



Surtout, ne parlons pas des gaz de schiste !

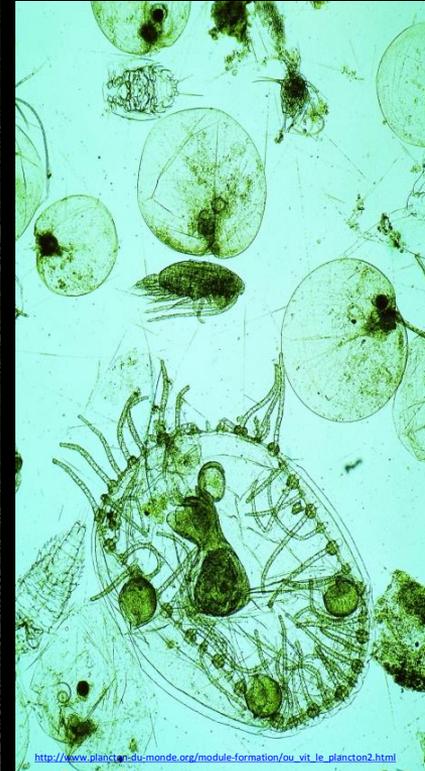
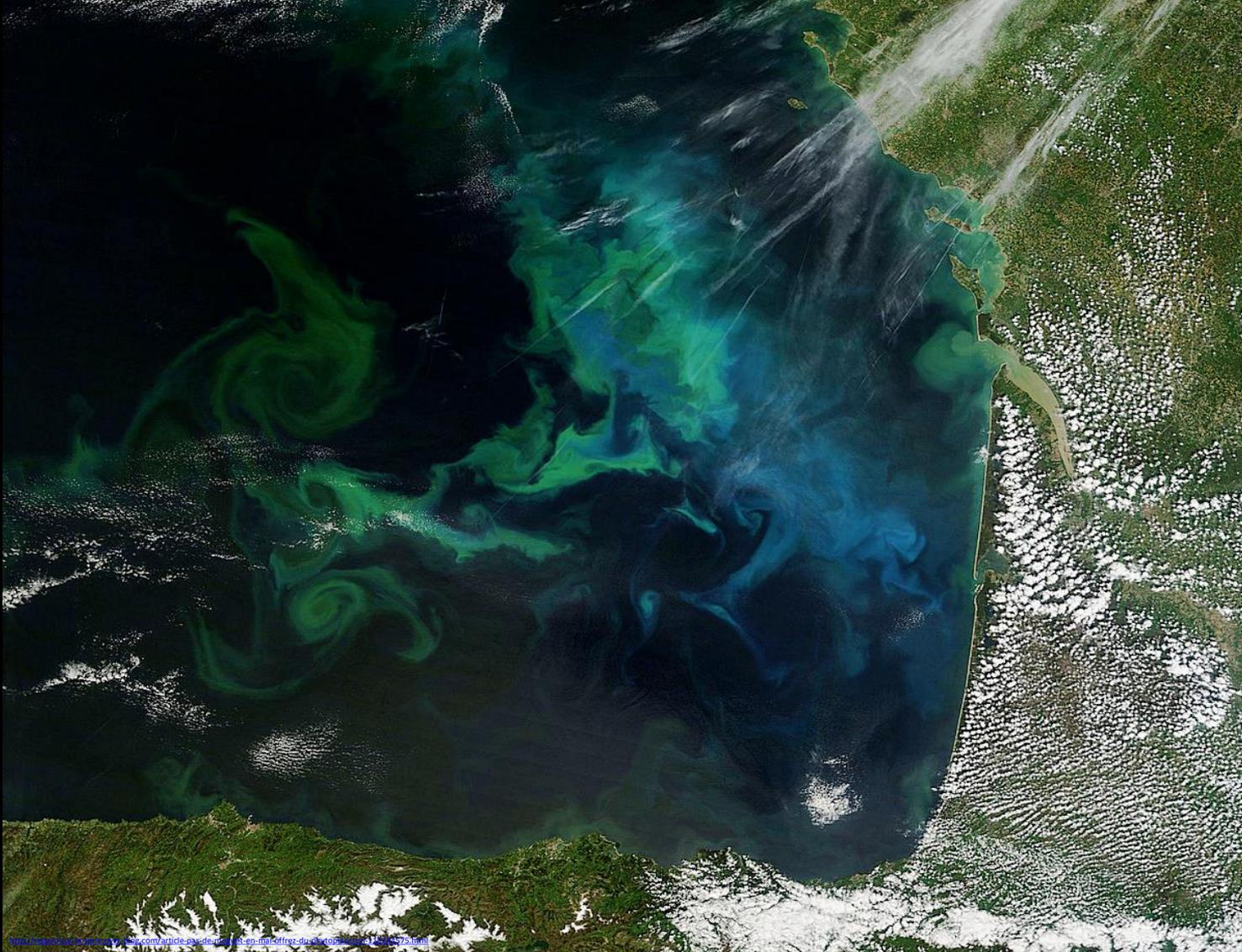


... Ils en ont parlé

Les gaz de schiste, nouvel Eldorado, impasse ou catastrophe à venir ?



Pierre Thomas, ENS-OSU Lyon, Festival de Fleurance 2015



Les gaz et pétroles de schistes : pour simplifier, une origine planctonique. Si les cadavres du (phyto)plancton arrivent au fond de la mer sans être consommés et oxydés ...



... ils peuvent être mélangés à des argiles et autres sédiments, et se déposer au fond de la mer. Le tout peut être recouvert de nouveaux sédiments ...



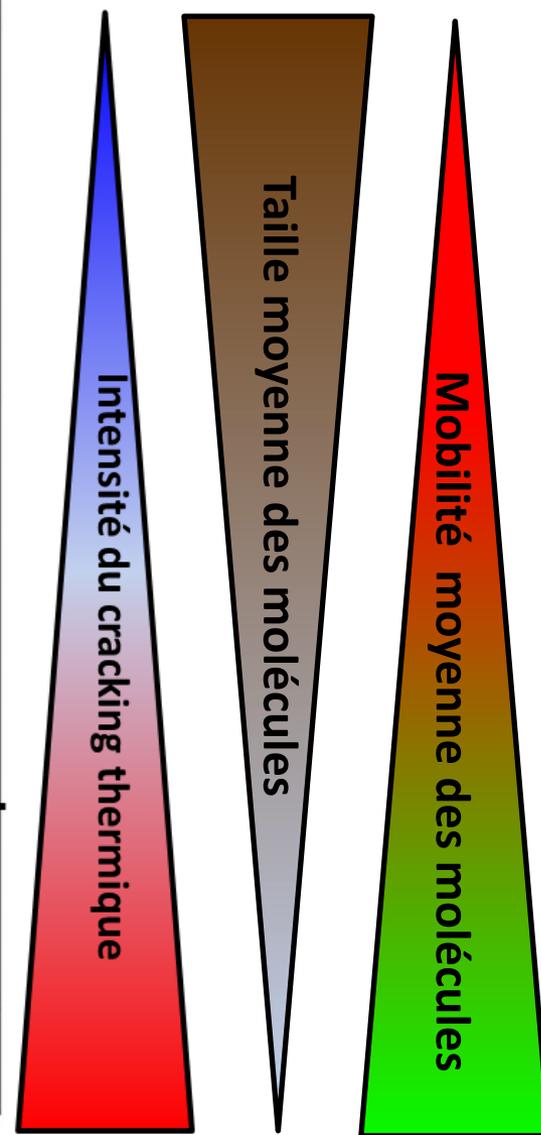
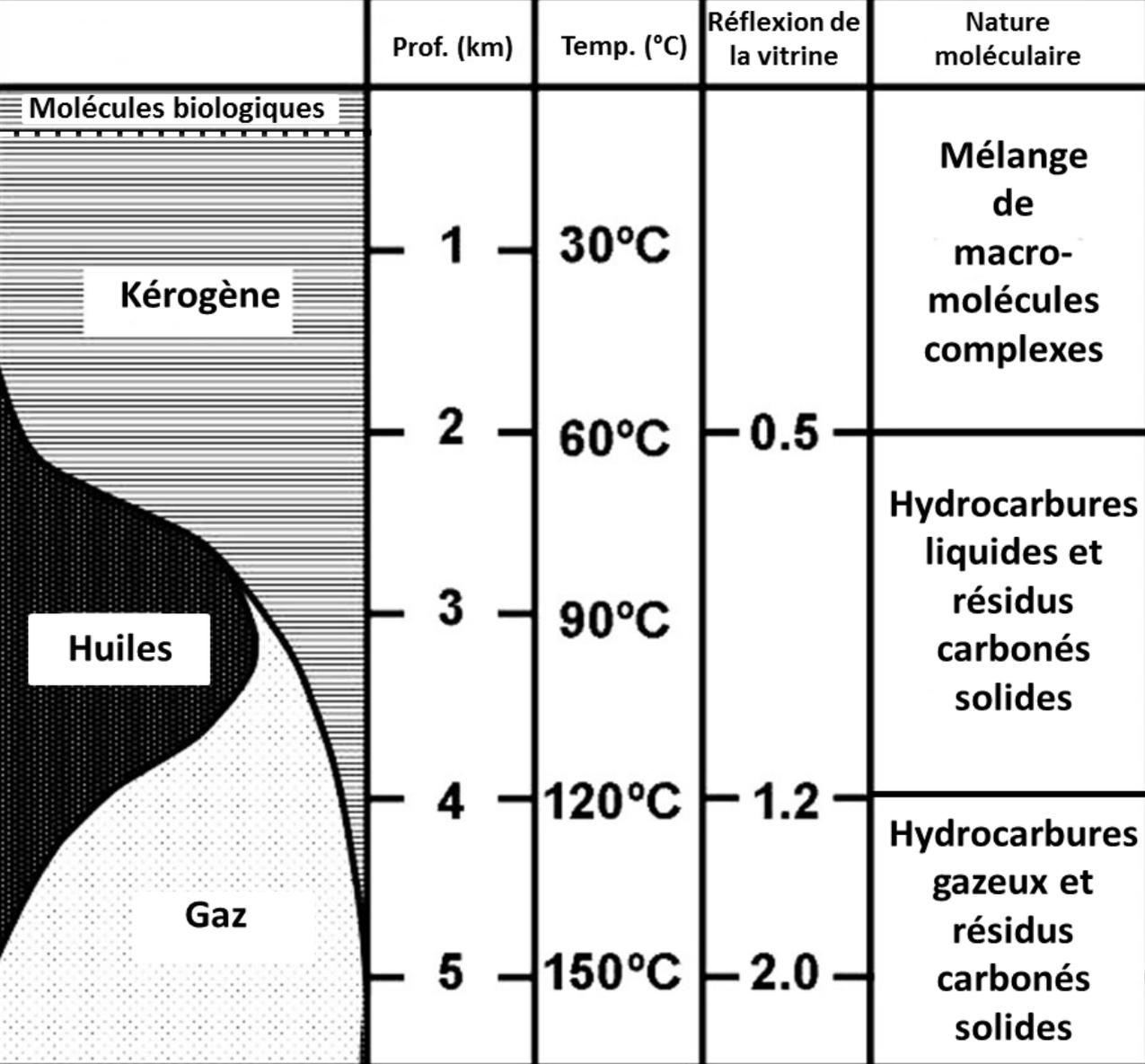
Ces sédiments riches en matière organique planctonique sont souvent des argiles ou des marnes noires (en anglais black shales, pas de « vrai nom » en français), comme on en voit ici (mis à jour par l'érosion).



Que se passe-t-il si ces black shales sont enfouis en profondeur (et donc chauffés) au cours de leur histoire géologique ultérieure ?

La matière organique se transforme.

Si on simplifie beaucoup et qu'on oublie les nombreux cas particuliers, voilà ce qui se passe :

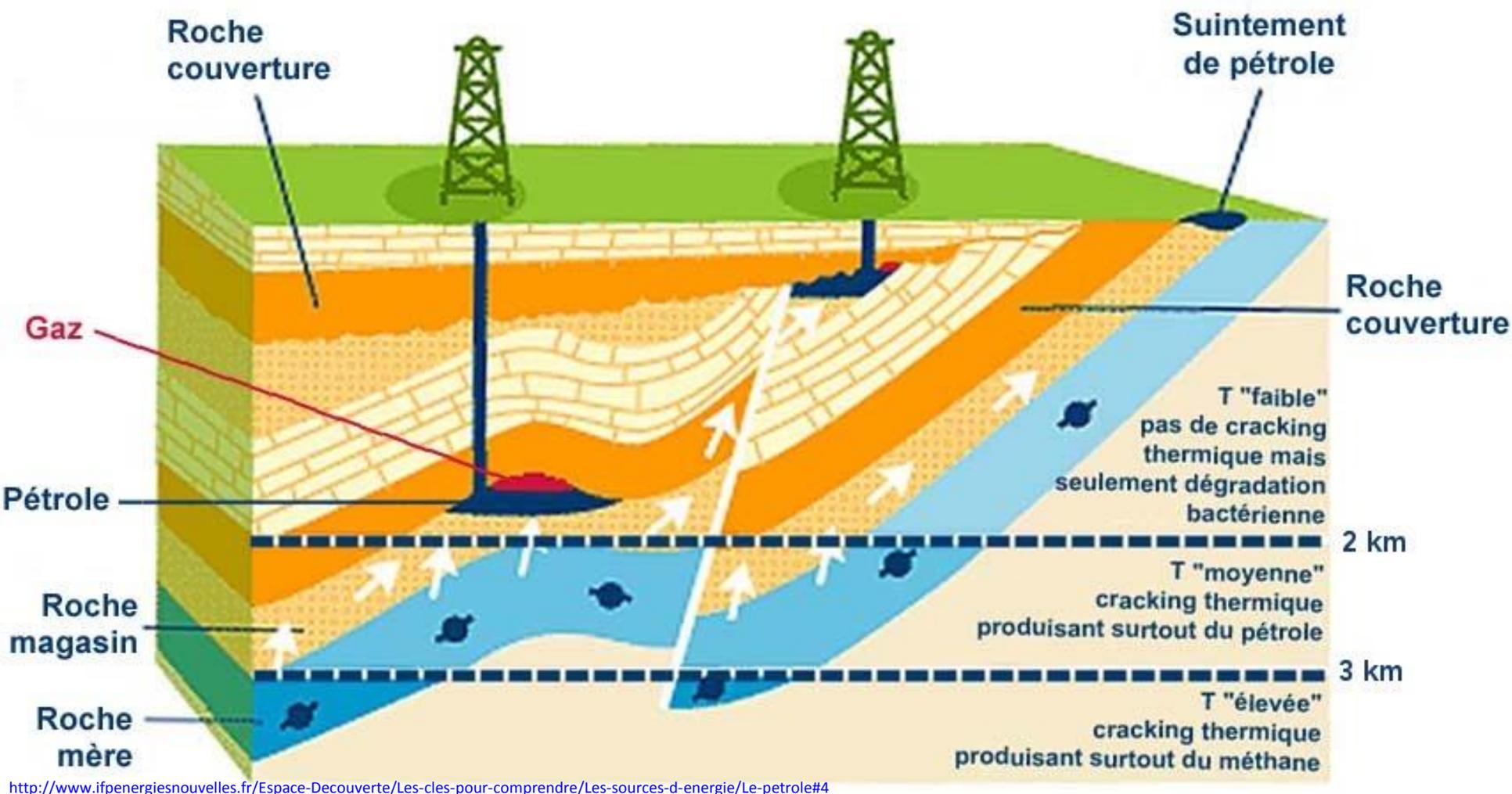


→ Génération d'hydrocarbures

La genèse des pétroles et des gaz



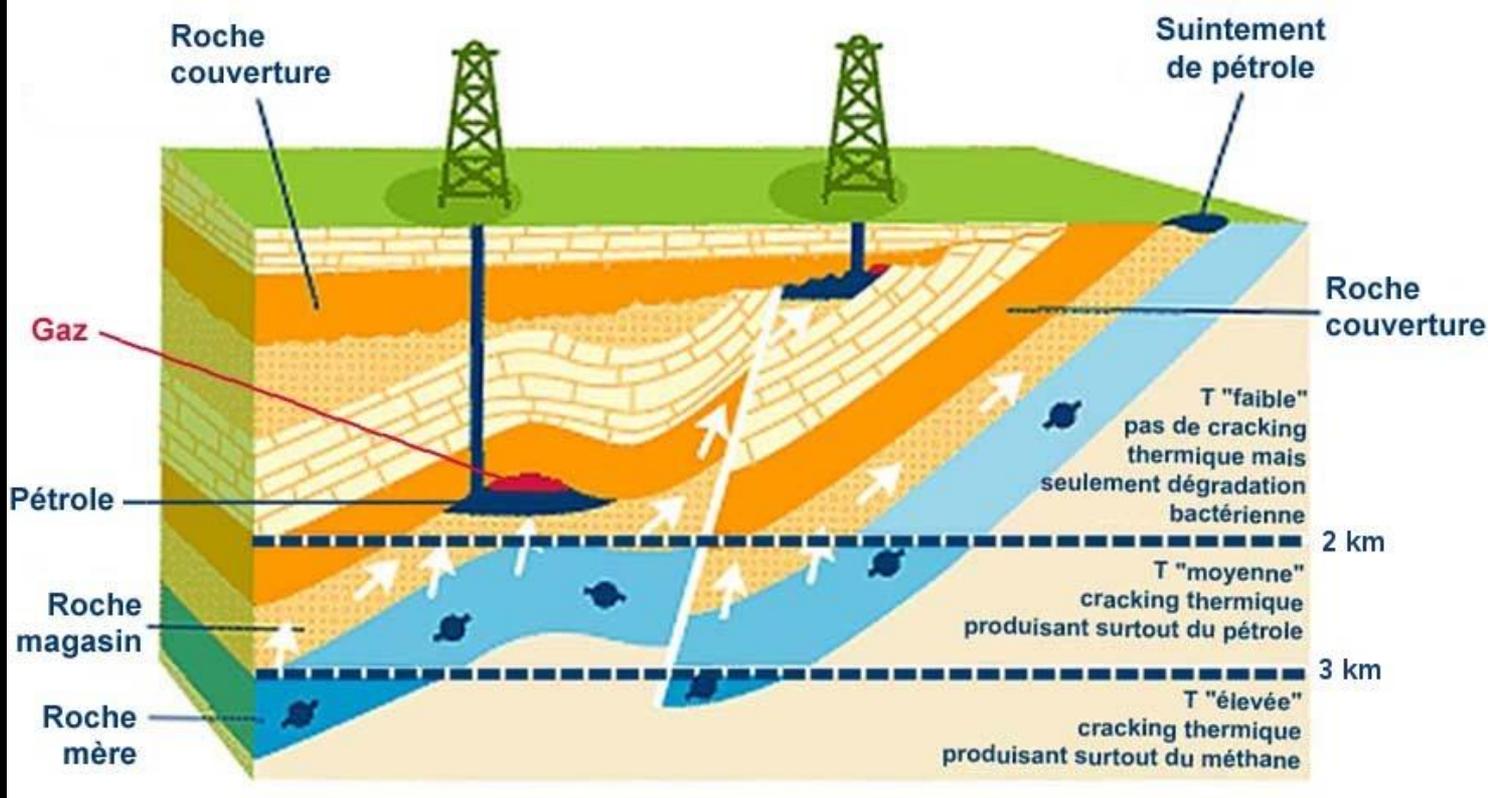
C'est dans les roches (riches en matière organique) portées à une température $> 60^{\circ}\text{C}$ (> 2 km de profondeur) que naissent des hydrocarbures (liquides ou gazeux). Cette roche où se fait cette genèse est appelée « roche mère ».



