu pour maintenir la production. Pour le même volume total de gaz ou de pétrole, il faut cent à deux cent fois plus de puits dans des champs de roches-mères que dans des gisements conventionnels (mille fois plus que dans les meilleurs gisements du Moyen-Orient).

Depuis 2010, la croissance des gaz de roches-mères, s'est ralentie. Celle des pétroles s'est au contraire accélérée. En effet les prix du gaz se sont divisés par 3, ceux

du pétrole sont restés quasi stables, du moins jusqu'à la mi-2014. Ils ont été divisés par deux fin 2014.

Le baril est une unité sans base légale mais d'usage général, valant 159 litres. 1 tonne de pétrole correspond à 7 barils en moyenne. Aux États-Unis, pour 2008-2013, le prix de revient a été de 70\$/baril, pour un prix de vente «à la tête du puits» de 80 à 90\$. En moyenne la production a été rentable. Cette rentabilité serait toutefois très vite affectée par une baisse des prix des bruts de référence (le Brent ou le WTI) comme celle survenue fin 2014.

Actuellement, l'exploitation de pétrole et gaz des roches-mères à des fins économiques n'existe qu'aux États-Unis et au Canada. Ailleurs on en est seulement au stade des études et des forages d'évaluation (Argentine, Chine, Russie, Pologne).

L'autosuffisance pétrolière des USA était prévue vers 2025 en l'absence de baisse des prix du brut. Pour le gaz, les États-Unis sont devenus autosuffisants dès 2010 à un prix trois fois plus bas qu'en Europe, quatre fois plus bas qu'en Asie.

100.000 à 200.000 emplois directs ont été créés. Des centaines de milliers d'emplois ont été créés ou sauvés dans les industries traditionnelles par l'amélioration de la compétitivité dans toutes les industries grosses consommatrices d'énergie.

Le pétrole de roches mères est un brut léger. Or les raffineries américaines sont conçues pour traiter des pétroles plutôt lourds Elles s'avèrent donc inadaptées face à la nouvelle production de bruts légers.

Depuis 2011, les Etats Unis sont devenus exportateurs de produits pétroliers. L'Europe risque donc de se trouver avec 10 à 15 % de surcapacité de raffinage La France va devoir réduire ses productions d'essence devenues inexportables (les Etats-Unis étant le seul grand importateur d'essence), donc encourager les voitures à essence par rapport aux véhicules Diesel.

Dès 1976 aux USA des aides publiques à la recherche technologique et à la formation sont dégagées, des crédits d'impôt mis en place. En 2005 une loi exempte la fracturation hydraulique des obligations de garantie de la qualité de l'eau et de l'air. Ce genre d'exemption serait difficilement concevable en Europe !

Hors USA, et en France ?

Les principales ressources se situent en Russie, en Chine, en Argentine, au Maghreb. En Europe se trouvent de nombreuses zones intéressantes. La cartographie mondiale des roches-mères est assez bien connue. Mais les potentiels de productions économiques restent mal connus. En France, le Bassin parisien contiendrait 10 milliards de tonnes de pétrole de roches-mères, dont 2 à 4 % économiquement récupérables. Les roches-mères matures à gaz sont dans la vallée du Rhône. Il pourrait en exister également en Meuse.

La production d'hydrocarbures de roches mère diminuerait les importations. Cela serait favorable à notre balance des paiements, et un peu à l'emploi. Mais, contrairement à ce qui s'est passé aux États-Unis, la production de gaz de roches-mères n'aurait guère d'effet sur le prix du gaz.

En effet, les productions de gaz continueraient à être payées aux prix d'importation en Europe.

En raison de la loi du 13 juillet 2011, validée par le Conseil constitutionnel en 2013, il n'est pas possible de faire des évaluations techniques détaillées. Les raisonnements reposent sur des analogies techniques avec le cas américain.

Le Parlement a confié l'étude de la question des hydrocarbures non conventionnels à son organisme d'évaluation des technologies, l'OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques). L'OPECST a conclu qu'un inventaire des ressources en France est nécessaire et qu'il est impossible de le réaliser sans recourir à la fracturation hydraulique. Le serpent de la politique se mord la queue.

Le futur ?

L'apparition d'excédents de gaz aux Etats-Unis a contribué à déstabiliser les structures de prix des importations de gaz en Europe. Les termes des contrats ont été révisés en faveur des acheteurs.

La plus grande indépendance énergétique des États-Unis leur permettrait de diminuer leur implication dans les affaires du Moyen-Orient, jusqu'à présent leur principal fournisseur. La Chine et les autres pays d'Asie vont devenir les plus grands importateurs de pétrole et de gaz du Moyen-Orient. Le gaz est la principale exportation de la Russie. La production de gaz de roches-mères en Europe ou en Chine serait pour elle une mauvaise nouvelle.

Le Peak Oil, pic pétrolier, désigne le moment où la production mondiale de pétrole conventionnel atteindra un plafond, estimé à 5 milliards de tonnes/an (ou 100 millions de barils/jour). Il devrait débuter vers 2020-2030 et durer une ou deux dizaines d'années. Ensuite, la production mondiale devrait décliner. Les pétroles de roches-mères ne modifient que marginalement la perspective du Peak Oil Leur production ne représenterait en effet que 5 % du total mondial.

Hors USA, les prix du gaz étant 4 à 5 fois plus élevés qu'aux États-Unis, la production de gaz de roche-mère pourrait se développer à grande échelle.

En conclusion

En Occident, les XIX^{ème} et XX^{ème} siècle ont été des périodes de foi dans le progrès scientifique. A l'inverse, depuis 20 à 30 ans, un mouvement de méfiance s'est développé. L'usage extensif du principe de précaution développe les «NIMBY» (Not In My BackYard) et autres «BANANA» (Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything.).

Gaz et pétroles de roches-mères endossent les sentiments négatifs qui s'expriment à l'égard de l'industrie pétrolière elle-même. Ses accidents sont spectaculaires et peuvent engendrer des pollutions majeures. Elle est la plus importante industrie au monde, par son chiffre d'affaires, ses investissements et ses profits, environ dix fois supérieurs à ceux de la seconde industrie mondiale, l'automobile. Par la fatalité de la géologie, l'industrie pétrolière opère majoritairement dans des zones socialement instables, où elle devient le cœur de l'économie : elle se trouve donc au centre des luttes politiques.