

## La technique de fracturation hydraulique, fiche plus détaillée

La fracturation hydraulique n'a lieu qu'après un forage (vertical ou horizontal), qui lui-même est assez complexe. Il faut couler des couches de béton de protection notamment lorsqu'on traverse les nappes phréatiques, et les tuyaux ont eux-mêmes de multiples couches de protection, la deuxième vidéo en anglais décrit bien toutes les étapes. Le risque de contamination des nappes phréatiques est inhérent à chaque forage, ce n'est pas spécifique aux gaz de schiste ici.

A noter : un forage vertical coûte environ 800 000 \$, un horizontal au moins 2,5 millions... mais il est beaucoup plus rentable pour la production (pour le premier à Barnett, le rendement a été multiplié par 50 par rapport à un puits vertical par exemple).

### Les étapes de la fracturation hydraulique :

#### **1) MODELISATION :**

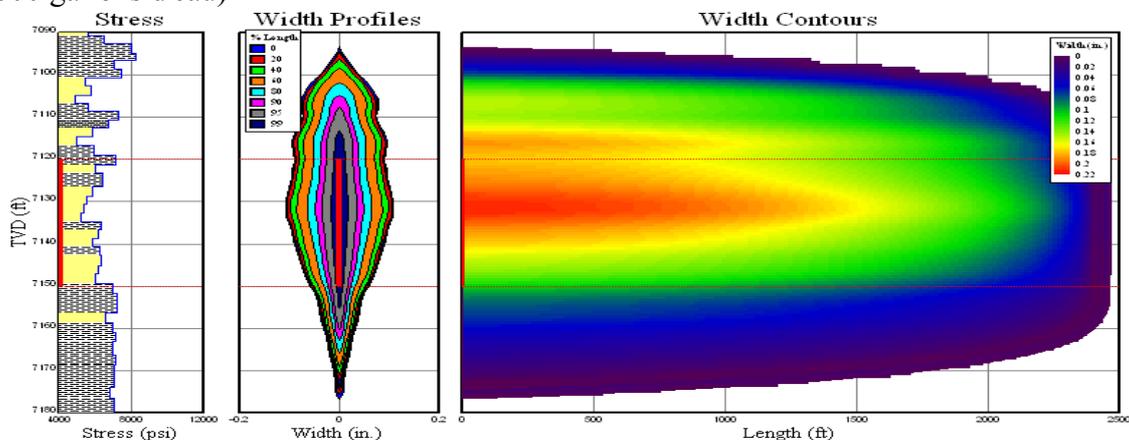
La fracturation hydraulique est une technique qui doit être contrôlée par système informatique tout au long de la réalisation. Des logiciels sont utilisés pour modéliser la structure des schistes, de la roche mère, l'évolution de l'environnement géologique avec la profondeur, etc...

On peut aussi réaliser une cartographie des fractures micro-sismiques pour voir comment la roche réagirait à la fracturation.

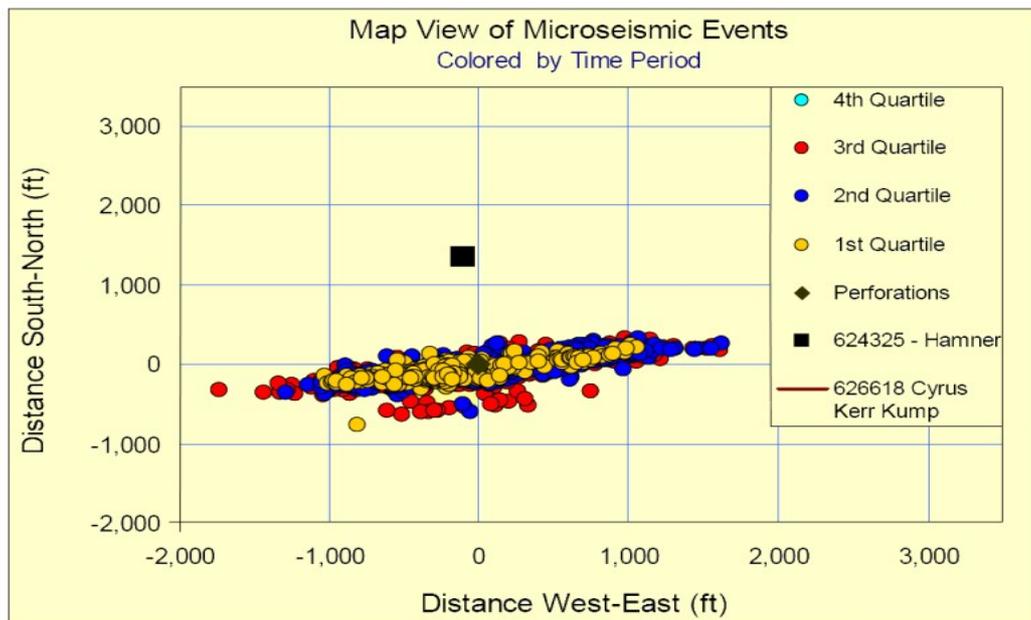
Quelques images des test préalables à la fracturation :