Sur ce schéma théorique, la roche mère potentielle est en bleu.
Bleu clair : pas assez chauffée, n'a pas donné d'hydrocarbures
Bleu intermédiaire : chauffée vers 80°C, a donné du pétrole
Bleu foncé : chauffée à plus de 120°C, a donné du gaz (CH₄)

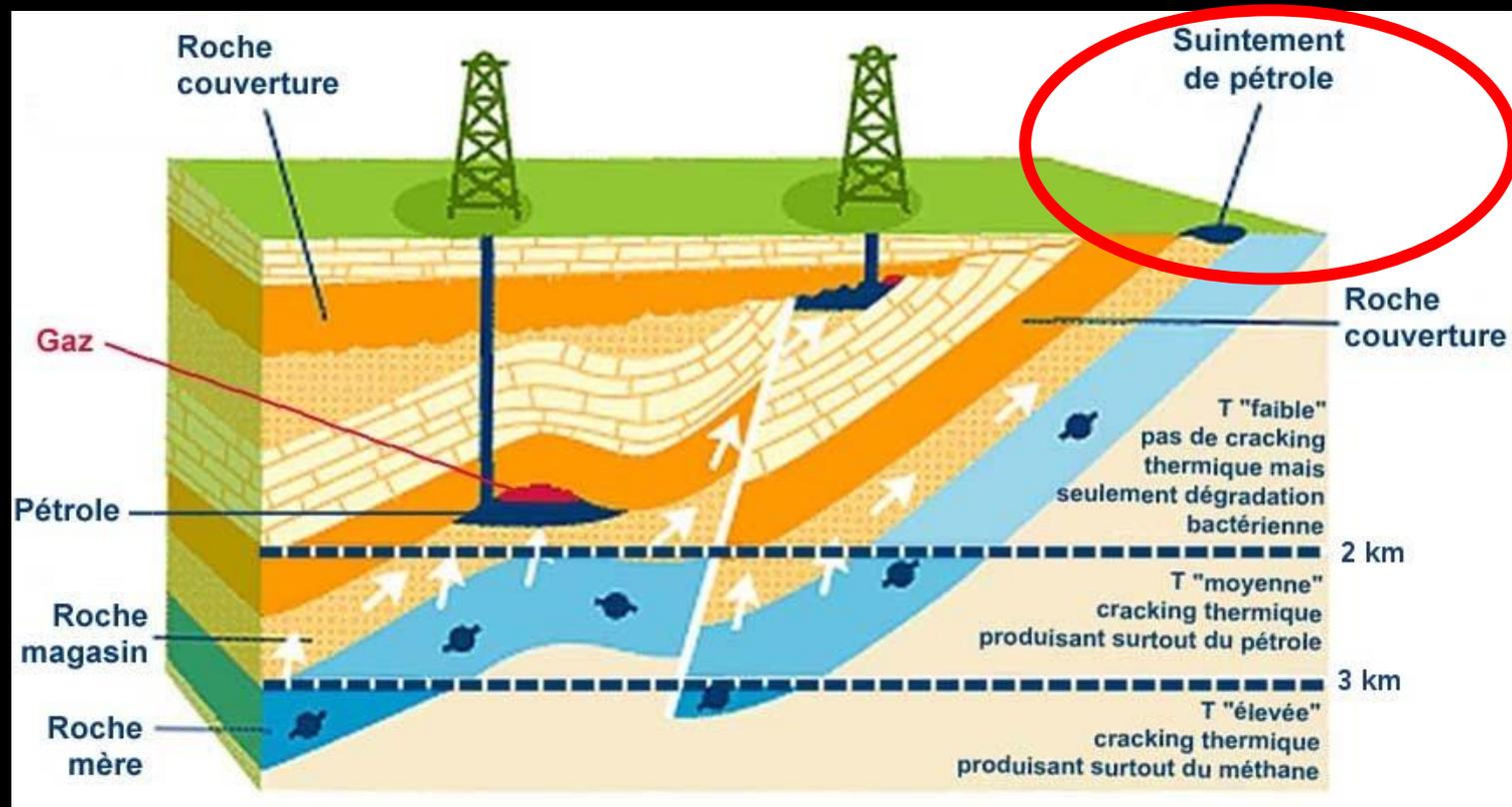
Une fois nés
en dessous
de 2 km de
profondeur,
que peuvent
devenir des
hydrocarbu-
res liquides
ou gazeux ?

Moins denses que l'eau
qui imprègne toute la
croûte, ils vont avoir
tendance à monter.
Et là, il y a 3 solutions :

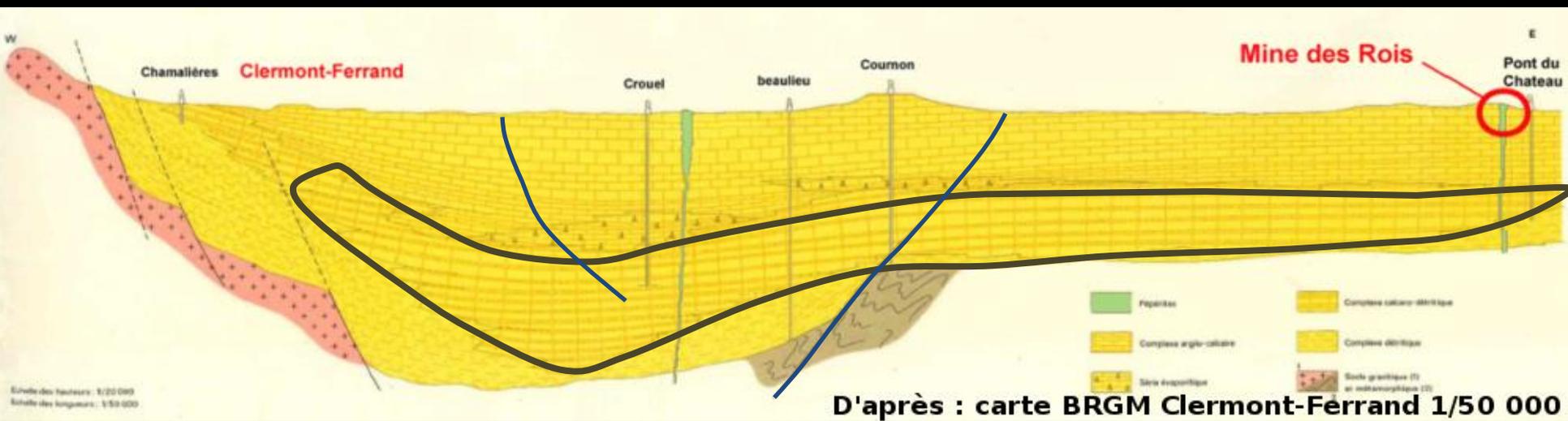


<http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/Espace-Decouverte/Les-cles-pour-comprendre/Les-sources-d-energie/Le-petrole#4>





1^{ère} solution : la roche mère et les roches sus-jacentes sont perméables (à l'échelle géologique), car fracturées, poreuses avec pores connectés ... Les hydrocarbures quittent la roche mère, migrent, montent ... et vont finir par atteindre la surface (on parle d'indices de surface). C'est là que furent cherchés les premiers pétroles au XIX^{ème}.



Deux exemples d'arrivée de pétrole en surface : en Limagne, les marnes vers 1500 m (entourées en marron) sont des roches mères. Du pétrole lourd (genre bitume) a migré en empruntant les failles, cassures et cheminées volcaniques nombreuses dans le secteur. On peut voir le trajet (dans des carrières) et l'arrivée en surface (dans la nature) de ces hydrocarbures. Parce que je suis chauvin et auvergnat, voici quelques vues.



Photographie : Pierre Thomas

La carrière de Cournon (63) traversée par 2 failles/cassures. On en voit une en section (flèche rouge). Des éboulements permettent de voir le plan de la 2^{ème} cassure (bleu) de face.

**Des hydrocarbures
lourds sont montés
par (et sont encore
présents dans) cette
fissure qu'on voit
« de profil » !**





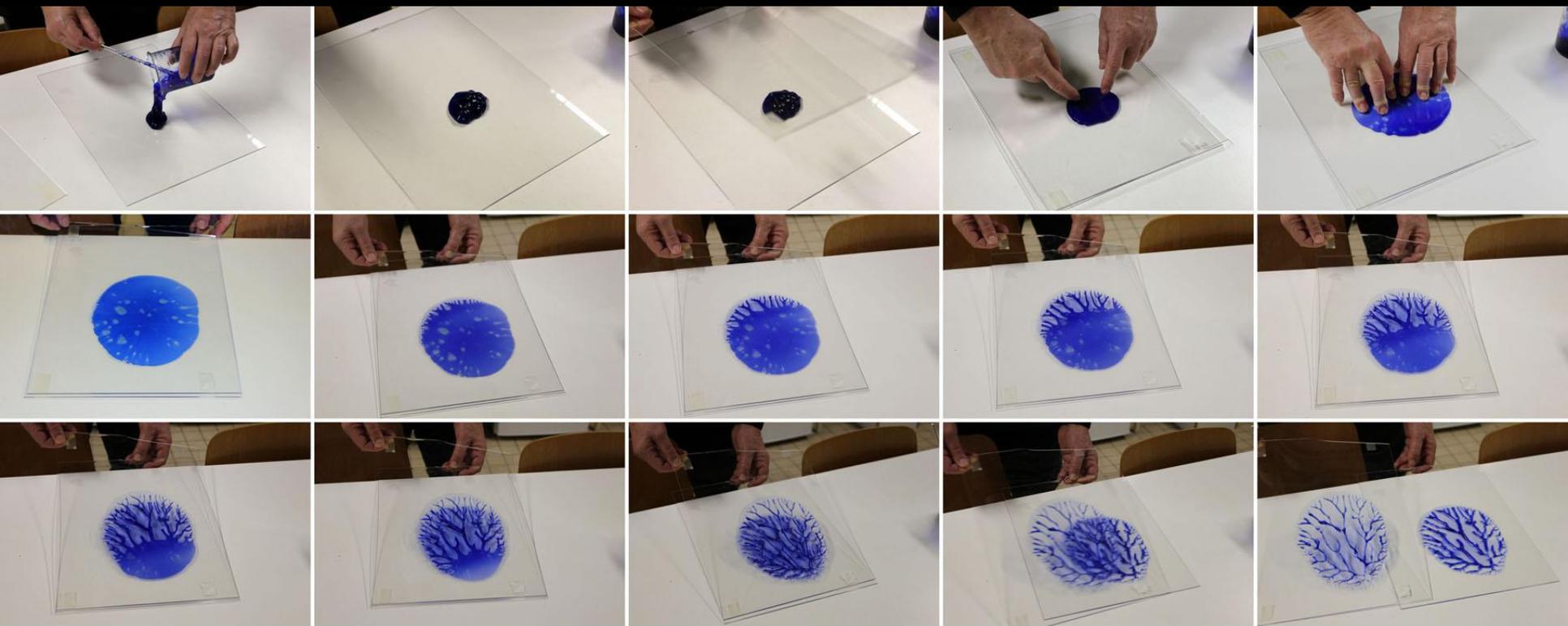
Photographie : Pierre Thomas

Sur cette deuxième fracture dont un côté s'est éboulé et dont on voit le plan « de face » ...



Photographie : Pierre Thomas

**... on découvre de superbes arborescences
dendritiques ...**



Simulation analogique simple de la genèse des “fleurs de bitume” de Cournon, expérience et photos Damien Mollex et Pierre Thomas

... figures caractéristiques de structures obtenues en séparant 2 plaques enduites d'un fluide visqueux et collant.



Damien Mollex et Pierre Thomas



Photographie : Pierre Thomas

Ca ressemble, n'est-ce pas !



Photographie : Pierre Thomas

Si ces hydrocarbures lourds arrivent en surface dans la nature (en dehors de toute carrière), cela peut faire un « ruisseau » de pétrole, comme celui du Puy de la Poix (à côté de l'aéroport de Clermont-Ferrand), site extraordinaire, mais dégradé, méconnus et très mal mis en valeur pour les visites (on est en France !).



Photographie : Maxime Chireux

Voilà ce qui se passe quand un hérisson vient boire dans ce ruisseau de pétrole.

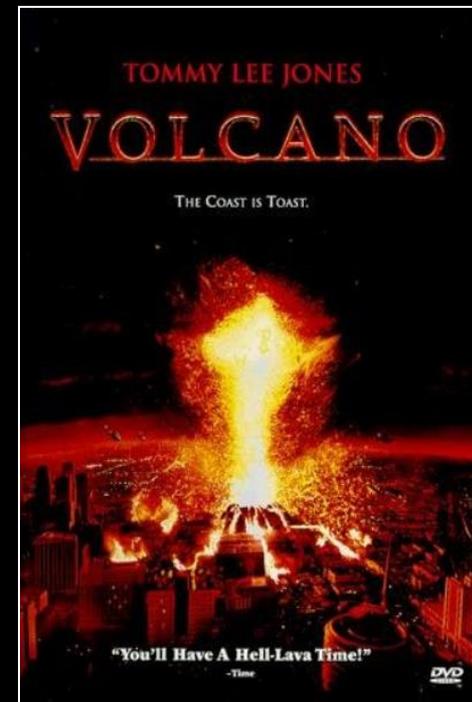


**La même
chose qu'en
Auvergne,
mais en
Californie, en
plein centre de
Los Angeles.**



Photographie : Pierre Thomas

Et avec le pétrole sort du gaz (CH_4) qui fait des bulles. Mais on n'est pas en France, le public et les autorités sont sensibilisés au patrimoine géologique et ces suintements sont maintenant dans un parc, protégés, aménagés, avec mult panneaux explicatifs ...





Memmi f.

Vue de la fontaine ardente, à 3 lieues S. O. de Grenoble (Isère) (Grésivaudan.)

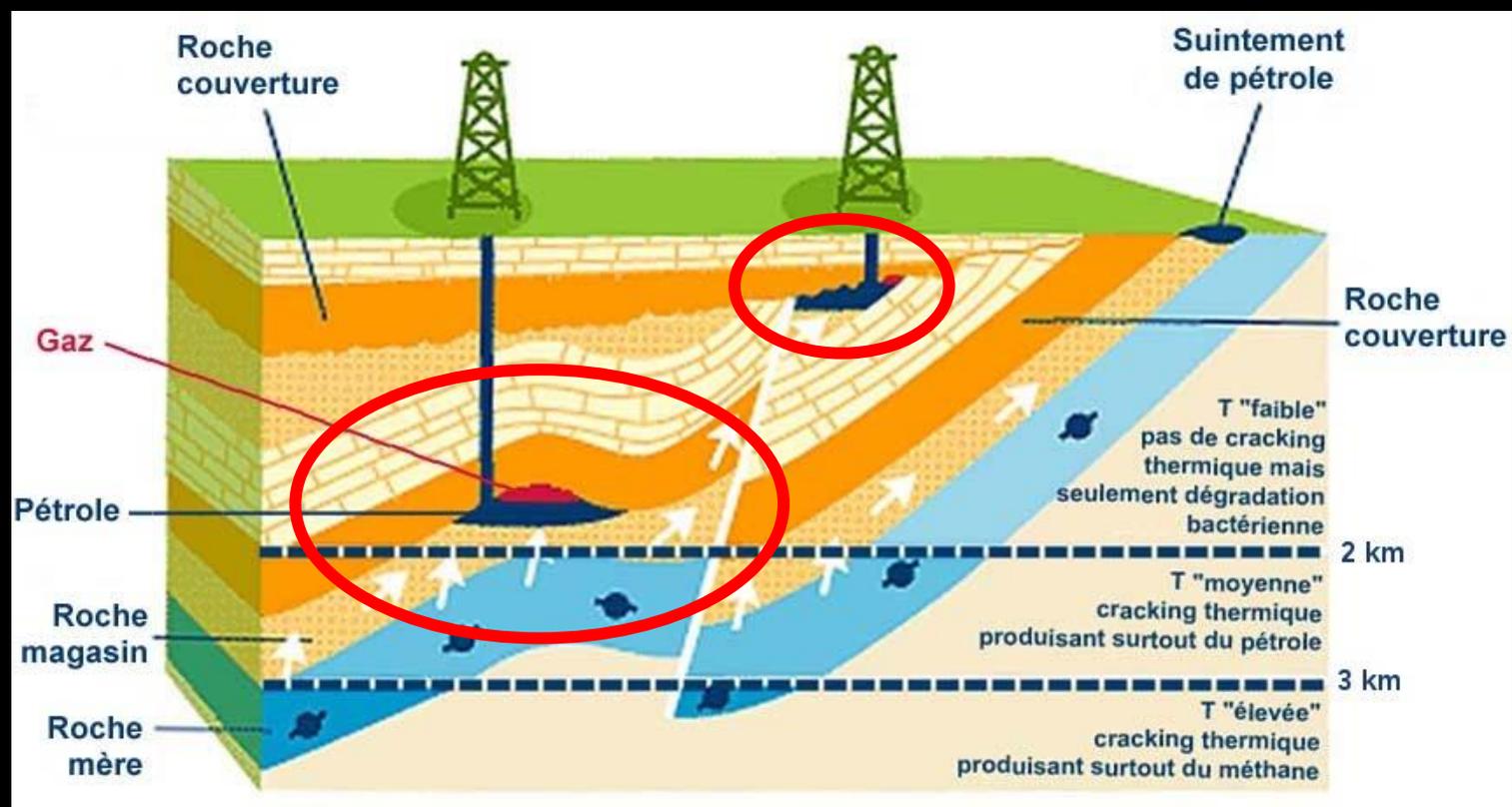
<http://dauphine.trieves.free.fr/7merveilles/ardente.html>

Parfois, il ne sort que du gaz, comme ici au sud de Grenoble au XVIIIème siècle

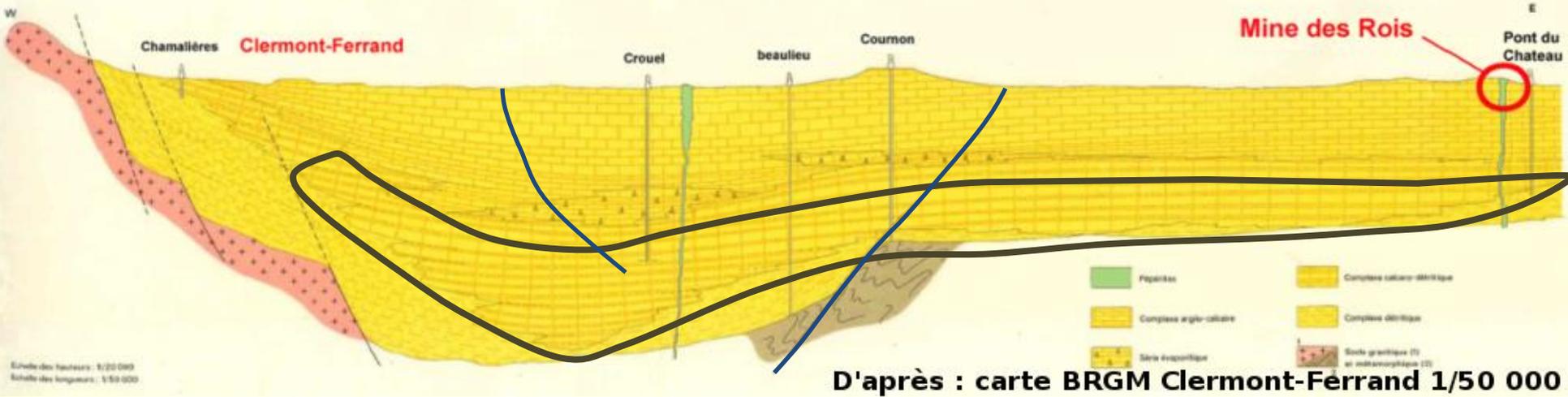


Photographie : Pierre Thomas

Le même site au XXI^{ème} siècle, à 20 km au sud de Grenoble, dans notre bonne vieille France.

