



François DRAIN

## Gaz et pétrole non conventionnels

### 1. Introduction

Un article sur les gaz de schiste a été publié en juin 2012 dans les Plumes (vous pouvez le retrouver sur le site en vous connectant et en allant à la rubrique « Energies-Environnement »).

Il nous a semblé intéressant d'étendre le sujet à l'ensemble des gisements non conventionnels, qu'il s'agisse de gaz ou de pétrole. Après une définition des différents types de gisements, nous donnerons un aperçu de la production actuelle et des perspectives.

### 2. Gisements « conventionnels »

Les gisements conventionnels sont exploités depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle : le pétrole et/ou le gaz sont contenus dans une « poche » et accessibles par les techniques d'extraction classiques. En fait cette définition évolue au cours du temps et du progrès des techniques d'extraction ; par exemple en 1980 un gisement à plus de 500 m de profondeur d'eau était considéré comme inaccessible, alors que la limite actuelle est plutôt de 1500 m. Les gisements de gaz peuvent être associés, ou non, aux gisements de pétrole.

### 3. Gaz non conventionnels

On distingue trois types de gisements non conventionnels : les gaz de schiste déjà décrits en 2012, le gaz de houille et les hydrates de méthane, non encore exploités de façon industrielle à ce jour. [2]

#### 3.1 Gaz de schiste

Les gaz de schiste ou *shale gas* en anglais, se trouvent sous terre, occlus dans des roches-mères argileuses. Leur composition (essentiellement du méthane) est semblable à celle des gaz dits « conventionnels » mais la technique utilisée pour les extraire diverge : emprisonnés dans des roches très peu perméables et très peu poreuses, les gaz de schiste ne peuvent être exploités comme ceux qui sont piégés dans des structures géologiques. On les extrait par fracturation des roches qui les retiennent. Pour plus de détails se reporter à l'article publié en 2012.

#### 3.2 Gaz de houille

Également appelé « gaz de couche » et « gaz de charbon », le gaz de houille désigne le gaz piégé dans des veines de charbon. Ce gaz est composé à près de 95% de méthane et peut être exploité dans des centrales électriques à gaz ou injecté dans des réseaux de distribution de gaz après traitement.

Longtemps considéré comme un danger lors de l'exploitation du charbon dans les mines (« coups de grisou »), il est depuis une trentaine d'années exploité comme une ressource énergétique à part entière, dans un contexte de raréfaction des hydrocarbures. En France, le groupe La Française de l'énergie (ex-European Gas Limited) exploite du gaz de couche en Lorraine (mais aussi du « gaz de mine » qui ne nécessite pas de forage, dans les Hauts de France).

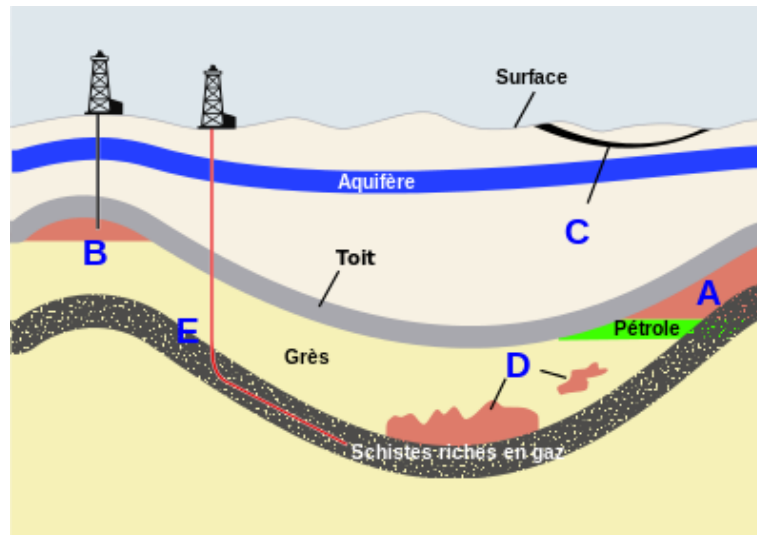


Figure 1

Gisements conventionnels de gaz associé (A) ou non associé (B) à un réservoir de pétrole  
 C : gaz de houille (grisou), D : gaz de réservoir ultra compact, E : gaz de schiste

### 3.3 Hydrates de méthane

L'hydrate de méthane est un composé solide, résultat de la cristallisation d'un mélange d'eau et de méthane sous certaines conditions de température et de pression. C'est une source potentielle d'énergie fossile mais son exploitation s'avère actuellement complexe et coûteuse. Il est localisé principalement dans les régions où se trouve le pergélisol (couche du sol gelée en permanence, en Arctique par exemple) ou dans les couches sédimentaires des fonds océaniques.