Les experts au contrôle, il en faut entre 30 et 35 pour une fracturation moyenne (504 000 gallons d'eau)



SOURCE : Chesapeake 2008, exemple de modèle de guidage avant la fracturation



Source: Oilfield Service Company, 2008

Exemple de cartographie des microséismes autour de la zone ciblée de fracturation

Le but de ces modélisations informatiques est d'optimiser les modèles de fracturation en fonction des caractéristiques du milieu, et de bien limiter la fracturation à la zone cible. Si ce n'est pas le cas, le gaz s'échappe alors en tout ou partie par d'autres voies (failles internes à la roche mère, autres fractures excentrées du réseaux de failles et du forages...), ou que l'explosion provoque une entrée d'eau issue des nappes phréatiques dans le forage ce qui signifie pollution, perte d'argent pour la firme, voir abandon du puits car l'exploitation n'est plus possible. Il s'agit donc d'une étape indispensable.

## 2) TESTS

Egalement réalisé avec des outils informatiques, il faut :

- \_ tester les revêtements du puits et du ciment tout au long de la construction et du forage
- \_ effectuer des tests de pression pour l'équipement de fracturation

Les agences de régulation étatiques (aux Etats-Unis en tout cas) édictent les normes minimales de sécurité et les tests à réaliser.

## 3) EXPLOSION

On introduit des fusibles avec des charges explosives aux endroits ciblés, voir sur la vidéo

## 4) LES SUBSTAGES

Dans le cas d'un forage vertical, on ne réalise qu'une seule explosion, appelée « stage », dont chacune des étapes est nommée « substage » et correspond à l'introduction des différents volumes et compositions du liquide de fracturation. Pour un forage horizontal, comme la pression ne peut être maintenue suffisamment forte sur tout le long de la partie horizontale du tuyau ( de 1000 à 5000 feets de long), une seule stimulation ne suffit pas. On départage alors le tuyau en 2 à une dizaine de stages au maximum.

Il faut environ 3600 000 gallons d'eau par stage.

**1\_ le premier substage** est un traitement à l'acide, le plus souvent de l'acide chlorhydrique qui sert à rincer le forage de tous les déchets dus à la perforation et à l'explosion. La concentration en acide

varie, sa valeur moyenne serait de 15%, lui-même dilué dans de l'eau (2% d'acide pour 98% d'eau). Le pourcentage est faible, mais en réalité, étant donné les quantités énormes d'eau mobilisée, ce sont plusieurs centaines de tonnes de produits chimiques qui vont être introduits dans le puits (voir la vidéo, plusieurs camions sont remplis d'acide au départ).

**2\_ le deuxième** stade est l'introduction du slickwater pad, il s'agit d'un mélange de liquide fracturation à base d'eau et d'un agent réducteur de friction. Il doit occuper tout le volume du forage et des failles créées par la perforation. Le slickwater pad va alors créer un réseau de failles autour des fractures. Ce mélange facilite la circulation et l'insertion des propants et résiste plus facilement à la haute pression que l'eau seule, voir ci-dessous.