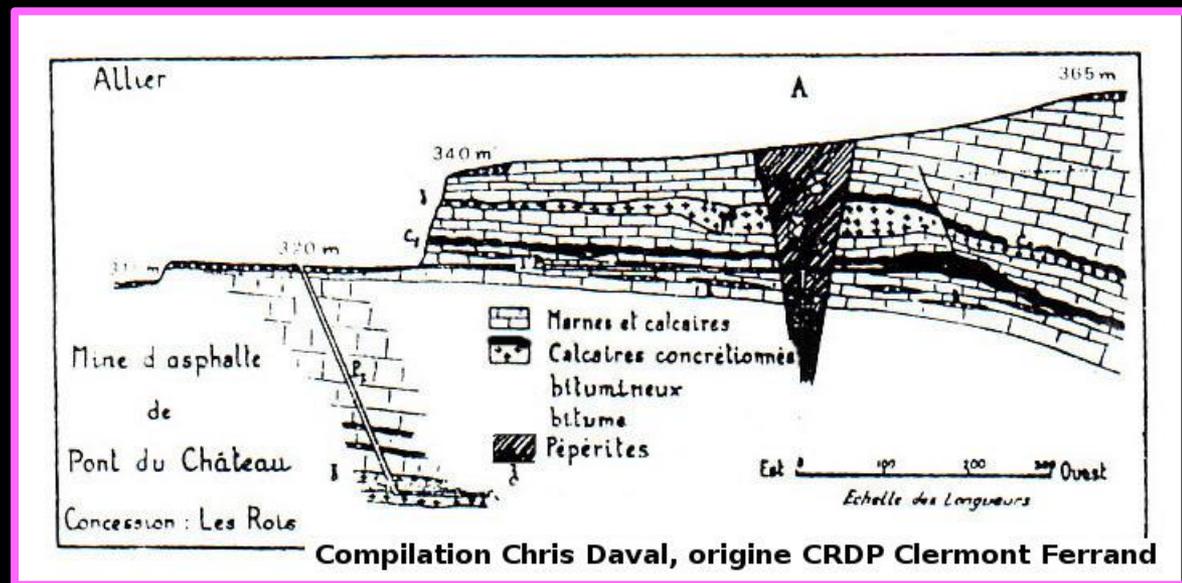


2^{ème} solution : les hydrocarbures qui ont quitté la roche mère et qui cheminent dans des roches perméables sont arrêtés sur leur trajet. Ils peuvent alors s'accumuler dans cette roche perméable, qui porte alors le nom de roche magasin. C'est dans ces roches magasins qu'on exploite gaz et pétrole conventionnels.



Rien que pour le plaisir, regardons les plus extraordinaires roches magasin que je connaisse, en Auvergne bien sûr, dans la mine des Rois.

A Dallet (mine des Rois), une cheminée volcanique traverse un niveau de calcaire à stromatolithes, recouvert de marnes.





Photographie : Pierre Thomas

**Une boule stromatolithique dans la mine des Rois
($\varnothing \approx 80$ cm)**



Photographie : Pierre Thomas

Ces boules stromatolithiques sont très poreuses, car elles contiennent des fossiles de fourreaux de larves de Phrygane



Photographie : Pierre Thomas



<http://www.fishbase.org/identification/hamrsky/699551926/>



© MICHAEL REA
PHOTOCRA
<http://michaelready.photosthelix.com/image/10000WP0b8KfNVU>

Zoom sur ces fourreaux de Phrygane fossiles et leurs équivalents modernes



Photographie : Marc Brullé

Sections de stromatolithes pleins de pétrole.



Photographie : Marc Brullé

Sections de stromatolithes pleins de pétrole ...



Photographie : Pierre Thomas

Souvent, chaque fourreau de Phrygane est plein de pétrole.



Photographie : Marc Brullé

... pétrole qui coule de partout ...



Compilation Chris Daval, photographie : Jean Pierre Couturié

... en particulier du plafond (heureusement, on un casque)



Échantillon François Bouchet, photographie : Chris Daval

Ce pétrole peut tomber sur des os fossiles, nombreux dans ces calcaires.



L = 8 cm

Échantillon et photographie : Pierre Thomas

Parmi ces fossiles de vertébré, des plaques osseuses de tortue, faites comme il se doit d'os « spongieux ».

E = 4 mm



Échantillon et photographie : Pierre Thomas

Et les trous de cet os spongieux sont remplis de pétrole !

La plus extraordinaire roche magasin que je connaisse !



Photographie : Pierre Thomas

Une autre roche magasin : une dolomie cambrienne, caverneuse (avec géodes) au Sud du Massif Central.



Photographie : Pierre Thomas

20 cm

Quand on casse la roche (carrière), le pétrole sort et coule des cavités et des inter-bancs.



Quand on casse la roche (carrière), le pétrole sort et coule des cavités et des inter-bancs.

Photographie : Pierre Thomas



Photographie : Pierre Thomas

Quand on casse la roche et qu'on ouvre une géode (de dolomite), c'est très salissant.

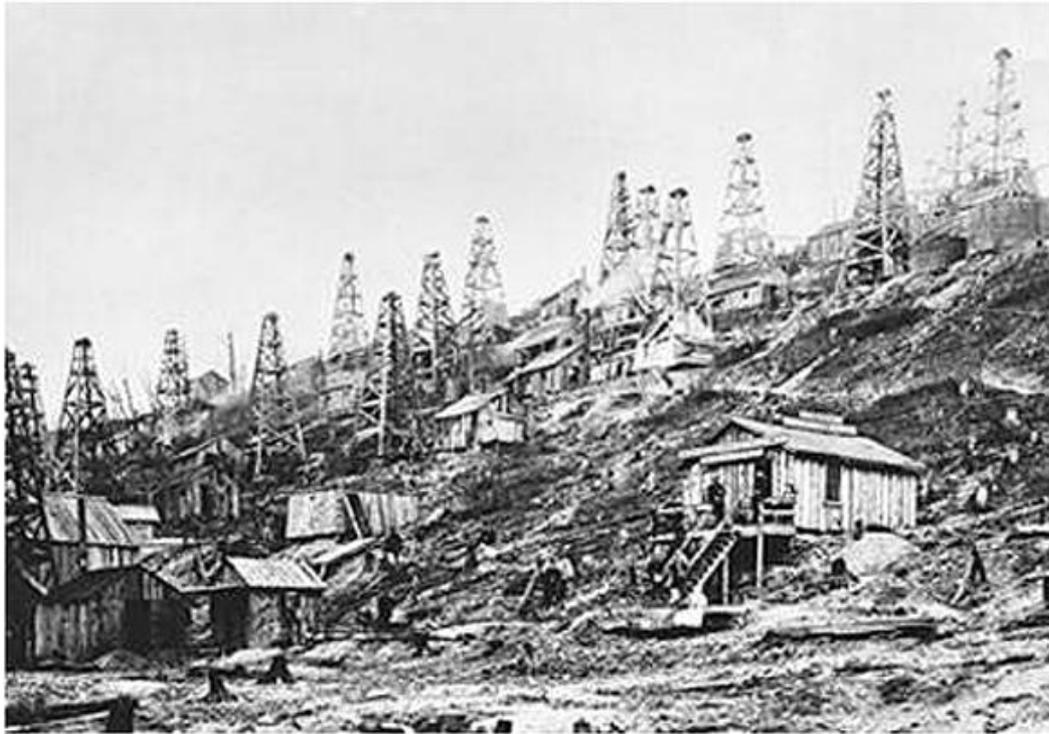


Échantillon : ENS Lyon / Photographie : Pierre Thomas

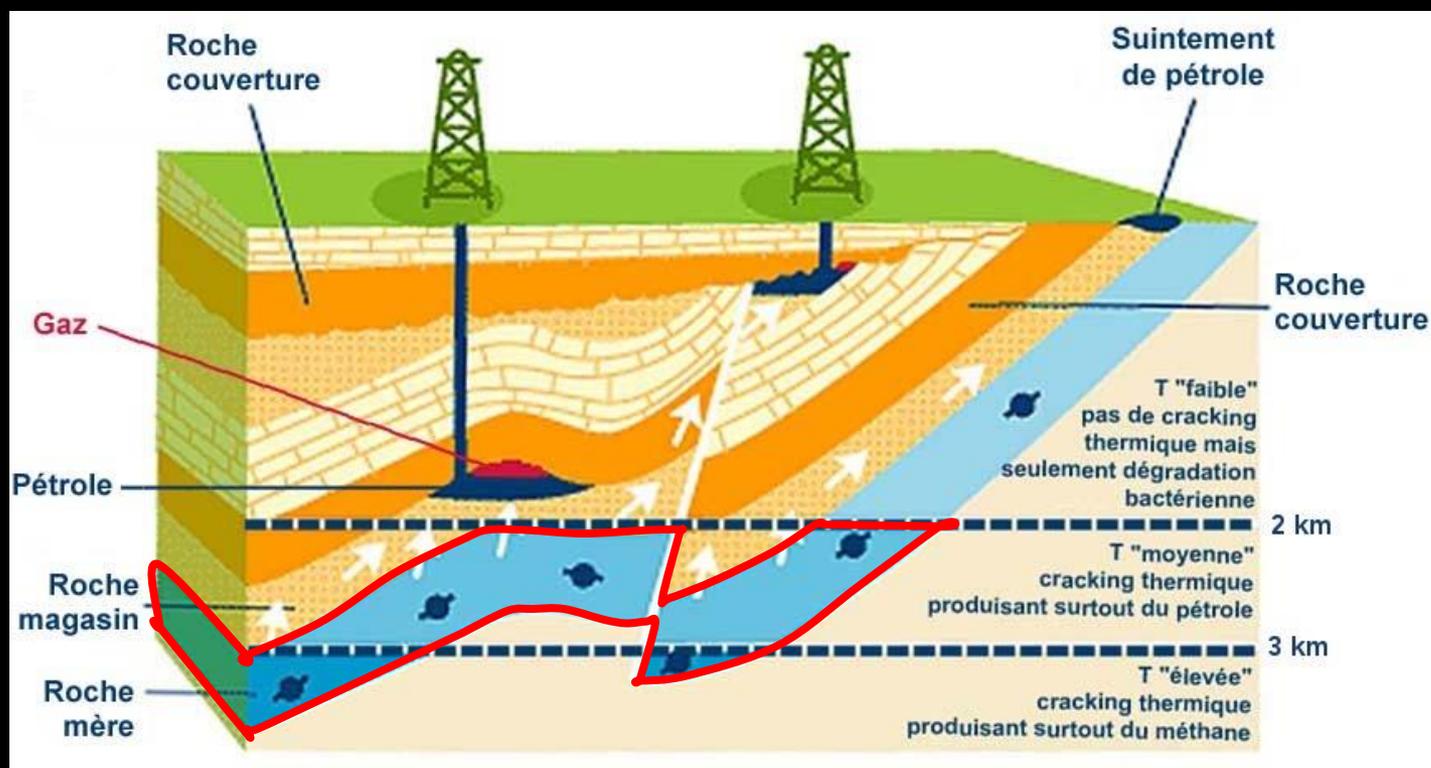
Quand on casse la roche et qu'on ouvre une géode (de dolomite), c'est très salissant.

27 août 1859. L'obstiné colonel Drake fait jaillir pour la première fois du pétrole d'un derrick

Au lieu d'éponger le pétrole en surface, le colonel Drake a l'idée génial de forer pour chercher l'or noir en profondeur.



C'est dans de telles roches magasins qu'on fore, pompe et extrait gaz et pétrole « conventionnels) depuis 150 ans (le 1^{er} puits productif, foré en 1859, avait ... 21 m de profondeur).



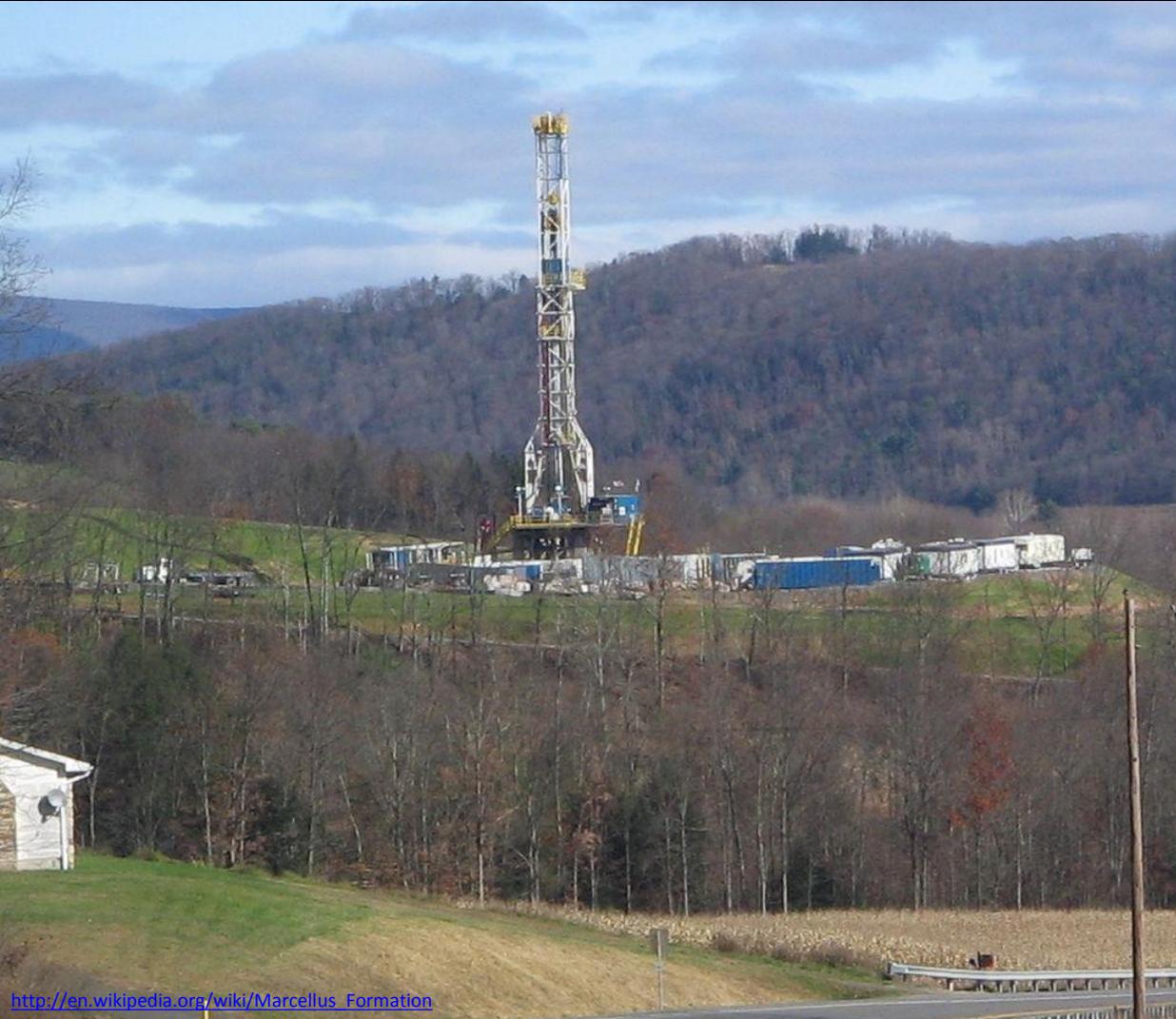
3^{eme} solution : La roche mère est partiellement ou totalement imperméable. Tout (ou partie) des hydrocarbures sont restés *in situ*, piégés dans la roche mère. Ce sont ces hydrocarbures « immobiles » qu'on appelle *shale gaz* (ou *shale oil*), imparfaitement traduit en gaz (ou pétrole) de schiste mais qu'on devrait appeler « gaz (ou pétrole) de roche mère ».



Voilà des carottes de roche mère où des hydrocarbures, ici du méthane et un peu d'éthane et de propane, sont restés piégés dans la roche mère, adsorbés par les argiles. Le gaz de schiste, c'est ce gaz qu'on veut récupérer en le forçant à sortir de sa roche.

*Gaz, sort
de cette
roche !*





**Comment aller chercher ce gaz ?
« Facile » ! Y a qu'à intensément fracturer la roche, et le gaz (ou le pétrole) sortira tout seul !**

http://en.wikipedia.org/wiki/Marcellus_Formation

Dans l'état actuel des techniques, une seule méthode est utilisable « industriellement » : la fracturation hydraulique, déjà utilisée (à bien moindre échelle) dans l'exploitation pétrolière ou gazière conventionnelle, en géothermie ...