L'hydrate de méthane est constitué de molécules de méthane ( $\text{CH}_4$ ), entourées par un réseau de molécules d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) disposées en cage, d'où le nom de clathrates (du latin *clathrus*, encapsulé), aussi donné aux hydrates. À pression normale et à température ambiante, la cage de molécules d'eau se dissocie et libère une quantité considérable de méthane : lorsque l'hydrate « fond »,  $1 \text{ m}^3$  d'hydrate de méthane peut libérer près de  $164 \text{ m}^3$  de méthane et de l'eau. La part des hydrates dans la production de méthane reste cependant très modeste.

Des extractions d'hydrates de méthane ont eu lieu en Russie et au Japon :

En Sibérie, le site de Messoyakkha est en exploitation depuis les années 70, mais les conditions géologiques sont particulièrement favorables.

Au Japon, un premier test de production offshore a été réalisé en 2013, produisant  $20\,000 \text{ m}^3$  de gaz quotidien pendant 6 jours.

## 4. Pétroles non conventionnels

Il en existe trois types : les schistes bitumineux (ou bitumeux) appelés aussi huiles de schiste, les sables bitumineux (ou bitumeux) et le pétrole de schiste.

### 4.1 Schistes bitumineux

Les schistes bitumineux (également schistes pétrolifères, pyroschistes, kérobitumeux) sont des roches sédimentaires au grain fin, contenant assez de matériau organique, le kérogène, pour pouvoir fournir du pétrole et du gaz combustible. Contrairement à leur nom, ces roches ne sont pas nécessairement des schistes (roches qui ont pour particularité d'avoir un aspect feuilleté).

Le kérogène présent dans les schistes bitumineux peut être converti en pétrole à travers le processus chimique de la pyrolyse qui utilise le principe de la décomposition d'une matière organique par la chaleur. En effet, le kérogène contenu dans le schiste bitumineux est une sorte de « pétrole

inachevé » qui n'a pas subi des conditions de température et de pression suffisantes pour être transformé en pétrole.

#### 4.2 Sables bitumineux Canada/Vénézuéla

Un sable bitumineux ou bitumeux est un mélange de bitume brut, de sable, d'eau et d'argile.

Les sables bitumineux sont composés ainsi :

- 3 à 5% d'eau ;
- 7 à 12% de bitume ;
- 80 à 85% de matières minérales (silice et argile).

Après extraction et transformation des sables bitumineux, on obtient le bitume, un mélange d'hydrocarbures sous forme solide ou se présentant comme un liquide dense, épais et visqueux.

L'extraction peut se faire à ciel ouvert, ou « in situ » par injection de vapeur.

#### 4.3 Pétrole de schiste

Le pétrole de schiste (en anglais *shale oil*) est un pétrole léger contenu dans des formations géologiques poreuses de faible perméabilité, souvent du schiste ou du grès. Certains considèrent qu'il serait « plus juste de parler de pétrole ou de gaz "de roche-mère", plutôt que "de schiste" ». Il s'agit d'un type de pétrole léger de réservoirs étanches (en anglais *tight oil* ou *light tight oil*, abrégé **LTO**).

La production de pétrole de schiste recourt aux mêmes procédés de fracturation hydraulique et emploie souvent la même technologie de forage de puits horizontaux que l'exploitation du gaz de schiste.

### 5 Production et réserves

#### 5.1 Réserves prouvées

Il est difficile de trouver des données précises sur la production et les réserves par type de gisement. Pour l'ensemble gaz et pétrole, la référence [3] donne les valeurs suivantes pour les réserves prouvées, et la production en 2017. L'unité de mesure est la « TEP » Tonne Equivalent Pétrole, ce qui permet la comparaison entre les différents formes d'énergie.