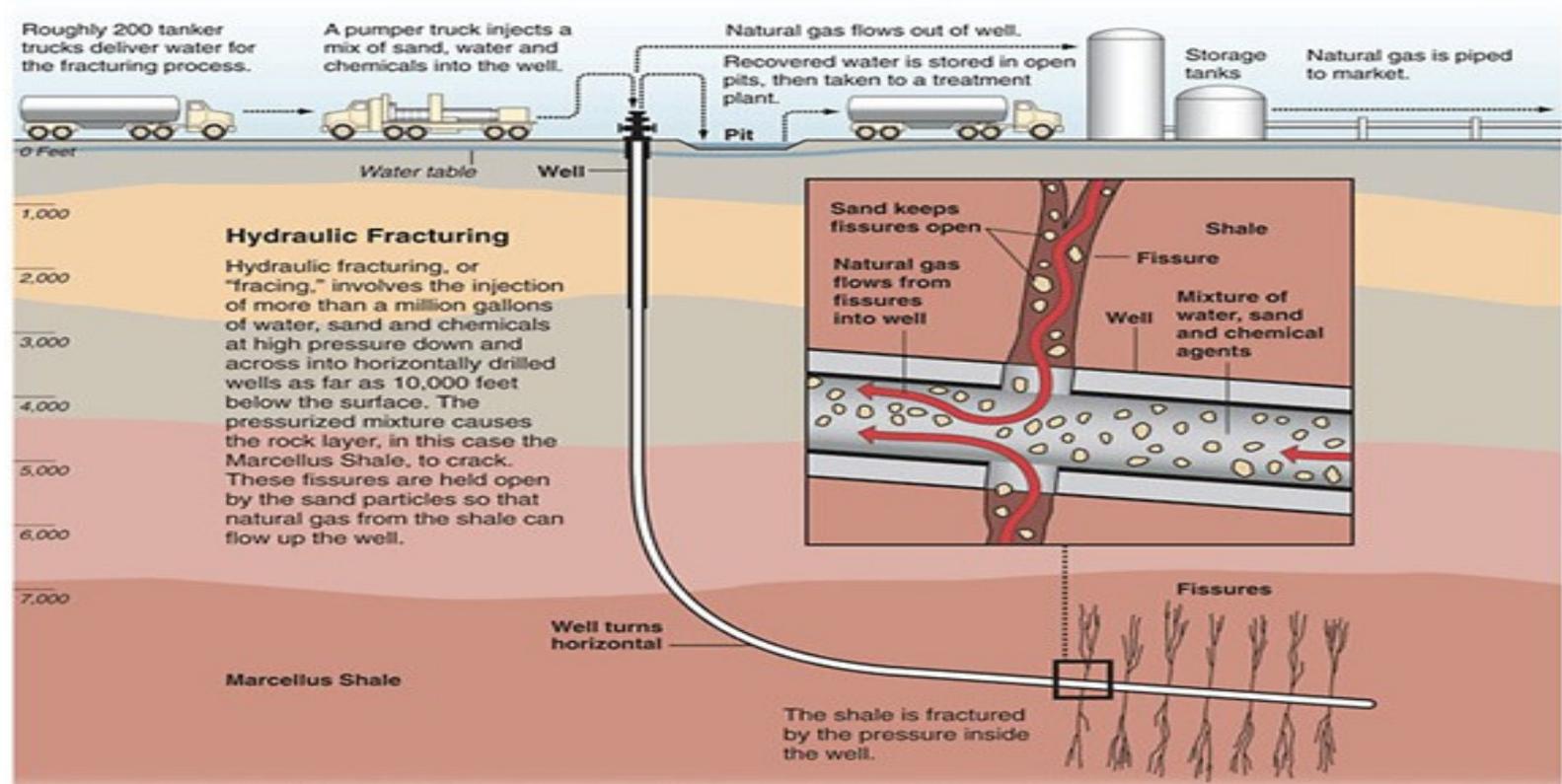
**3\_ Le troisième stade** est l'introduction de gros volumes d'eau chargée en produits chimiques et surtout en particules très fines, que l'on nomme les propants. Celles-ci ont pour rôle de garder ouvertes les fissures dans la roches, qui sinon se refermeraient étant donné les hauts niveaux de pression à cette profondeur. On utilisait au départ que des sables classiques (type sillicieux), mais de plus en plus les compagnies utilisent de la poussière d'aluminium, de céramique, de bauxite...