**1 – On fait un forage, horizontal
dans la couche intéressante.
Dans cette couche, le tube est
« perméable »**

**Profondeur
= 3000 m**



1 – On fait un forage, horizontal dans la couche intéressante. Dans cette couche, le tube est « perméable »

2 – On y envoie de l'eau (+ du sable et « quelques » aditifs) à une pression très supérieure à la pression lithostatique ($P = h \rho_r g$)

**Profondeur
= 3000 m**



**Pression > 750
fois la pression
atmosphérique**



1 – On fait un forage, horizontal dans la couche intéressante. Dans cette couche, le tube est « perméable »

Profondeur = 3000 m



2 – On y envoie de l'eau (+ du sable et « quelques » aditifs) à une pression très supérieure à la pression lithostatique ($P = h \rho_r g$)

Pression > 750 fois la pression atmosphérique



3 – Ça fracture la roche de part et d'autre du tube « perméable ». Le gaz passe de la roche où

$P = h \rho_r g$ (750 atm.) à l'eau où

$P = h \rho_e g$ (300 atm. quand on arrête de comprimer)



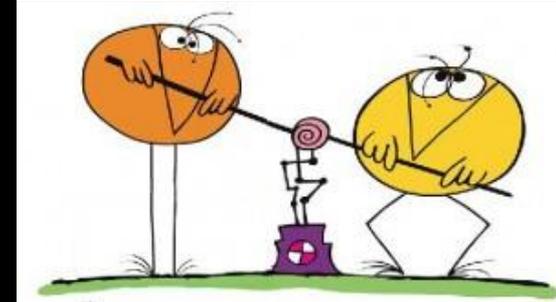
1 – On fait un forage, horizontal dans la couche intéressante. Dans cette couche, le tube est « perméable »

Profondeur = 3000 m



2 – On y envoie de l'eau (+ du sable et « quelques » aditifs) à une pression très supérieure à la pression lithostatique ($P = h \rho_r g$)

Pression > 750 fois la pression atmosphérique



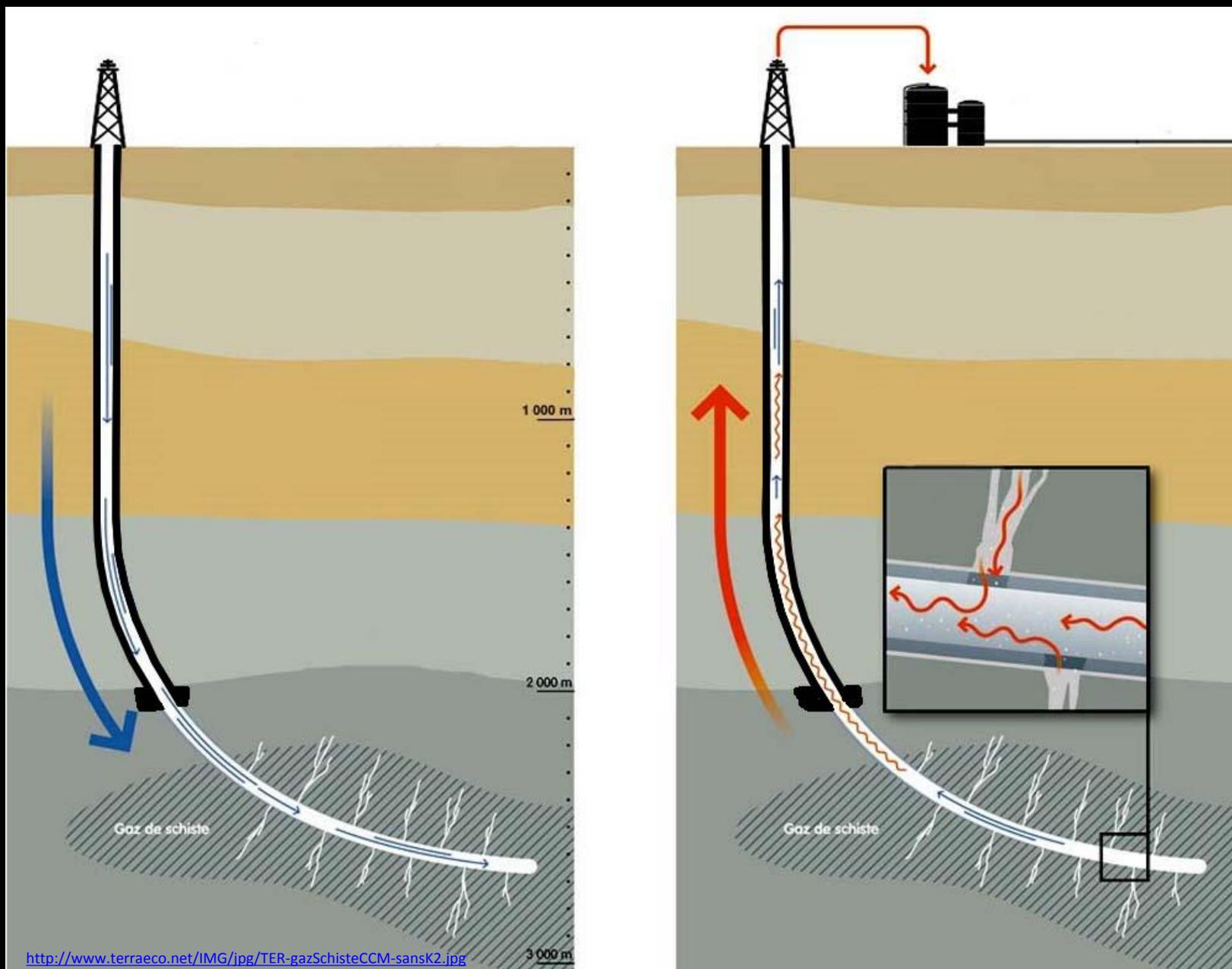
3 – Ça fracture la roche de part et d'autre du tube « perméable ». Le gaz passe de la roche où

$P = h \rho_r g$ (750 atm.) à l'eau où

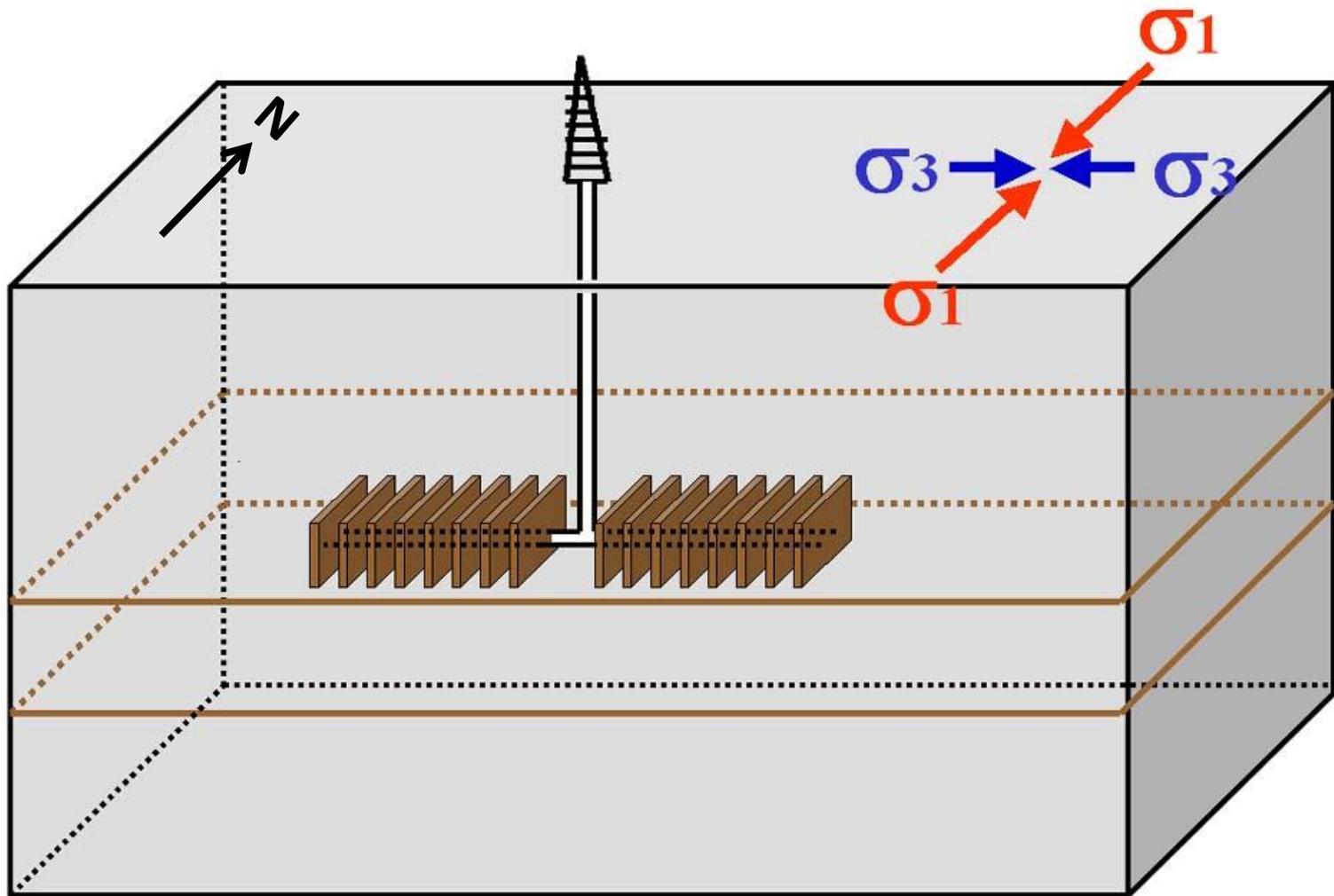
$P = h \rho_e g$ (300 atm. quand on arrête de comprimer)

4 – Le gaz remonte alors tout seul par le tube plein d'eau (bulles)



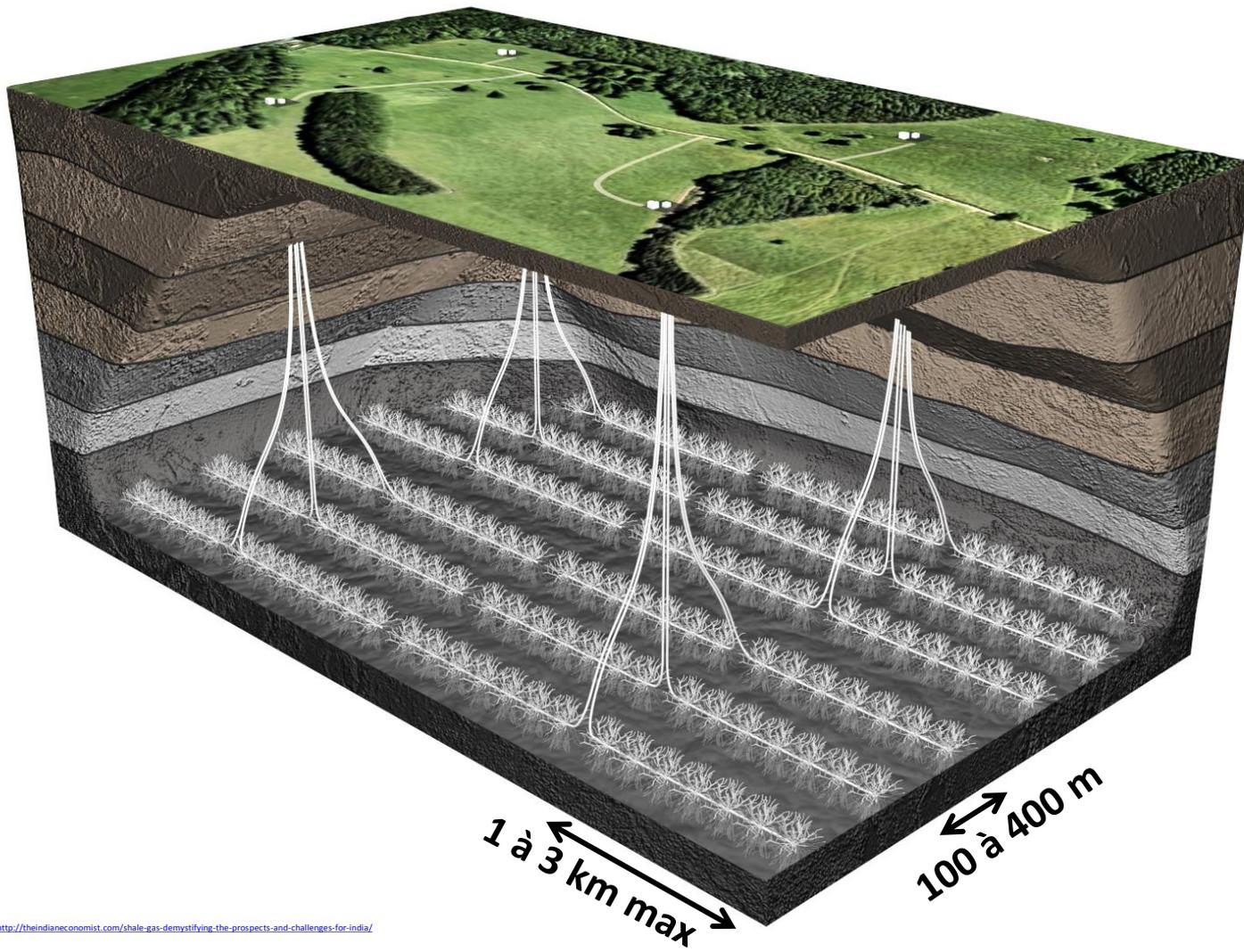


La fracturation hydraulique, qu'est ce que c'est ?



<http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/gaz-schiste.xml>

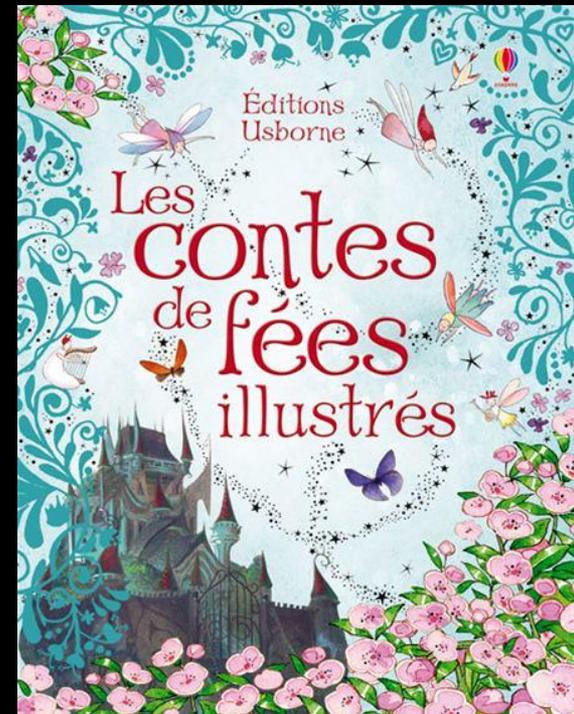
Mais les parties horizontales des forages doivent être parallèles à la contrainte minimale (σ_3). Les forages en étoiles dont parlent tant les pétroliers risquent de rester exceptionnels !



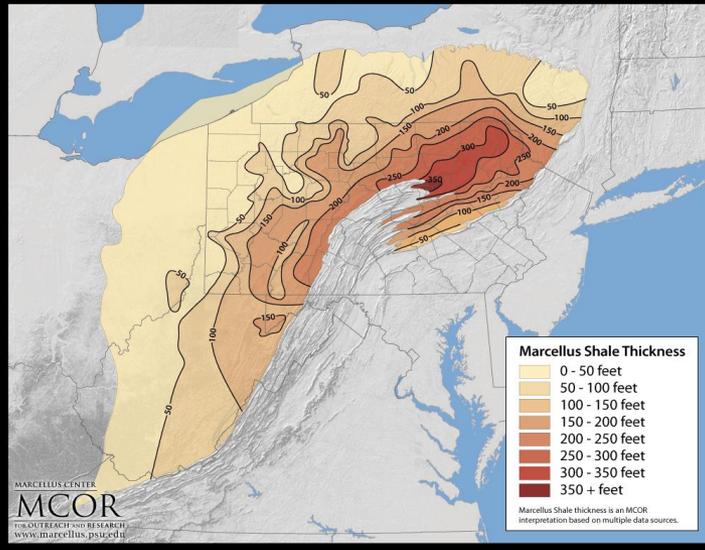
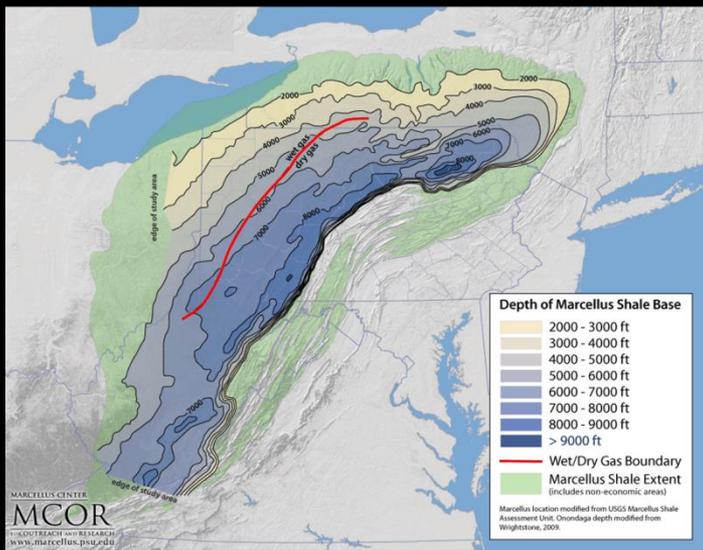
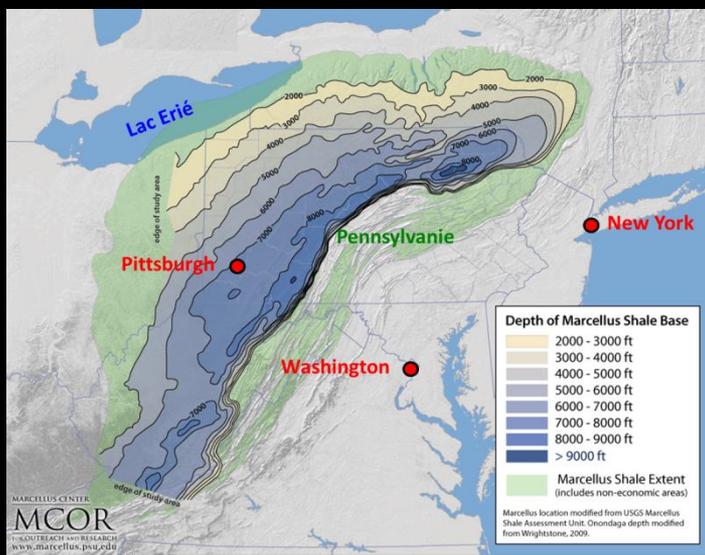
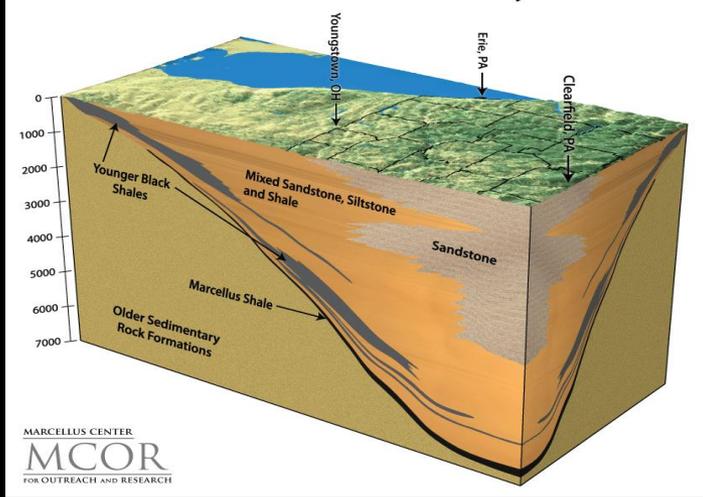
<http://theindianeconomist.com/shale-gas-demystifying-the-prospects-and-challenges-for-india/>

On pourra à partir d'un même chantier de forage, faire partir plusieurs puits, 6 dans le cas dessiné ici, loin des 10 à 12 des fameuses étoiles. On est obligé de faire de nombreux puits si on veut récupérer tout le gaz.