| (milliards de TEP)       | Monde | USA   | Russie | Canada | Vénézuéla | Arabie Saoudite | Iran  | Irak  |
|--------------------------|-------|-------|--------|--------|-----------|-----------------|-------|-------|
| Réserves gaz             | 166,4 | 7,5   | 30,1   | 1,6    | 5,5       | 6,9             | 28,6  | 3     |
| % des réserves mondiales | -     | 4,5 % | 18 %   | 1%     | 3,3%      | 4,1%            | 17,2% | 1,8%  |
| Réserves pétrole         | 223   | 6,6   | 14     | 22,2   | 39,9      | 35              | 20,7  | 19,6  |
| % des réserves mondiales | -     | 3%    | 6,3%   | 10%    | 18%       | 15,7%           | 9,3%  | 8,8%  |
| Production gaz           | 3,165 | 0,631 | 0,546  | 0,152  | 0,029     | 0,096           | 0,193 | 0,009 |
| % production mondiale    | -     | 20%   | 17%    | 5%     | <1%       | 3%              | 6%    | <1%   |
| Production pétrole       | 4,387 | 0,571 | 0,554  | 0,236  | 0,108     | 0,562           | 0,234 | 0,221 |
| % production mondiale    | -     | 13%   | 12,6%  | 5,4%   | 2,5%      | 12,8%           | 5,3%  | 5%    |

Exprimée en années de production au rythme actuel, on a donc environ **50 années** de réserves de gaz et de pétrole, à comparer au plus de **130 années** de réserves de charbon, et environ **100 ans** pour l'uranium en réacteur à eau légère (plusieurs milliers d'années en réacteur à neutrons rapides). On remarque que le rythme d'extraction est très variable selon les pays : à peine plus de 10 ans de production restant aux USA (gaz et pétrole), contre 150 ans en Iran (gaz) et 400 ans au Venezuela (pétrole).

Les réserves de gaz incluent pour certains pays (USA) les gaz de schiste, mais pas pour tous. Elles n'incluent pas les hydrates de méthane.

Les réserves de pétrole incluent partiellement les sables bitumineux dont les principaux détenteurs sont le Canada et le Venezuela, et partiellement les pétroles de schistes.

## 5.2 Gisements non conventionnels

*Attention, il s'agit d'estimations, très variables selon les sources.*

| Estimation des réserves | Gaz de schiste          | Gaz de houille | Hydrate de méthane        | Schistes bitumineux | Sables bitumineux | Pétrole de schiste     |
|-------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| En milliards de TEP     | 180 [4]<br>(France 3,5) | 80 à 220       | 800 à 25000<br>(France ?) | 400                 | 400               | 45 [4]<br>(France 0,6) |
| En années de production | 57                      | 25 à 70        | 250 à 7000                | 90                  | 90                | 10                     |

### Remarques :

- En France les réserves de gaz de schiste correspondent à environ 90 ans de consommation actuelle et celles de pétrole de schiste à 7 ans de consommation actuelle. Cependant la loi Jacob du 13 juillet 2011 interdit l'exploration et l'exploitation des mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux par fracturation hydraulique et abroge les permis exclusifs de recherche ayant recours à ces techniques. Elle a été confirmée par le conseil constitutionnel en 2013.
- Du fait de son vaste domaine maritime, qui est le 2<sup>ème</sup> au monde avec plus de 10 millions de km<sup>2</sup>, la France possède probablement d'importantes réserves d'hydrate de méthane

## 6 Conclusion

Les réserves prouvées de gaz et pétrole représentent à l'heure actuelle une cinquantaine d'années de production au rythme actuel. Les gisements de gaz et pétrole non conventionnels multiplient cette durée par 2 ou 3, voire beaucoup plus si les hydrates de méthane venaient à être exploités de manière importante.

Les restrictions à cette exploitation sont plus d'ordre économique que technique. La raréfaction des gisements classiques fera augmenter les prix et rendra l'exploitation des gisements non conventionnels concurrentielle.

Le risque devient alors écologique, les quantités de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub> du à la combustion, et risque de fuite de méthane lors de l'exploitation des hydrates) étant considérables.

L'interdiction de la fracturation hydraulique en France est peut-être un premier pas pour limiter ce risque, mais ne concerne que les gaz et pétrole de schiste. Pour être efficace il faudrait qu'elle soit étendue au monde entier et aux autres types de gisements non conventionnels.

## Références

[1] <https://www.connaissancedesenergies.org/> FONDATION D'ENTREPRISE ALCEN POUR LA CONNAISSANCE DES ÉNERGIES, nombreuses fiches pédagogiques et articles divers sur tous les aspects de l'énergie. ALCEN est un groupe travaillant dans les domaines de la défense, de l'énergie, du médical, de l'aéronautique et des instruments scientifiques.

[2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Gaz\\_naturel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Gaz_naturel)

[3] BP Statistical Review of World Energy, June 2018

<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

[4] US Energy Information Administration : réserves de gaz et pétrole de schiste en 2013  
<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=11611>

On pourra aussi consulter le site « planete energies » <https://www.planete-energies.com/fr> fait par TOTAL, mais qui traite de tous les types d'énergie, y compris le nucléaire !