

L'Exploration et l'Exploitation des Huiles et Gaz de Schiste par Fracturation Hydraulique ou la Création d'un Nouveau Réacteur Chimique...

Extrait du « Bilan Toxicologique et Chimique » par André PICOT



Comme les réserves de gaz naturel conventionnel (méthane,...) décroissent inexorablement et pourraient être épuisées dans une soixantaine d'années, l'extraction des huiles et gaz non conventionnels emprisonnés dans du schiste ou hydrocarbures de roche-mère (roches sédimentaires), apparaît comme une alternative très séduisante pour plusieurs pays (Etats-Unis, Canada, maintenant l'Europe et dans l'avenir la Russie et la Chine...)

Les gaz non conventionnels représenteraient plus de quatre fois les ressources de gaz conventionnels.

Si on arrivait à bien exploiter ces gaz non conventionnels, cela changerait considérablement la politique d'indépendance énergétique mondiale, mais à quel prix pour l'environnement, tant les techniques d'extraction actuellement mises en place semblent polluantes et par ailleurs pas aussi rentables que vantées !

Types de Gaz	Ressources Mondiales En trillions de m ³	Estimation des coûts d'extraction en milliers de dollars
Gaz de Schiste	666	140 à 210 \$
Gaz de Charbon	256	35 à 100 \$
Gaz Conventionnel	185	-

Ressources mondiales de différents gaz hydrocarbonés

(Source: Investors Chronicle, avril 2010)

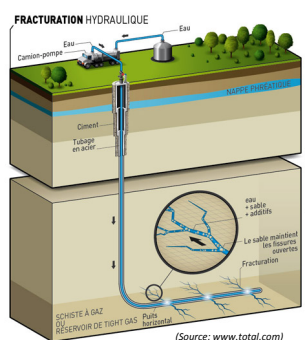
I. L'Extraction des Gaz non conventionnels et les Fluides de Fracturation.

Classiquement, deux techniques de forage sont utilisées :

- Le forage vertical, réalisé depuis la surface du sol
- Le forage horizontal, à partir d'un puits vertical et permettant d'opérer sur de grandes distances (1 à 3 km)

Ces technologies de plus en plus perfectionnées, permettent d'atteindre des formations géologiques profondes (jusqu'à 4000 m de profondeur). A ces profondeurs, comme la perméabilité du schiste est très faible et ne peut permettre l'extraction du gaz inclus, il est obligatoire de fracturer la roche par des techniques chimiques très puissantes (eau et fluides spéciaux mis sous pression).

La fracturation dite hydraulique se fait par injection d'eau (2000 à 20.000 m³ par cycle de fracturation) sous forte pression (plus de 76MPa) avec du sable fin et des produits chimiques qui empêchent les fractures de se refermer, comme l'indique le schéma ci joint.



(Source: www.total.com)

A part l'eau, le fluide de fracturation peut être de la boue ou un fluide synthétique à viscosité contrôlée, enrichi en agents durs (sable tamisé, microbilles de céramique, ...)

Les fluides de fracturation sont des fluides injectés sous fortes pressions dans une formation géologique, afin de broyer des roches dures et peu perméables, dans le but de libérer les hydrocarbures (gaz et huiles) qu'elles emprisonnent.

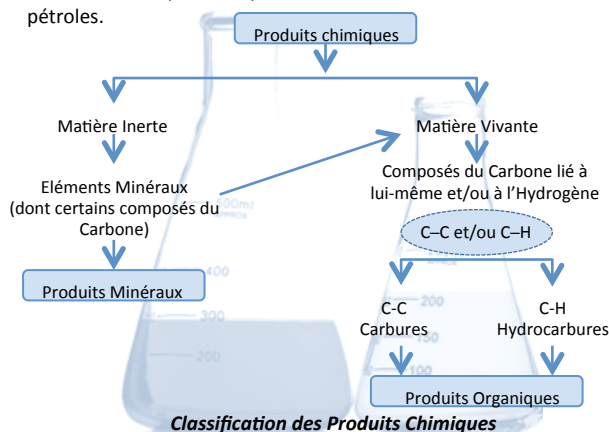
Ce fluide a trois fonctions :

- Transporter les composés chimiques, qui vont aider à fissurer la roche et extraire le gaz. (Jusqu'à une date récente, la composition des fluides de fracturation était tenue secrète par les exploitants, au titre du secret industriel)
- Ouvrir et étendre un réseau de fractures
- Transporter des agents de soutènement (proppants) qui sont des particules solides en suspension dans le fluide, le long des fractures.