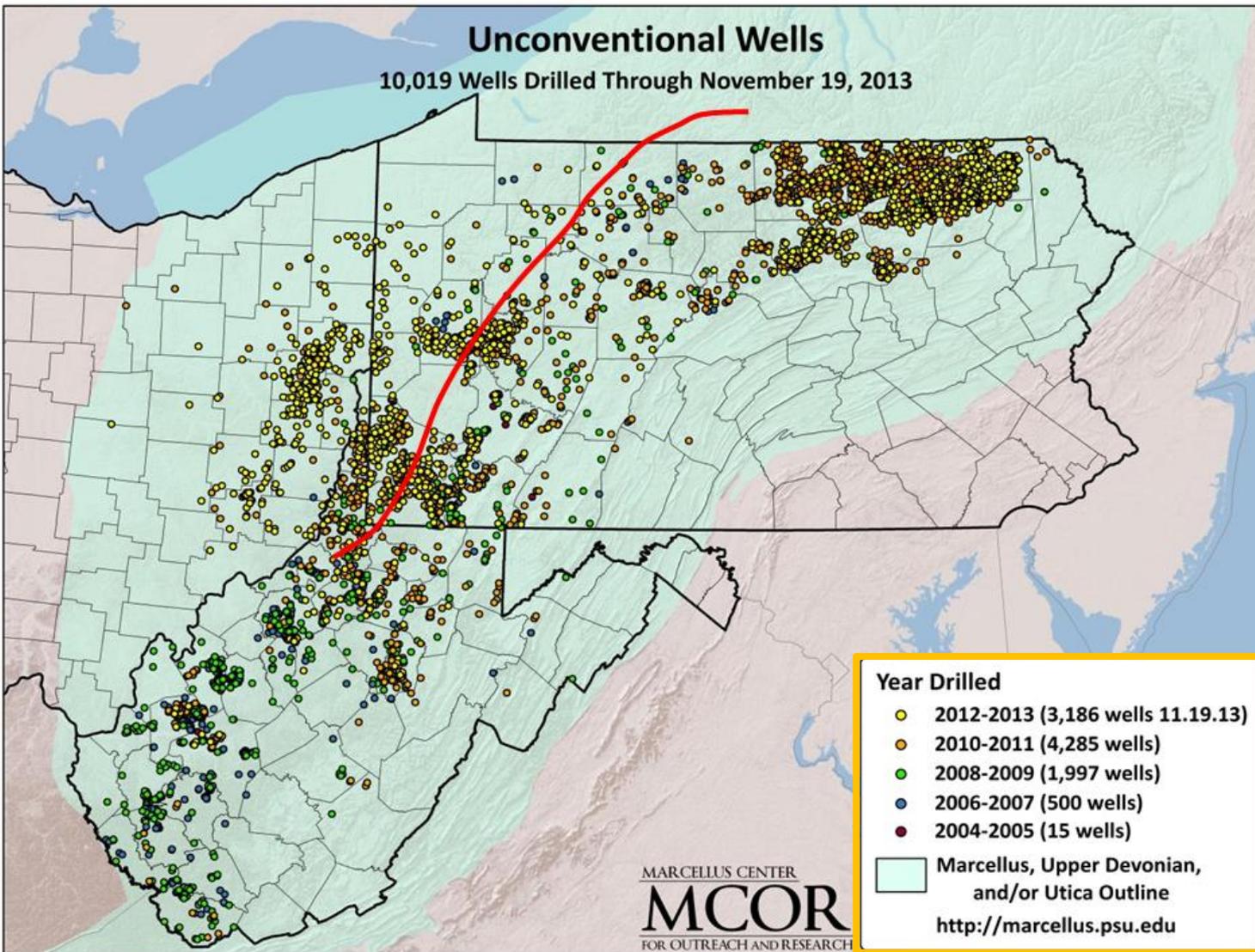
Y aurait-il d'autres solutions que la fracturation hydraulique (et ses possibles dommages collatéraux)? Si oui, ça serait intéressant et pour les gaz de schiste, mais aussi pour d'autres applications (géothermie ...). Les gens qui se prétendent écologistes disent « non » à tout essais (comme presque toujours) et les pétroliers disent n'importe quoi, comme très souvent.



Generalized Geologic Cross Section Showing Marcellus Shale in Western Pennsylvania



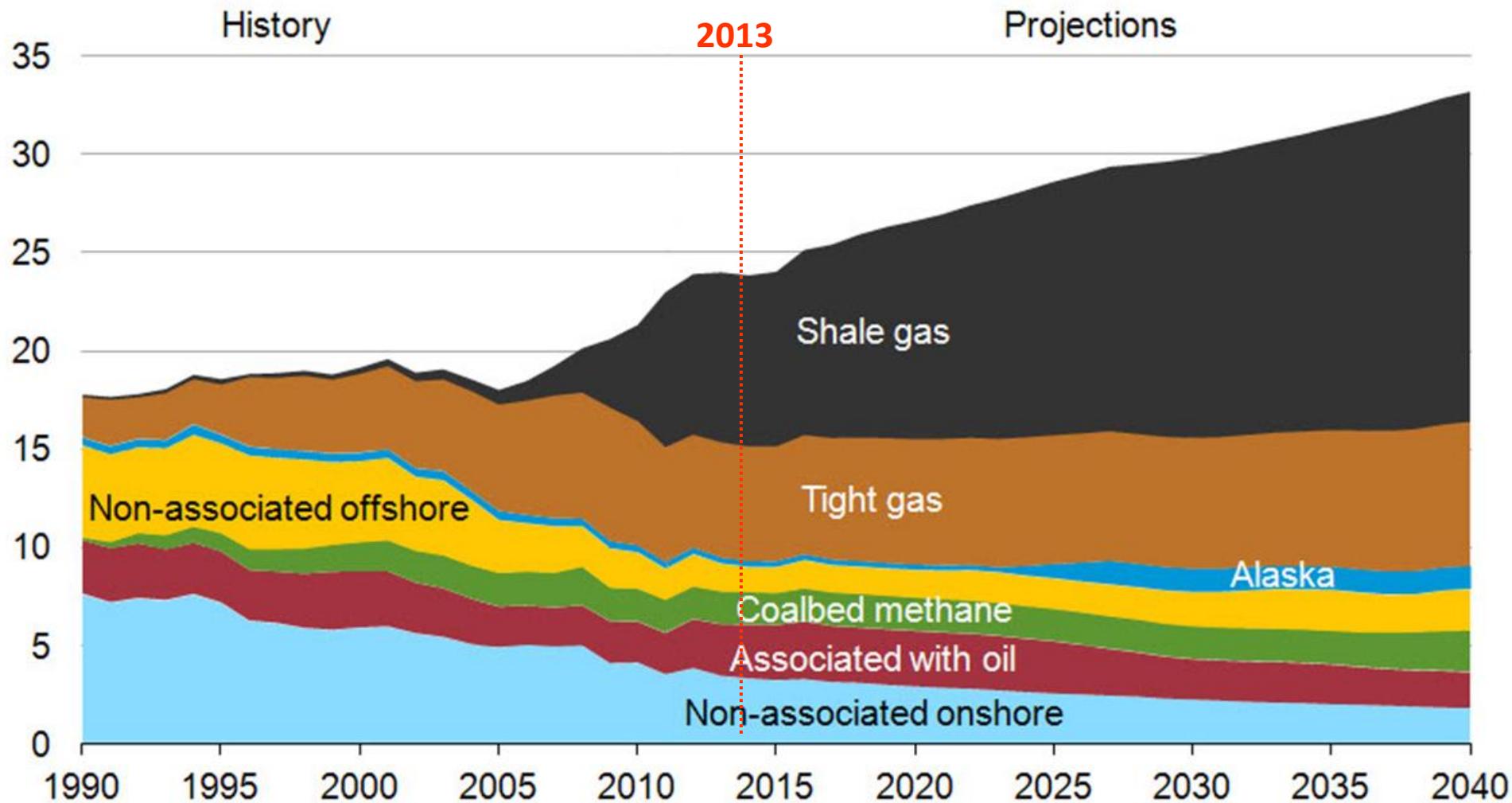
Les géologues étudient les bassins sous toutes les coutures, comme ici le bassin gazier dévonien moyen de Marcellus (USA)



Résultat :
10 000
puits en
10 ans,
de 2004
et 2013

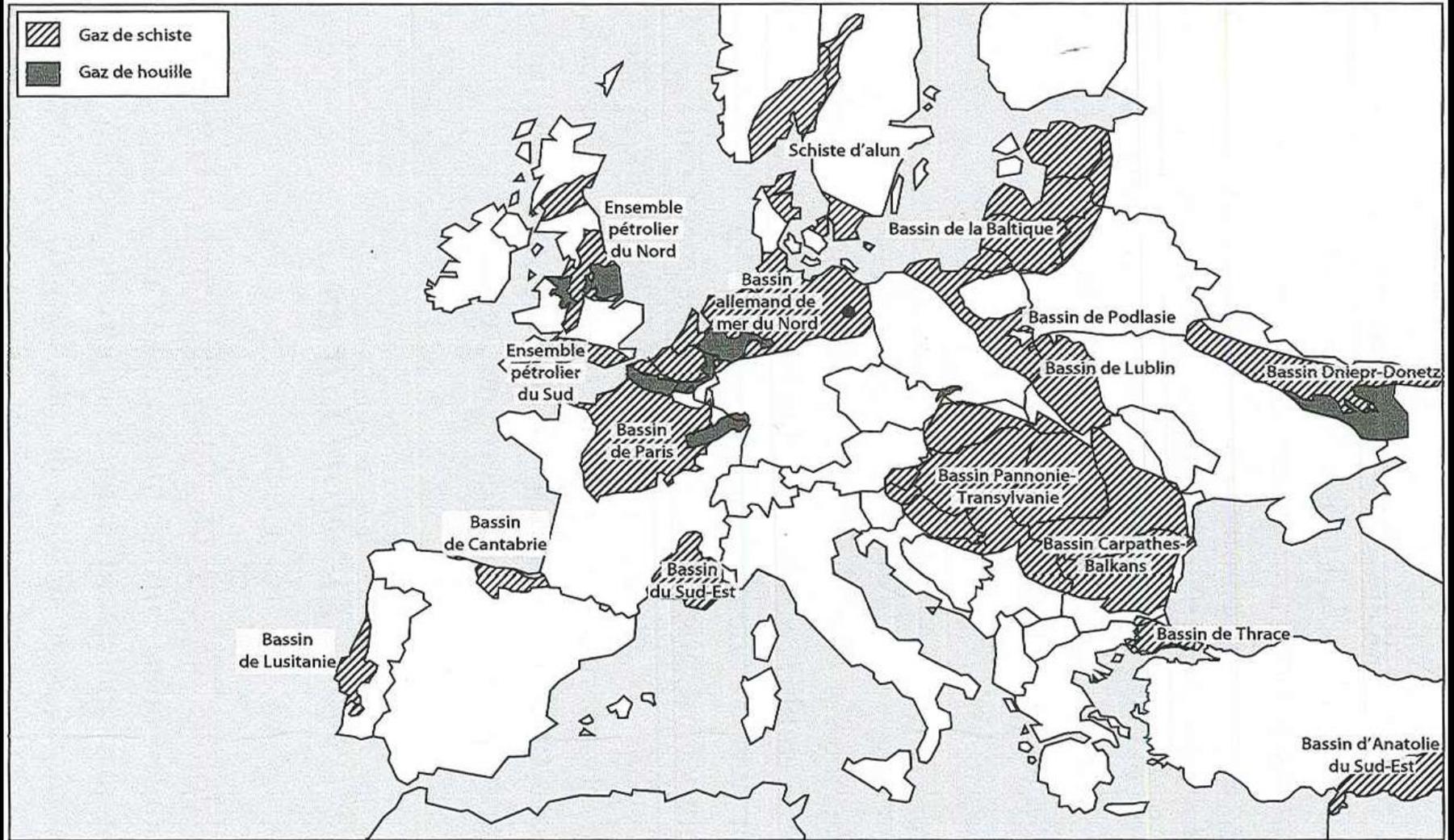
Et voici le résultat : Une carte de la position des puits en novembre 2013. Depuis 2010, on « déborde » en direction du « gaz humide ».

U.S. dry natural gas production trillion cubic feet

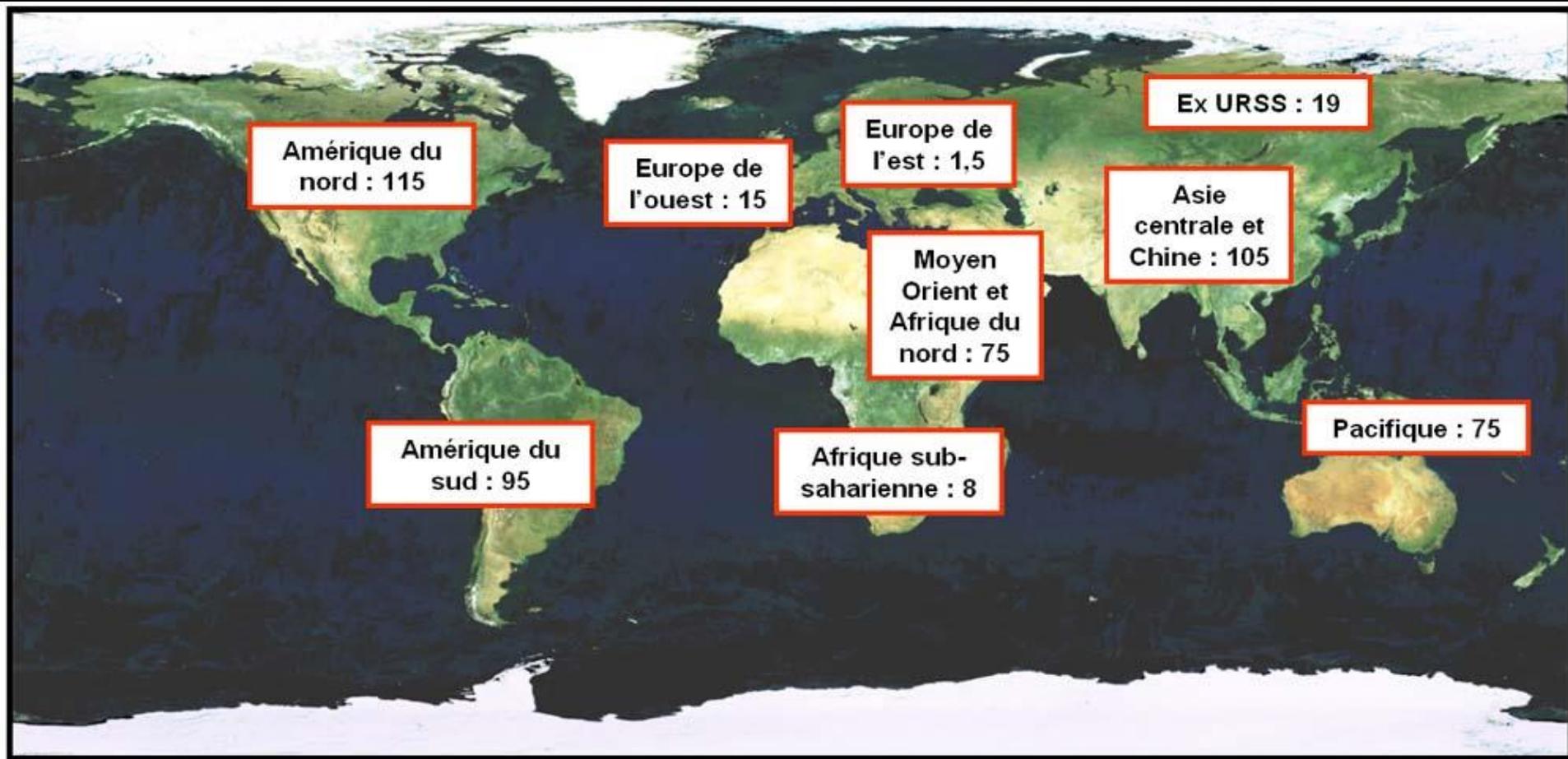


**Et voila 50 ans de production gazière passée et future
(prévision) au USA !**

Europe : bassins de gaz non conventionnels



Où trouve-t-on en Europe des bassins sédimentaires avec de telles « potentialités » gazières ?



La carte des potentialités potentielles théoriques prédites supposées et extrapolées pour l'ensemble de la Terre.

Schéma réalisé en utilisant les chiffres (en 10^{12} m^3 dans les conditions standards) trouvables dans le domaine public (2010)



L'Europe de l'Ouest consomme, en ordre de grandeur, $5 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$ par an. Avec ces chiffres, les $15 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$ de réserve de l'Europe de l'Ouest représenteraient donc 30 ans de consommation (niveau 2013). Si Mitterrand, Kohl ... avaient décidé l'exploitation des gaz de schistes, ça serait déjà terminé !

| Country | Estimated technically recoverable shale gas (trillion <u>cubic feet</u>) | Proven natural gas reserves of all types (trillion <u>cubic feet</u>) | Date of Report ^[32] |
|-----------------|--|---|--------------------------------|
| 1 China | 1,115 | 124 | 2013 |
| 2 Argentina | 802 | 12 | 2013 |
| 3 Algeria | 707 | 159 | 2013 |
| 4 United States | 665 | 318 | 2013 |
| 5 Canada | 573 | 68 | 2013 |
| 6 Mexico | 545 | 17 | 2013 |
| 7 South Africa | 485 | - | 2013 |
| 8 Australia | 437 | 43 | 2013 |
| 9 Russia | 285 | 1,688 | 2013 |
| 10 Brazil | 245 | 14 | 2013 |
| 11 Indonesia | 580 | 150 | 2013 |

3450

1773

Estimation du total
des gaz de schiste
potentiellement
exploitables

Réserves prouvées,
tous gaz confondus !

D'autres chiffres circulent !