**4\_ Les stades suivants** correspondent à l'augmentation progressive de la taille des propants accompagnée d'une réduction du volume d'eau introduit à chaque étape. Les grains fins ont pénétrés le plus loin dans les failles de la roche, et les gros grains maintiennent les « sorties de failles » plus ouvertes. Ils peut y avoir environ 8 substages de ce type

**5\_ Rinçage** à l'eau du forage pour éliminer les excès de propants dans le tuyau

**6\_ Extraction** du gaz qui s'échappe des roches

### Résumé schématique



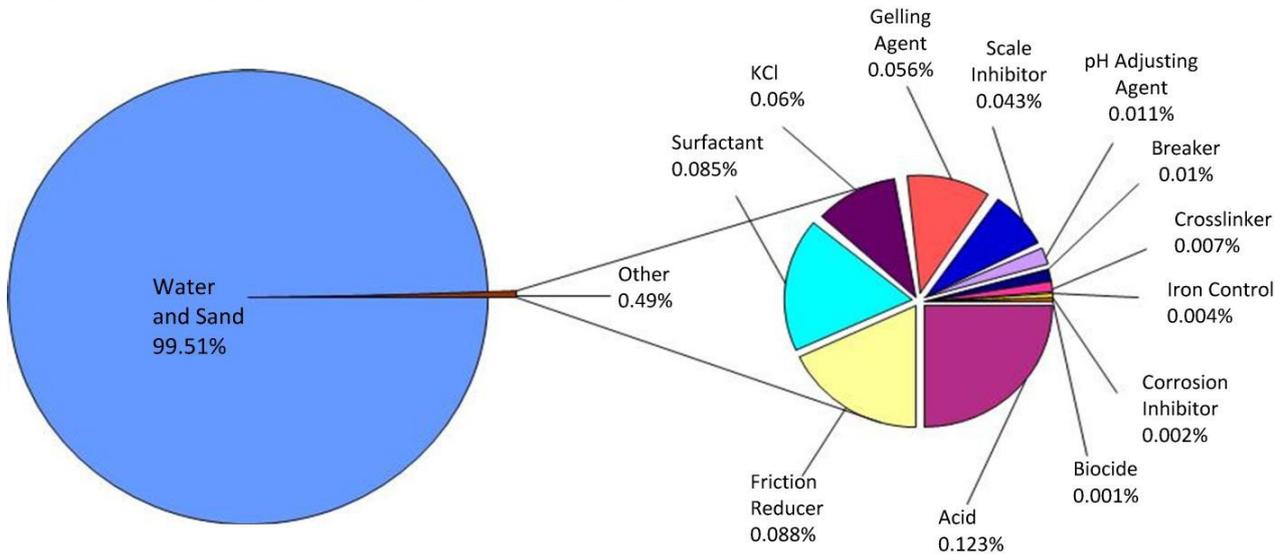
Graphic by AJ Granberg

[http://www.eia.gov/energy\\_in\\_brief/images/charts/hydraulic\\_fracturing\\_large.jpg](http://www.eia.gov/energy_in_brief/images/charts/hydraulic_fracturing_large.jpg)

## Additifs du liquide de fracturation :

La composition du liquide de fracturation varie d'une compagnie à une autre, et en fonction des caractéristiques du milieu. Beaucoup de compagnies refusent de donner une liste des composés chimiques qu'elles utilisent, cela diminuerait leur compétitivité en matière de recherche.

diagramme des proportions des principaux composants :



Source: ALL Consulting based on data from a fracture operation in the Fayetteville Shale, 2008

A bien noter :

Il y a des biocides (anti développement de micro-organismes dans le liquide), des anti oxygène, des anti corrosifs, des acides pour nettoyer, des agents transporteurs, des régulateurs de pH...

Il y a qu'une quinzaine de composants dans le tableau, il y en a probablement bien plus en réalité, notamment des composés dérivés du pétrole très toxiques.

### **SOURCES :**

[http://www.eia.gov/pressroom/presentations/newell\\_06212011.pdf](http://www.eia.gov/pressroom/presentations/newell_06212011.pdf)

<http://geology.com/energy/world-shale-gas/>

<http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>

[http://www.eia.gov/about/richard\\_newell.cfm](http://www.eia.gov/about/richard_newell.cfm)

articles scientifiques :

[http://www.netl.doe.gov/technologies/oil-gas/publications/EPreports/Shale\\_Gas\\_Primer\\_2009.pdf](http://www.netl.doe.gov/technologies/oil-gas/publications/EPreports/Shale_Gas_Primer_2009.pdf)

Vidéos utiles :

\_deux vidéos courtes en anglais, animation 3D, réalisé par la firme Chesapeake, qui exploite le gaz de schiste aux Etats-Unis

sur la fracturation hydraulique :

[http://www.youtube.com/watch?v=73mv-WI5cgg&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=73mv-WI5cgg&feature=player_embedded)

sur le forage horizontal :

<http://www.youtube.com/watch?v=AYQcSz27Xp8&feature=relmfu>