Sur ce tableau figure les types d'additifs dans un liquide de fragmentation d'exploitation du gaz de schiste aux Etats-Unis.

A partir des listes consultables, les composés chimiques les plus souvent cités, peuvent être classés en deux groupes principaux :

- Les composés minéraux, qui regroupent tous les éléments chimiques classés dans le tableau périodique (proposé par le chimiste russe Mendeliev), à l'exception des composés carbonés organiques.
- Les composés organiques, qui selon la définition de l'IUPAC (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée) correspondent aux composés du carbone lié à lui-même (formant la famille des carbures) ou, pour l'essentiel, à l'hydrogène, constituant la grande famille des hydrocarbures. Squelette de base de tous les composés organiques, les hydrocarbures sont les constituants très majoritaires des gaz conventionnels (méthane) ou ceux non conventionnels, mais aussi des pétroles.



Classification des Produits Chimiques

Type d'Additifs		Principaux Composés chimiques	Composition % en volume
1	Eau		90
2	Agents de soutènement	Silice cristalline, billes de céramique	9,51
3	Acides forts, dissolvant les Métaux	Acide chlorhydrique	0,123
4	Agents réducteurs de friction	Polycrylamide, Huiles minérales	0,088
5	Surfactants (Agents diminuant la tension superficielle)	2-Butoxyéthanol, Isopropanol, Octylphénoléthoxylés	0,085
6	Stabilisants de l'Argile	Chlorure de potassium, Chlorure de tétraméthylammonium	0,06
7	Agents gélifiants	Bentonite, Gomme Guar, Hydroxyéthylcellulose	0,056
8	Inhibiteurs des dépôts dans les canalisations	Ethylène-glycol, Propylène-glycol	0,043
9	Agents de contrôle du pH	Carbonate de sodium, Carbonate de potassium, Chlorure d'ammonium	0,011
10	Agents de tenue des gels	Hémicellulase, Persulfate d'ammonium, Quebracho	0,01
11	Agents de maintien de la fluidité, en cas d'augmentation de la température	Perborate de sodium, Borates, Anhydride acétique	0,007
12	Agents de contrôle du Fer	Acide citrique, EDTA	0,004
13	Inhibiteurs de corrosion	Dérivés de la Quinoléine Diméthylformamide (DMF) Alcool propargylique	0,002
14	Biocides (antiseptiques)	Dibromoacétonitrile, Glutaraldéhyde, DBNPA	0,001

Composition des Fluides de Fracturation

(Source : Ground water protection and all consulting 2009)

II. Les Fluides de Fracturation, un milieu réactionnel, créateur de toxicité pour l'Homme et son Environnement.



Tout semble se passer comme si la zone de fracturation, à grandes profondeurs (1000 à 3000 m voire plus), soumise à de fortes pressions et à des températures assez élevées, se comportait comme un réacteur chimique dans lequel plusieurs centaines de produits, dont certains sont de puissants catalyseurs (sels métalliques...), interagissent et forment en fin de compte de nouveaux composés, résultats d'une ou de plusieurs réactions chimiques.

En exemple, celle qui peut paraître la plus étonnante aboutit au *N-Oxyde de 4-nitroquinoline (4-NQD)*, que l'on retrouve dans les eaux de sortie de la fracturation, selon les documents du NYSDEC, de l'État de New-York à des concentrations qui peuvent avoisiner les 15 mg/L⁻¹.

D'où peut provenir ce composé, qui peut paraître très insolite dans des eaux de fracturation, alors qu'il est seulement utilisé par les spécialistes de la cancérogénèse expérimentale pour déclencher sélectivement chez les rongeurs (Rats, Souris) des cancers de la cavité buccale et de la langue, mais aussi par les microbiologistes, comme une efficace substance témoin de mutagenèse, par exemple pour l'*Escherichia coli* (SOS-Chromotest).

Il est évident que ces éléments naturels qui enrichissent l'eau de sortie des puits de fracturation, sont autant de polluants, qui vont perturber les stations d'épuration, classiquement saturées dans ces zones d'extraction.

Comble de difficulté, ces eaux rejetées, peuvent aussi concentrer des éléments radioactifs comme le radium (Ra226), qu'il est pratiquement impossible d'éliminer.