La différence avec la carte
précédente est importante
(/2 pour l'Amérique du Nord)

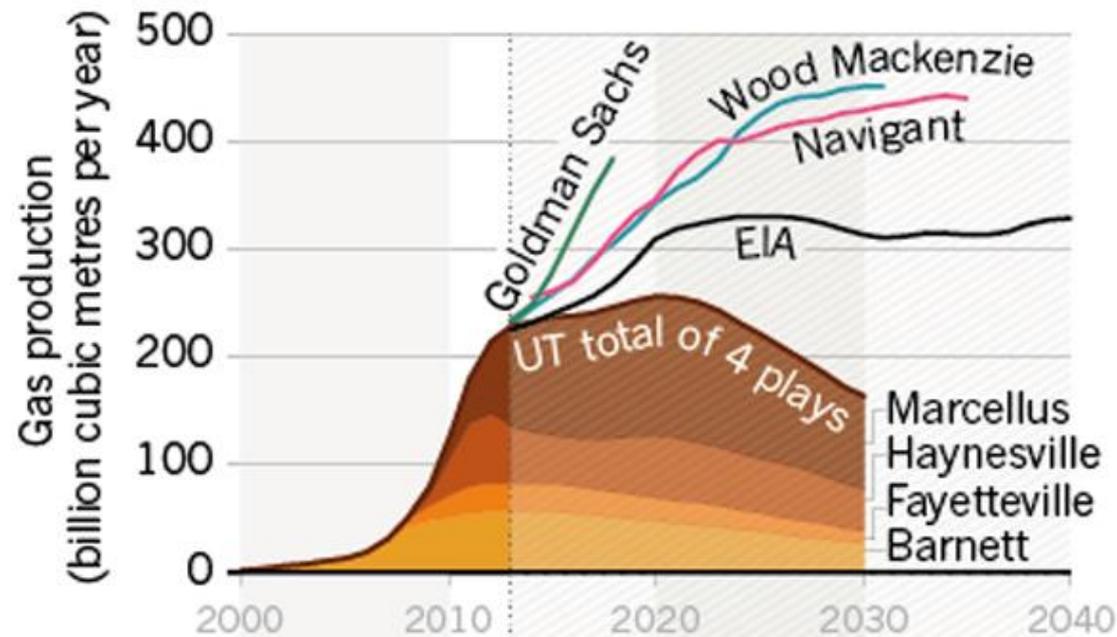
BATTLE OF THE FORECASTS

Nature 516, issue 7529,
3 décembre 2014

Production of natural gas in the United States is climbing rapidly, and the US Energy Information Administration (EIA) predicts long-term growth. But studies by the University of Texas (UT) challenge that forecast.

BIG FOUR SOURCES

The Texas team made forecasts for the four most productive shale-gas formations, or plays. Those forecasts suggest that gas production will peak soon and quickly drop, a much more pessimistic outlook than those offered by the EIA and several companies, such as Goldman Sachs.



<http://www.nature.com/news/natural-gas-the-fracking-fallacy-1.16430>

Un exemple des problèmes : comparaison entre des estimations de 3 compagnies, d'une agence fédérale officielle et du travail géologique d'universitaires du Texas. Edifiant !

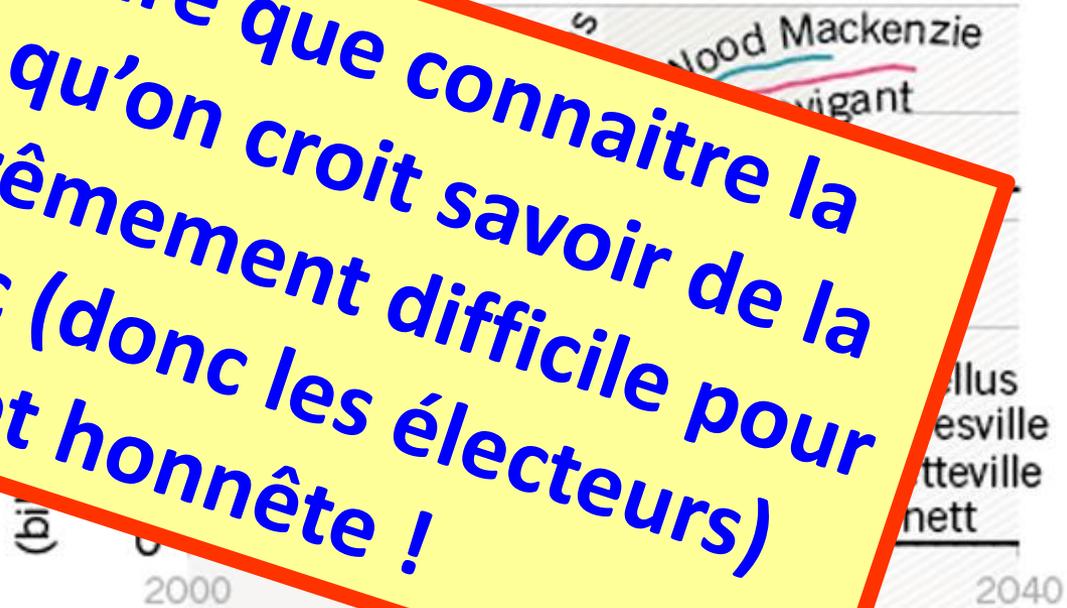
BATTLE OF THE FORECASTS

Nature 516, issue 7529,
3 décembre 2014

Production in the United States is climbing rapidly, and the US Energy Information Administration predicts long-term growth. But studies by the University of Texas at Austin cast doubt on the forecast.

BIG F

The Texas Energy Institute has released a report for the state's shale gas production. The report says that gas production will increase and quickly drop, and offers a more pessimistic outlook than those offered by the EIA and several companies, such as Goldman Sachs.



Tout ça pour dire que connaître la réalité (ou ce qu'on croit savoir de la réalité) est extrêmement difficile pour le grand public (donc les électeurs) averti et honnête !

<http://www.nature.com/news/natural-gas-the-fracking-fallacy-1.16430>

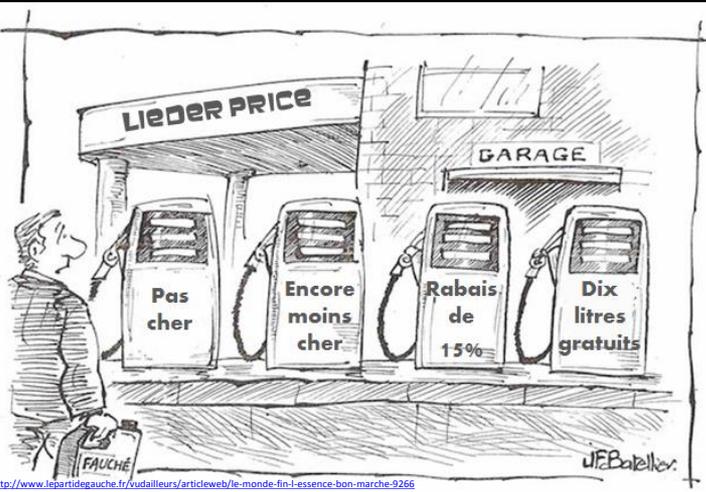
Un exemple des problèmes : comparaison entre estimations de 3 compagnies, d'une agence fédérale officielle et du travail géologique d'universitaires du Texas. Edifiant !



<http://mojito.over-blog.net/article-5943337.html>

**Et maintenant la grande question :
exploiter les gaz de schiste,
est-ce bon ou mauvais pour la
planète et pour l'humanité ?**

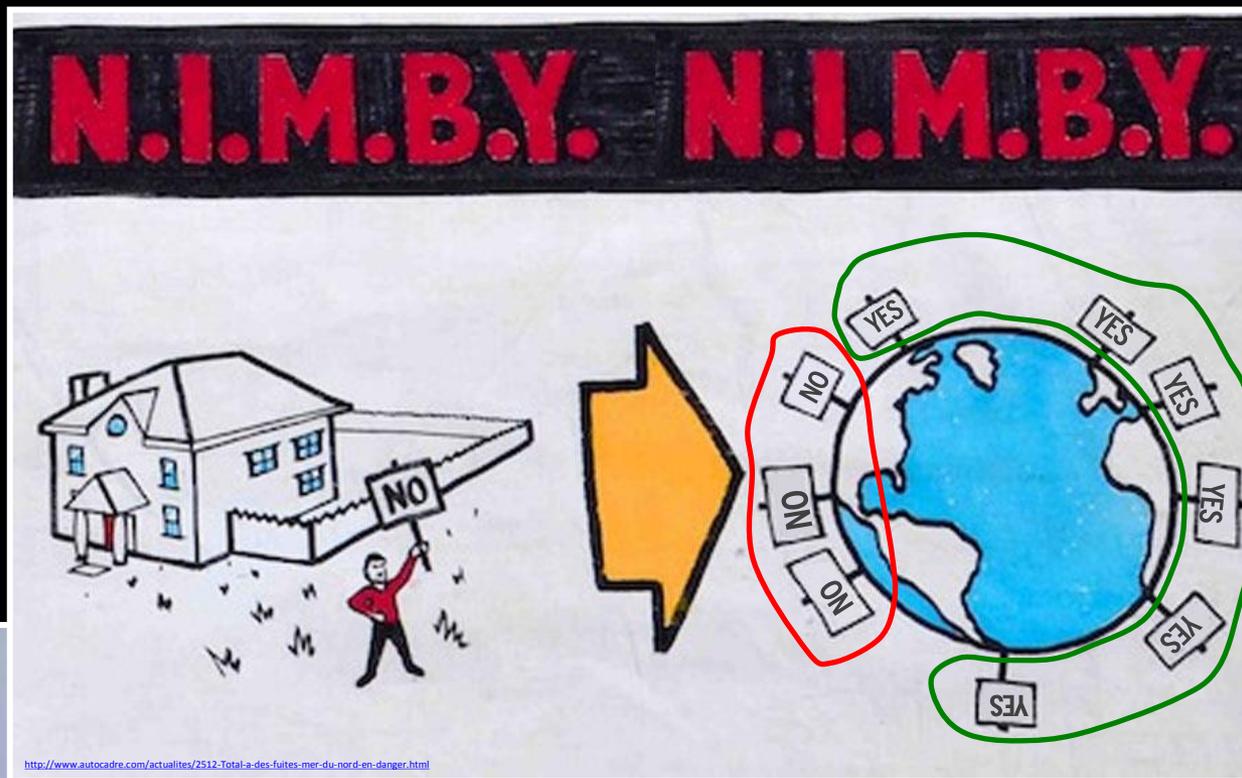
Je vais essayer de ne pas faire ce que personne ne devrait faire : parler de ce qu'il ignore et ne comprend pas, à savoir d'économie (sens large) en ce qui me concerne.



Pour les questions d'économie, d'emploi, de croissance, de PNB, ainsi que de santé ... adressez vous ailleurs, à des personnes (qui se croient) compétentes

Autre chose à éviter : trop parler avec ou trop écouter des gens en position de conflit d'intérêt :

Les « industriels »
qui ont des intérêts
là dedans.



Les « N.I.M.B.Y. »
(Not In My Back Yard)
qui ne veulent pas de
ça « chez eux ».



Autre chose à éviter : trop parler avec ou écouter
position de conflit d'intérêt :

**On va essayer de ne parler que
de géologie et d'environnement !
Mais mon opinion personnelle ne
pourra pas ne pas transparaitre
(ne soyons pas hypocrite) !**

RY. N.I.M.B.Y.

Les



.Y. »
(yard)

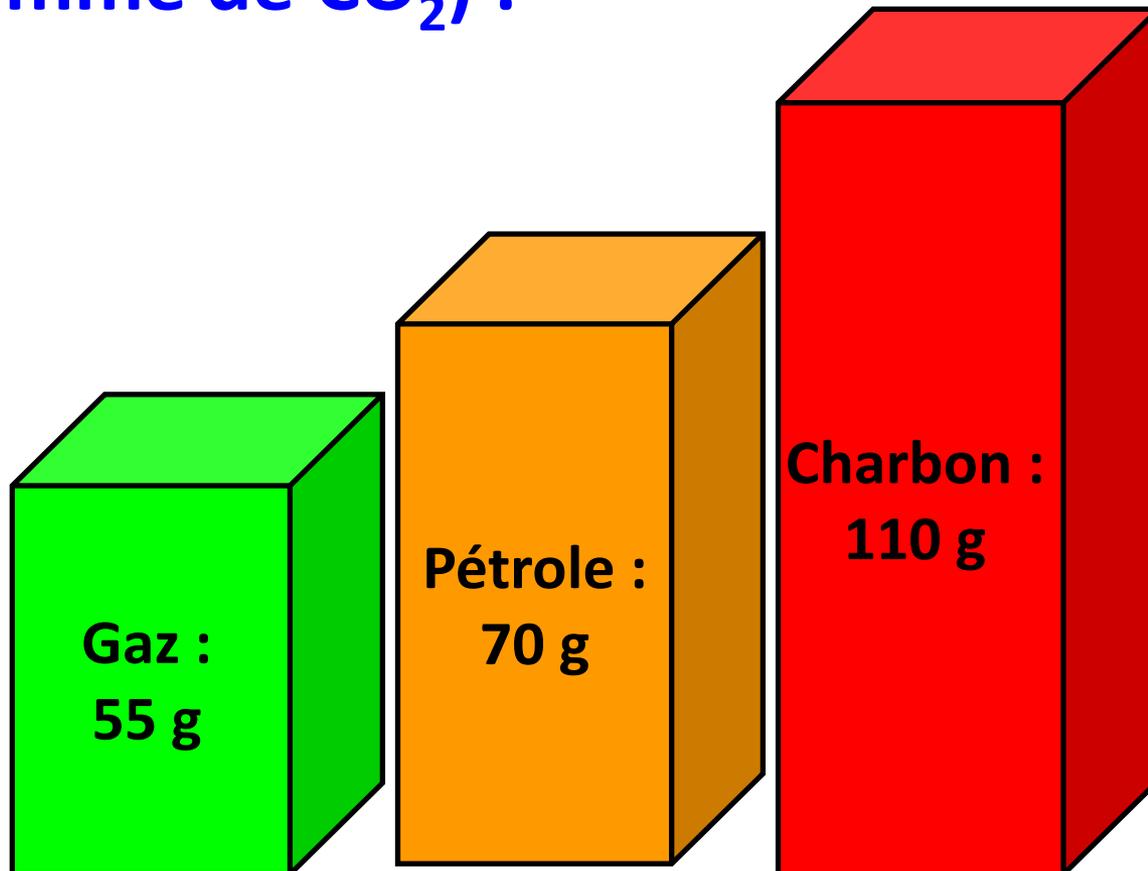
A cartoon illustration of a man with a laurel wreath on his head, wearing a white robe. He has a determined, slightly aggressive expression and is giving a thumbs-up gesture with his right hand. The background consists of several blue, cloud-like shapes. A speech bubble is attached to the left side of his head.

Oui, oui et oui !

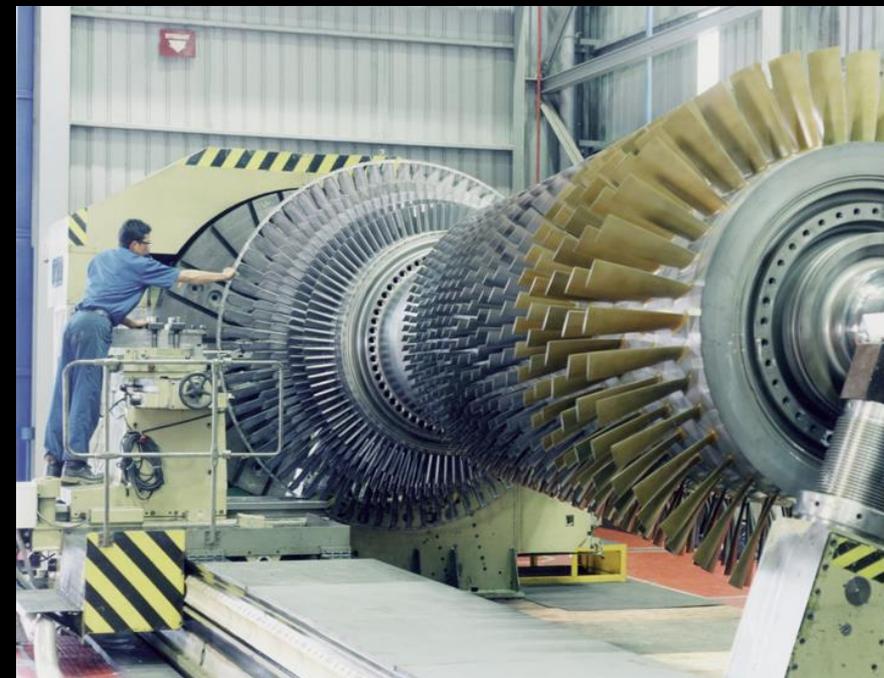
Les arguments (principalement géologiques et environnementaux) pour l'exploitation des gaz de schiste.

1^{er} avantage : Le gaz (de schiste ou conventionnel) produit moins de CO₂ que le pétrole ou le charbon à quantité d'énergie produite égale.

Produire 1 MJ d'énergie (0,3 kW.h) produit (en gramme de CO₂) :



2^{ème} avantage : Si on développe les énergies renouvelables (vent, solaire ...) ce qui est hautement souhaitable, il faut prévoir une énergie de substitution rapide à mettre en œuvre en cas d'arrêt du vent, du soleil ... Et les turbines à gaz (de schiste ou conventionnel), c'est ce qu'il y a de plus rapide et plus souple à mettre en marche



3^{eme} avantage : au moins en France si il y en a, le gaz de schiste serait une ressource locale. Et comme disent (à juste titre) les écolos, il faut consommer local. Transporter du gaz depuis le bout du monde consomme 15 à 20% de ce qui est produit.



http://www.yannartibusbertrand2.org/index.php?option=com_datagallery&Itemid=27&func=detail&catid=81&id=1642&lc=1280



<http://www.consommer-local.fr/>

4^{eme} avantage : il y a des pays avec une législation environnementale assez stricte (dont la France, malgré tous les exemples de dérogations et de violations qu'on peut trouver), d'autres non. Toutes choses égales par ailleurs, il vaut mieux pour la planète que les Français consomment du gaz exploité en France que dans ces pays sans lois (ni foi).



<http://www.greenetv.fr/2010/11/19/une-boulimie-energetique-pour-les-25-ans-a-venir/10425>



<http://www.amnesty.fr/ai-en-action/lutter-contre-la-pauvrete/acteurs-economiques/Actualites/Pollution-petroliere-au-Nigeria-ASSE2-3312>

**5^{eme} avantage : Si on ne peut vraiment pas se passer de gaz, et si exploiter le gaz dégrade inévitablement l'environnement local, il est plus « moral et citoyen » de dégrader chez nous que chez les autres.
Le temps des colonies, c'est (ça devrait être) fini !**



**Confort et
environnement
sain au Nord**

**Poubelles et
environnement
dégradé au Sud**



Non, non et non !

Les arguments (principalement géologiques et environnementaux) contre l'exploitation des gaz de schiste.

1er problème : le gaz (de schiste ou conventionnel) fait moins de CO₂ que le pétrole ou le charbon certes, mais il en fait quand même. Ça augmente l'effet de serre, et l'utiliser est mauvais pour la planète.



2^{ème} problème : le mitage des paysages et de l'environnement. La technique de la fracturation (hydraulique ou non) impose un forage tout les 200 à 3000 m.



<http://www.remedes-de-grand-miro.com/remede/pati-mites-naturels/boxz3Gehkaj1>



<http://petitsouvragesdemalvina.wordpress.com/2010/07/23/bonjour-bienvenue/>



<http://mapassenduverger.fr/mon-verger/passage-du-rouleau-dans-le-verger/>



Le mitage du paysage.
Quelques vues aériennes, glanées sur les sites
d'opposants. Ici, dans le NE des USA (Virginie Occidentale)



<http://phys.org/news/2014-08-tracking-dark-biological-fallout-shale-gas.html>

**Dans les étendues désertiques du grand Ouest des
USA**



**Dans les plaines agricoles du Texas.
Mais ces vues ont été trouvées sur des sites d'opposants.
Sont-elles représentatives ? Alors, vive Google Earth où
on peut se rendre compte par soi même !**



Voici ce que donne un puits vu de près dans le Colorado en 2005

Septembre 1993



Rulison

© 2012 Google

Image U.S. Geological Survey

Google earth

Date des images satellite : 21/9/1993 1993

39° 29' 05.74" N 107° 34' 14.31" O élév. 1732 m

Altitude 9.76 km

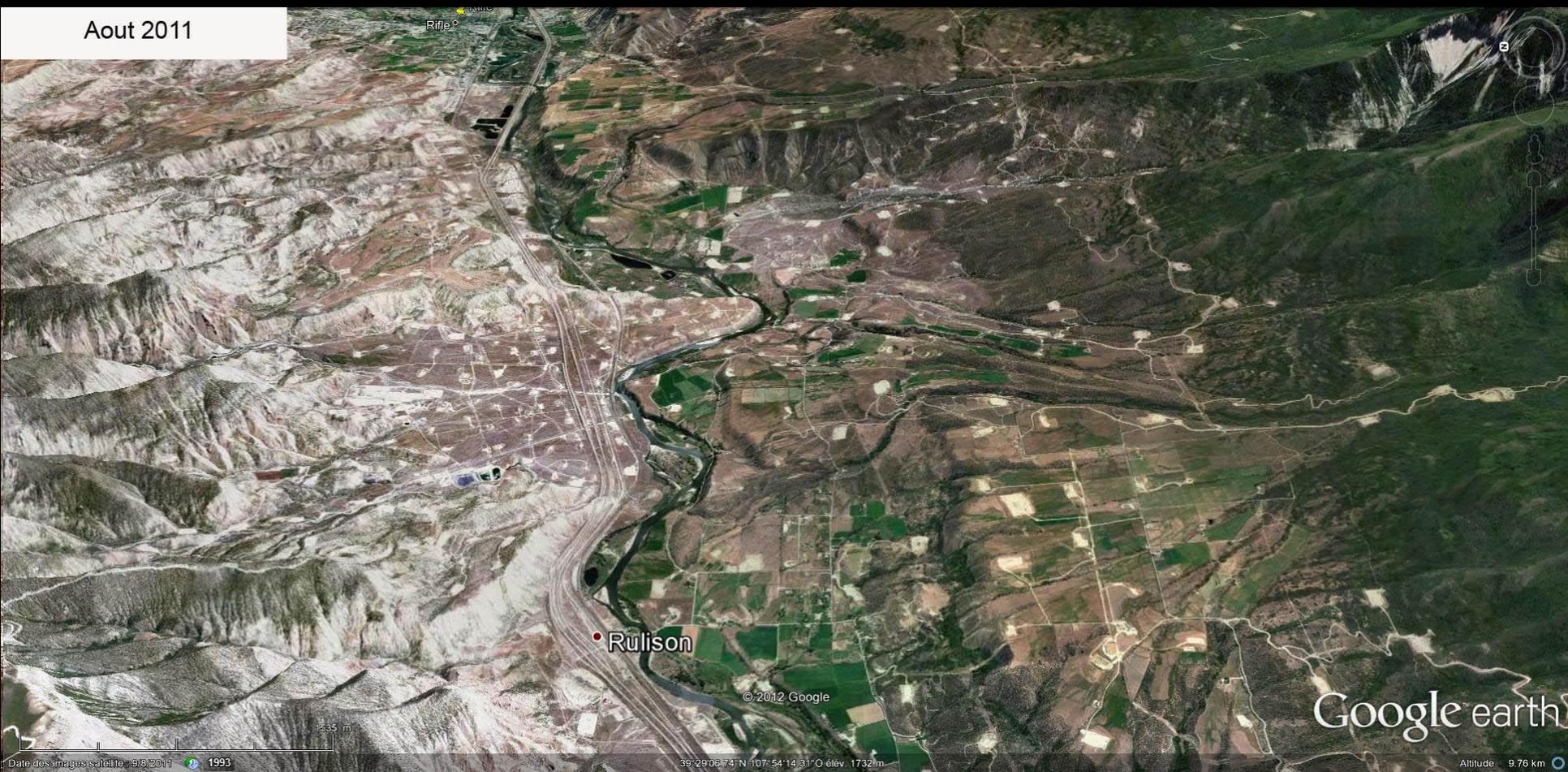
Voici 18 ans d'évolution du paysage dans cette même région du Colorado, entre 1993 et 2011.

Octobre 2005

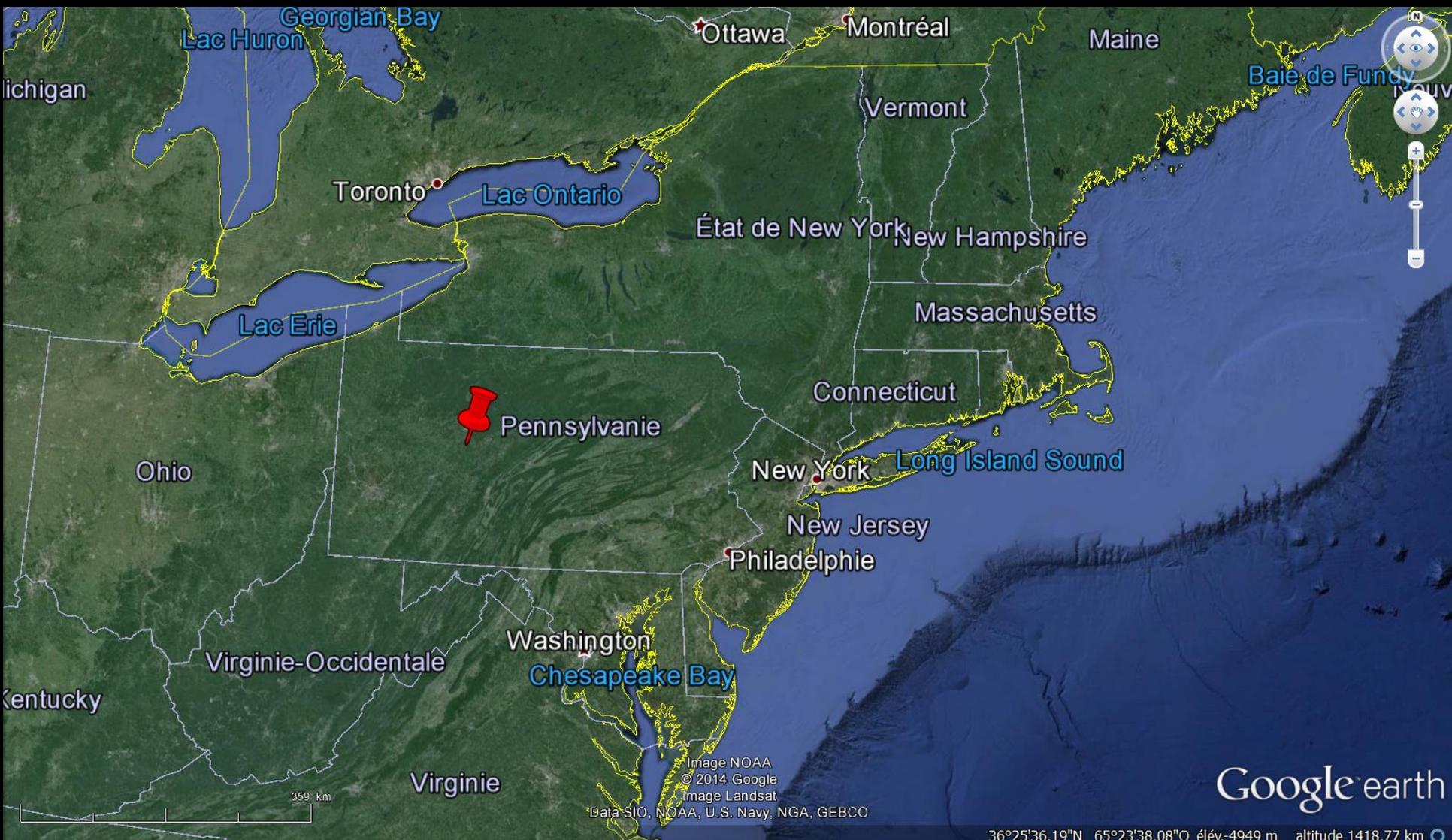


Voici 18 ans d'évolution du paysage dans cette même région du Colorado, entre 1993 et 2011.

Aout 2011



Voici 18 ans d'évolution du paysage dans cette même région du Colorado, entre 1993 et 2011.



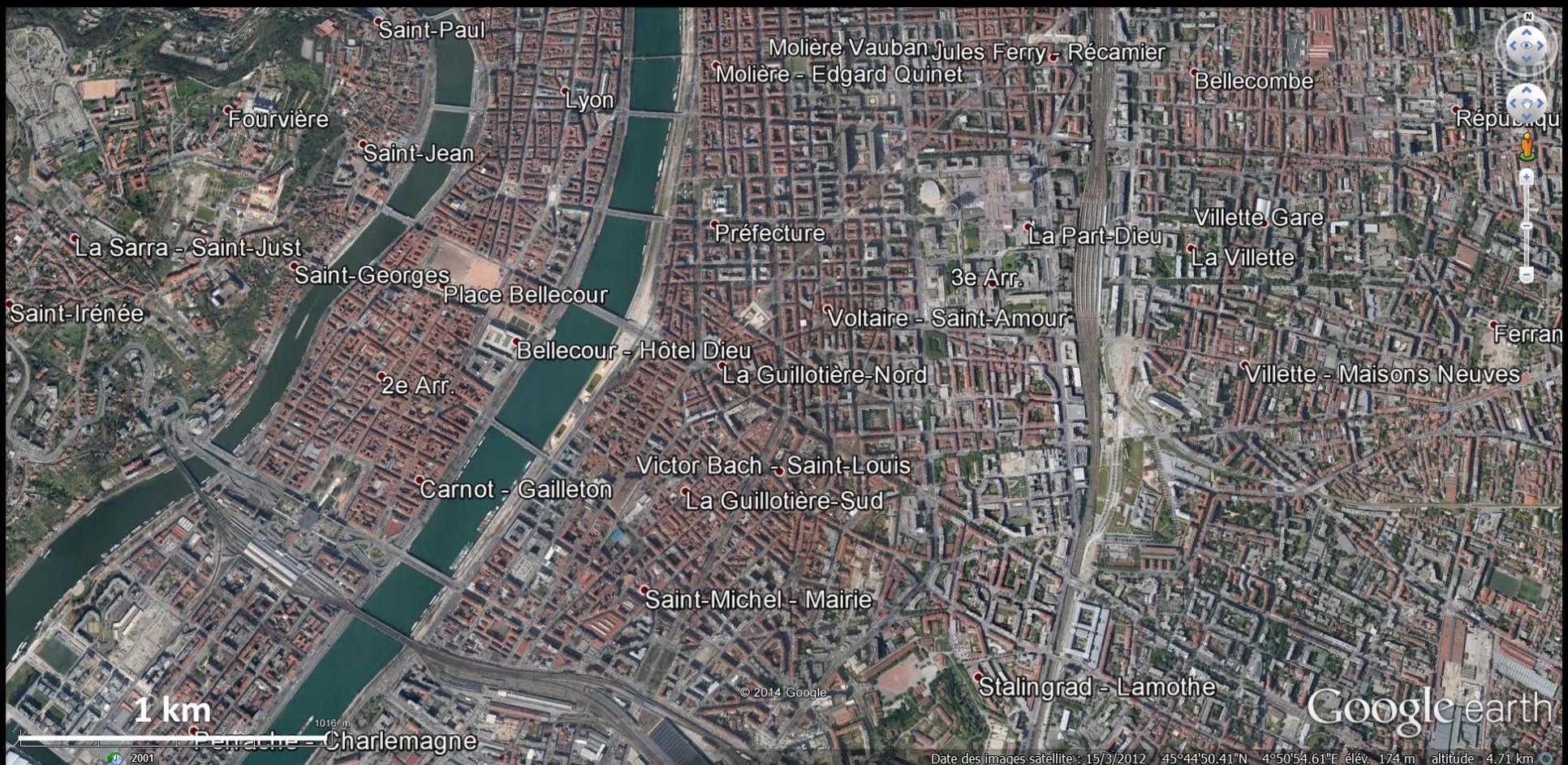
Retournons dans le bassin de Marcellus, dans le Nord-Est « civilisé », loin de l'Ouest aux habitants un peu « frustrés ». Est-ce mieux ?



A part le couvert forestier et quelques prairie, la situation est la même ! Quel mitage de la nature !



A part le couvert forestier et quelques prairie, la situation est la même ! Quel mitage de la nature !



Pour ce rendre compte de ce à quoi correspond ce mitage, transposons ces puits sur notre bonne ville de Lyon, avec la même position et à exactement la même échelle.



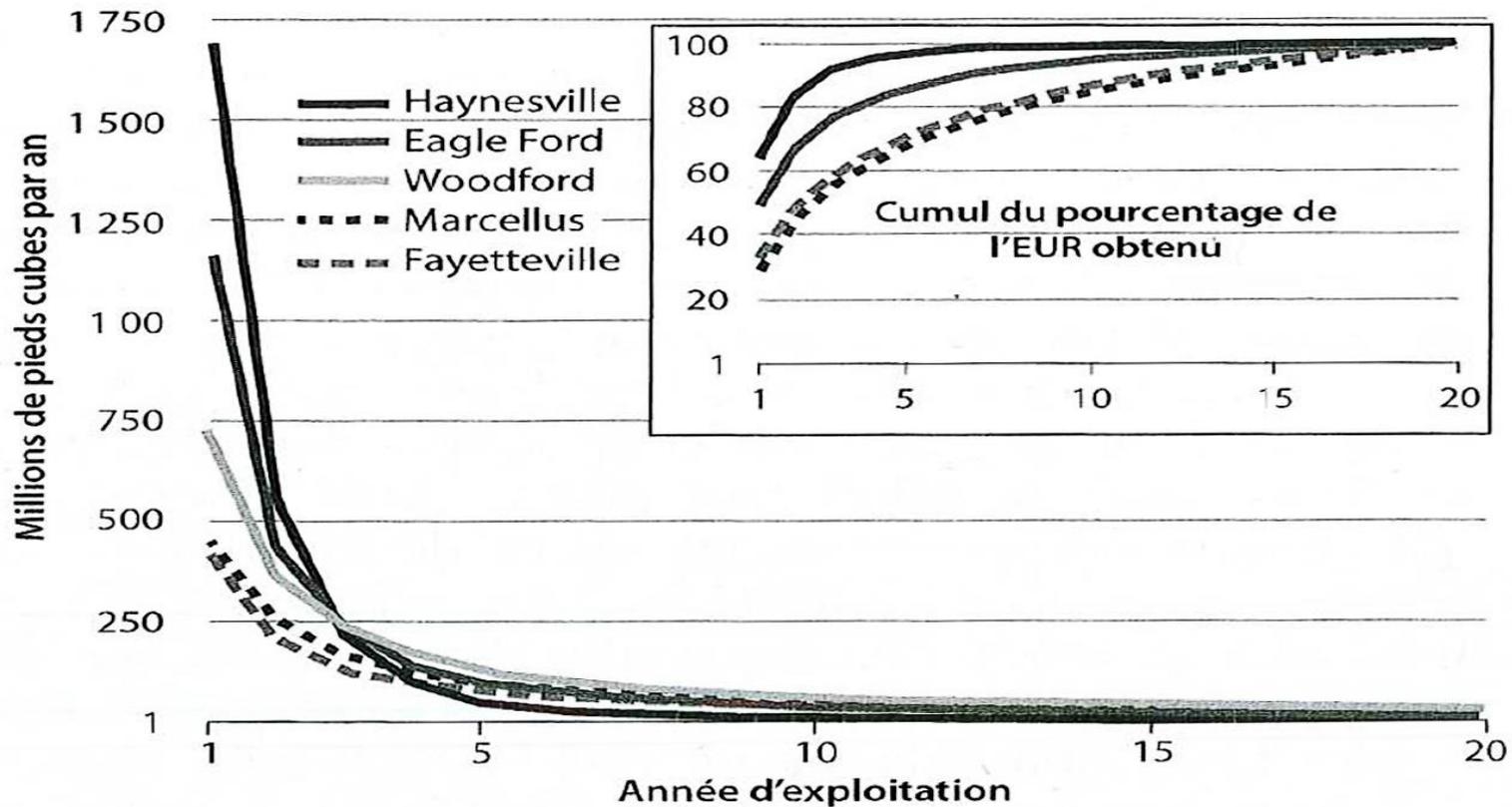
**Impressionnant n'est-ce pas !
Les pro gaz de schiste ne doivent pas habiter dans le
quartier !**

3^{eme} problème : atteindre une production stable, c'est vouloir remplir le Tonneau des Danaïdes



<http://mabouquinerie.canalblog.com/archives/2012/02/26/23494540.html>

Martin Johann Schmidt (1718-1801), Les Danaïdes



Profils de production moyenne des puits de gaz de schiste des régions les plus importantes des États-Unis par année d'opération (exprimée en millions de pieds cubes par an). En encadré, la fraction récupérable des réserves (en anglais, *Estimated Ultimate Recovery* – EUR).

La durée de production d'un puits est très faible. Vouloir avoir une production constante, voire en croissance, ce sera une course à la multiplication des forages, course sans fin vouée à l'échec. Bien plus que les autres ressources non renouvelables, les gaz de schistes ne sont qu'une ressource à très court terme.

4^{eme} problème : la pollution des nappes d'eau et écosystèmes superficiels par les additifs des eaux de forages. Les eaux de forages (10 000 à 15 000 m³ typiquement par forage) et surtout les eaux de fracturation contiennent des additifs variés, certains parfaitement inoffensifs, d'autres sujets à polémiques.

Théoriquement, on sait éliminer les fuites internes, les rejets superficiels ... Mais les risques de fuites et de rejets accidentels (ou volontaires) sont multipliés par le nombre de puits.



5^{eme} problème : les black shales contiennent naturellement plein de métaux lourds (c'est normal, géologiquement parlant). Ces métaux sont bien sagement piégés dans la roche imperméable. Mais on va les libérer avec les eaux de forage et de « fracking ». Théoriquement, on sait éliminer ces métaux par des traitements des eaux.

Mais les risques de fuites et de rejets accidentels (ou volontaires) sont multipliés par le nombre de puits.