Généralement, de nombreux métaux (Fer, Cuivre, Manganèse, Argent, Mercure, Plomb, Cadmium,...) et non métaux (Arsenic, Antimoine, Sélénium,...), présents dans les roches à l'état de sulfures, peuvent être libérés sous une forme ionisée hydrosoluble. Divers réactifs chimiques ajoutés au départ dans l'eau de fracturation peuvent faciliter cette libération. Ainsi à partir de leurs sulfures, le mercure, le plomb, le cadmium, ainsi que le thallium, mais aussi des non-métaux comme l'arsenic et l'antimoine vont libérer leurs cations hydrosolubles, qui sont extrêmement toxiques.

Tous ces risques toxiques à plus ou moins long terme, ne doivent pas faire oublier les éventuels risques d'explosion et d'incendie, liés à la présence dans l'eau de sortie, de gaz en particulier du méthane, extrêmement volatil et très inflammable.

Dans ce contexte d'influence environnementale néfaste, des techniques de fracturation pour l'exploitation des huiles et gaz de schiste ou hydrocarbures de roche-mère, nous avons été très sensibles à l'étude récente du Professeur Robert HOWARTH de l'Université de Cornell, qui estime que l'impact de l'exploitation des gaz de schiste sur le réchauffement climatique pourrait dépasser de 20% celui du charbon!!! Particulièrement important, surtout dans le Sud Est de la France, est le risque sismique, suite à des opérations de fracturation.

En effet, le sous-sol de ces régions méridionales riche en gaz de schiste est abondamment traversé par des failles et des fractures. Or l'étude géologique du sous-sol profond est quasi-inexistante et pourtant, c'est à ce niveau que se situe l'aquifère profond, lequel représentera dans l'avenir notre alimentation en eau.

Il est donc nécessaire de n'entreprendre aucune activité pétro-gazière profonde dans de telles régions, avant de disposer d'une réelle connaissance du sous-sol.

Aux Etats-Unis (Arkansas) et en Grande-Bretagne (Blackpool), les zones de prospection du gaz de schiste peuvent être plus vulnérables aux séismes naturels.

Il faut se rappeler que beaucoup de ces produits comme le sable, l'acide chlorhydrique, divers inhibiteurs de corrosion et biocides, sont couramment utilisés dans les industries pétrolières et gazières conventionnelles.

Si l'on met à part, les produits corrosifs (10) essentiellement minéraux (HCl, HF, NaOH, KOH, CaO) et quelques produits allergisants (sulfate de nickel, acétate chromique, formaldéhyde, glutaraldéhyde...), on peut regrouper dans le tableau ci dessous, une trentaine de produits qui doivent être considérés comme toxiques pour l'Homme, dont certains très toxiques, par exemple les produits cancérogènes ou les produits toxiques pour la reproduction, qu'il faut impérativement bannir.

TYPE DE TOXICITE	NOMBRE DE PRODUITS PRIS EN CONSIDERATION
Neurotoxicité	7
Hématotoxicité	3
Hépatotoxicité	1
Néphrotoxicité	3
Reprotoxicité (Repro 2 et 3)	6
Cancérogènes chez l'Homme (Groupes 1 et 2A du CIRC)	8 +1*

1* N-Oxyde de 4-nitroquinoline (cancers de la bouche et de la langue chez les rongeurs), n'a pas été encore pris en compte par le CIRC.

Les Principaux Produits Toxiques chez l'Homme référencés dans les tableaux 3 et 4 du « Bilan Toxicologique et Chimique »

La majorité des composés chimiques repérés dans les fluides de fracturation hydraulique d'exploration et d'exploitation des huiles et gaz de schistes ou hydrocarbures de roche-mère, sont pour l'essentiel des xénobiotiques (substances étrangères à l'organisme), dont plusieurs sont très toxiques et très polluants pour l'environnement.

Il est donc essentiel de considérer, que seules les techniques de fracturation, respectueuses de la santé humaine et de l'environnement, seraient à étudier dans la perspective d'une politique énergétique, acceptable par tous.



(Source : swarthmore.edu)



(Source : inconnue)

Evolution du paysage des puits d'extraction de gaz de schiste à Marcellus shale (USA)

Contact : ASSOCIATION TOXICOLOGIE-CHIMIE
MDA 10, 206 Quai de Valmy 75010 PARIS
<http://atctoxicologie.free.fr>

Pour en savoir plus, le « Bilan Toxicologique et Chimique sur l'Exploration et l'Exploitation des Huiles et Gaz de Schiste ou Hydrocarbures de Roche-mère » par André PICOT est téléchargeable sur notre site internet.