Une lointaine analogie :
le cadmium de la Gironde

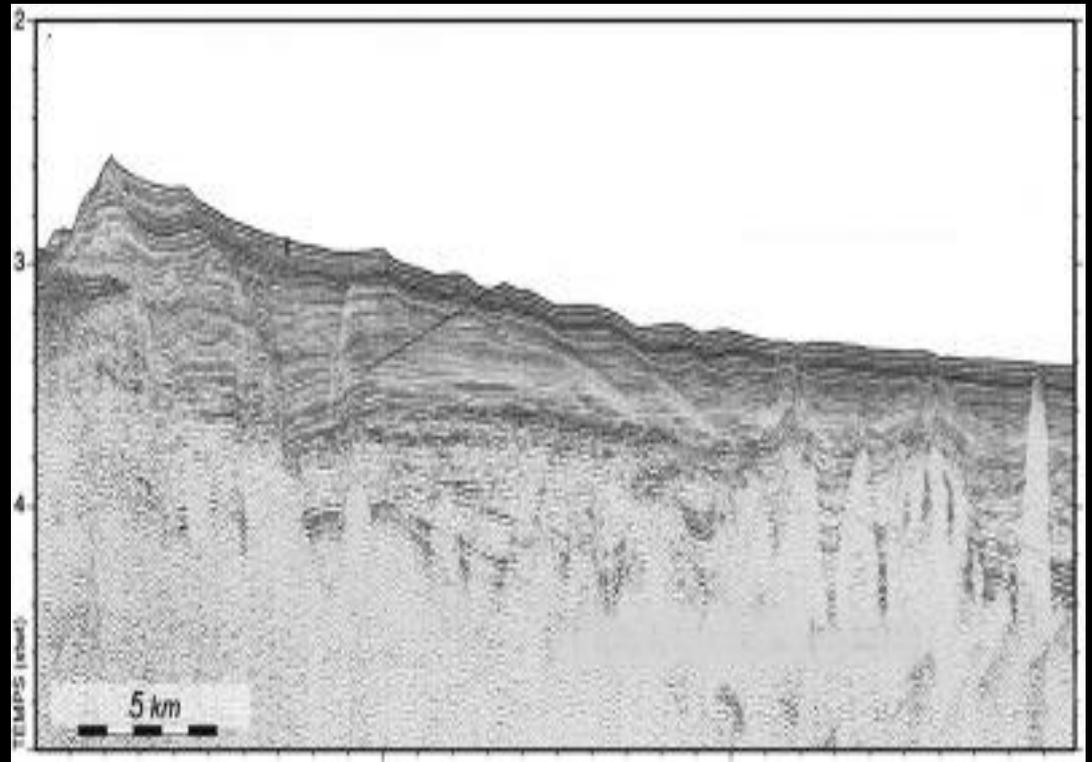


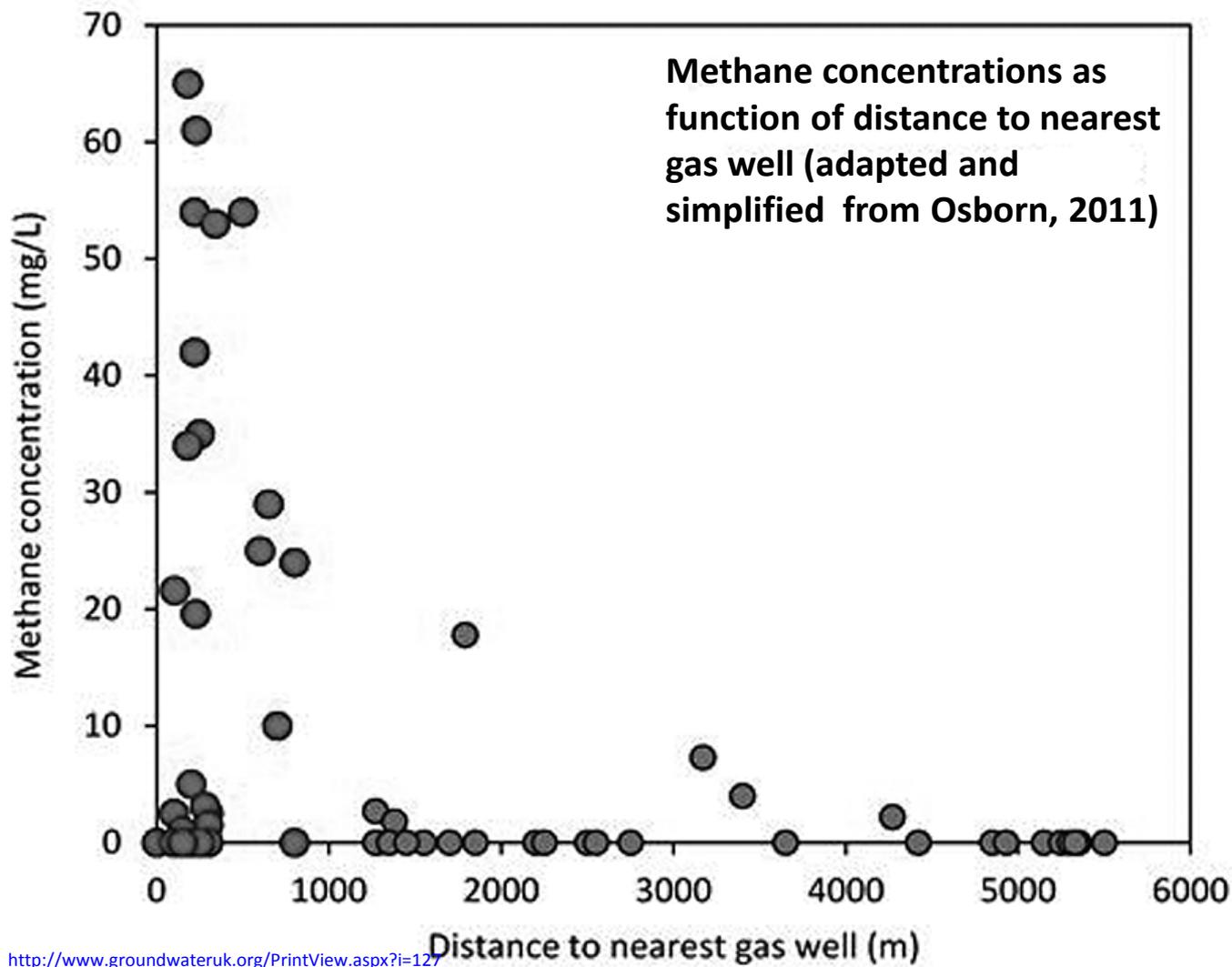
La baisse du taux de cadmium autorise à nouveau l'affinage des huîtres dans les marais salants. À côté de l'aquaculture, l'ostréiculture est en voie de relance.



6^{eme} problème : la pollution des nappes profondes par les eaux de forages et par le méthane. Théoriquement, on sait empêcher les fuites tout le long du forage, hors couche de black shales. Et si les études géologiques sont parfaites, il n'y aura pas de forage là où une faille met en communication black shales et couches supérieures.

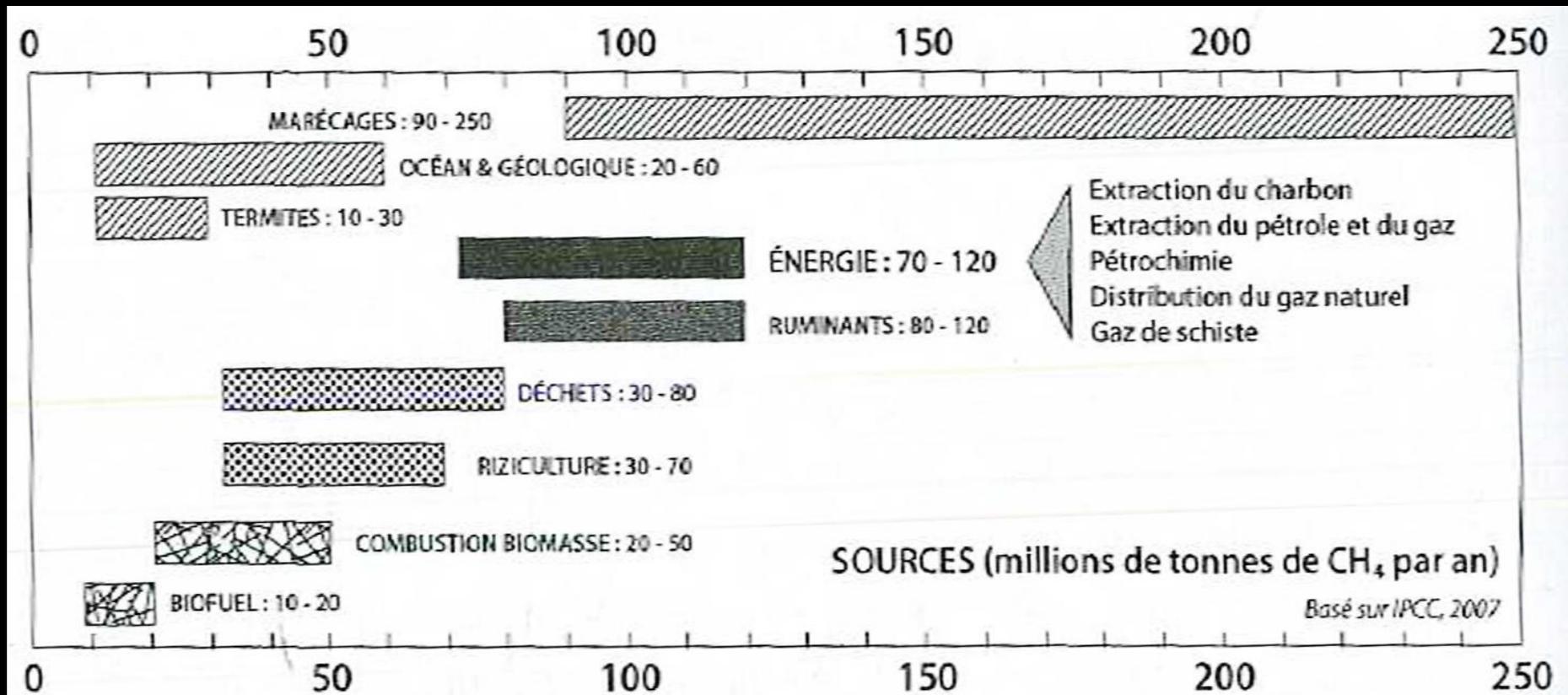
Mais les risques d'erreurs (peut-être parfois volontaires) ou de risques mal calculés sont multipliés par le nombre de puits.



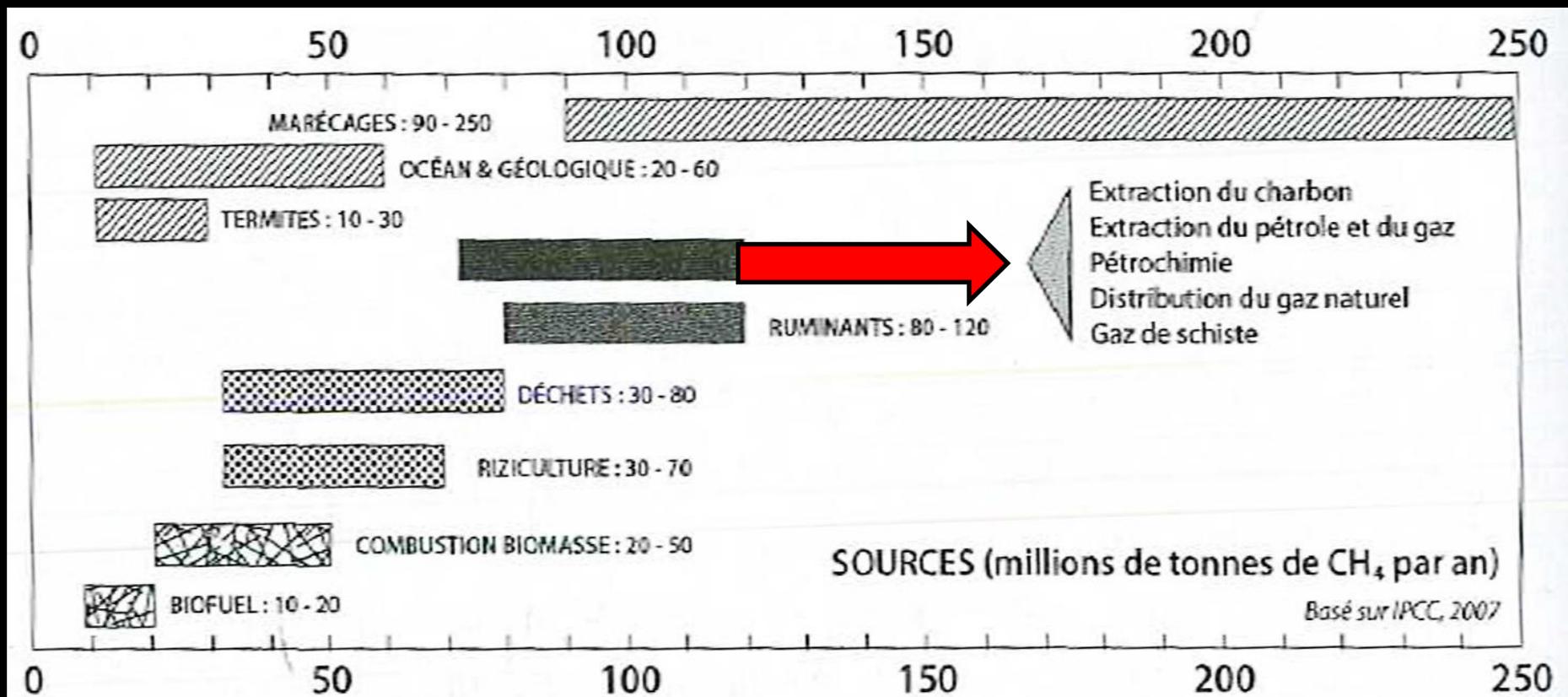


Voici au moins une étude montrant que toutes les précautions ne sont pas toujours prises. Mais je ne connais pas le caractère représentatif ou non de cette étude.

7^{eme} problème : les évitables fuites accidentelles et les inévitables micro-fuites qu'il y a toujours en régime de croisière. Fuites certes « micro », mais multipliées par le très grand nombres de puits ! Cela va considérablement augmenter les rejets anthropiques de méthane, gaz à effet de serre 20 fois plus fort que celui du CO₂



Sur les 575 millions de tonnes de méthane entrant dans l'atmosphère en 2007, 95 Mt (17%) l'étaient du fait de l'extraction des substances énergétiques, avant le début du boom des gaz de schiste. Cette quantité va énormément augmenter (dans l'absolu et en proportion) du fait de la multiplication des puits.



8^{eme} problème : l'avenir des puits épuisés et abandonnés.

Théoriquement, si les règles (au moins françaises) sont respectées, les puits abandonnés sont hermétiquement bouchés sur une bonne dizaine de mètres par du ciment. Pas de risque de fuite donc. Mais ...

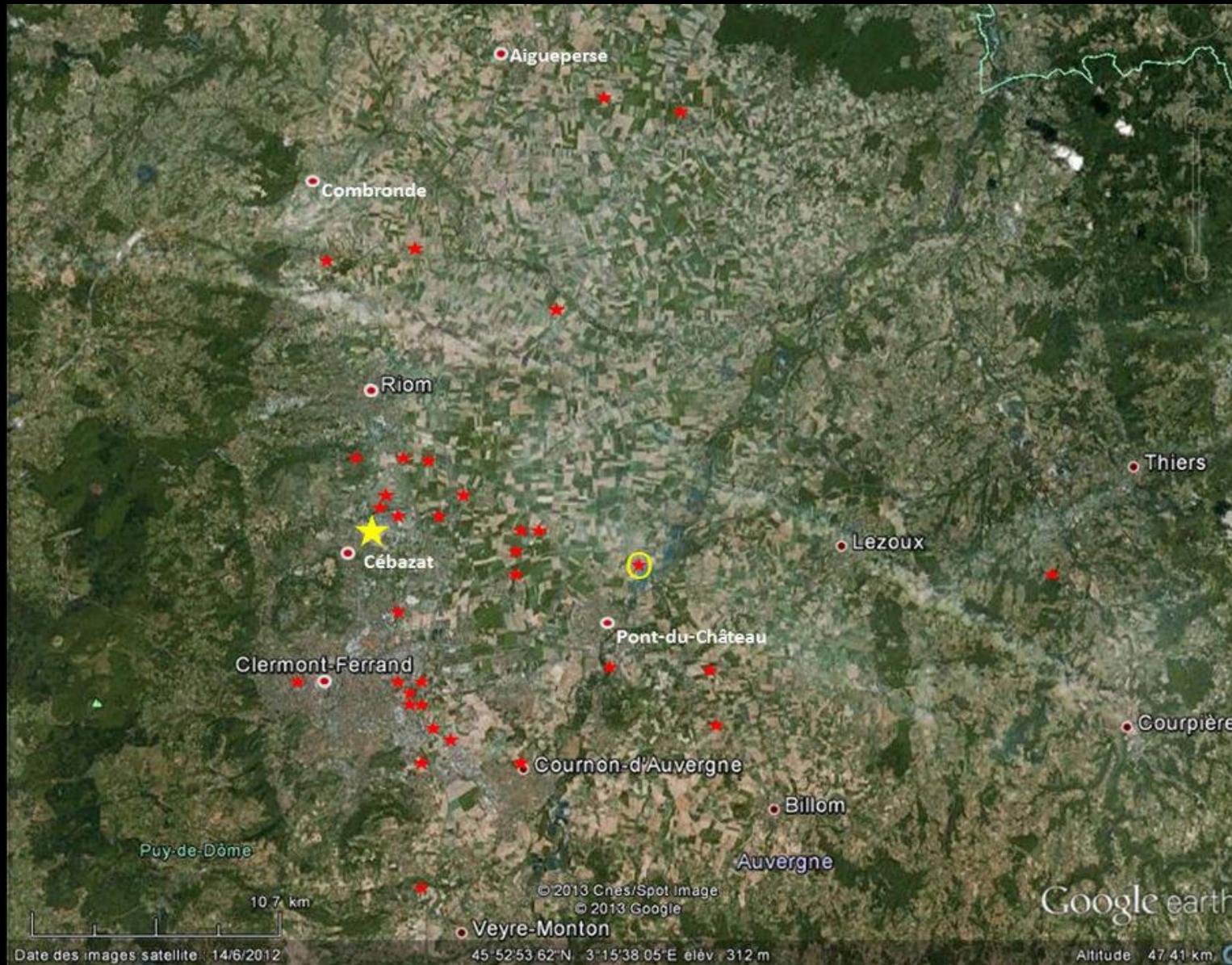
Au bout d'1 siècle, qui peut garantir la solidité du ciment et la non corrosion des tuyaux ? Personne ! On peut même garantir que ça va beaucoup se dégrader. Les fuites risquent de reprendre, faibles pour chaque puits, mais multipliées par le nombre de puits.



Et au bout de quelques (combien de ?) générations l'humanité se souviendra-t-elle de ces millions de puits abandonnés et cachés à quelques mètres de profondeur sous le sol ? Il y a, par exemple, environ 1 100 000 puits actifs aux USA, dont environ 600 000 pour le gaz de schiste. Et combien de déjà fermés !

On va voir un exemple d'oubli (en 31 ans seulement !) dans une région prise pas tout à fait au hasard : l'Auvergne, tout simplement parce que c'est chez moi.

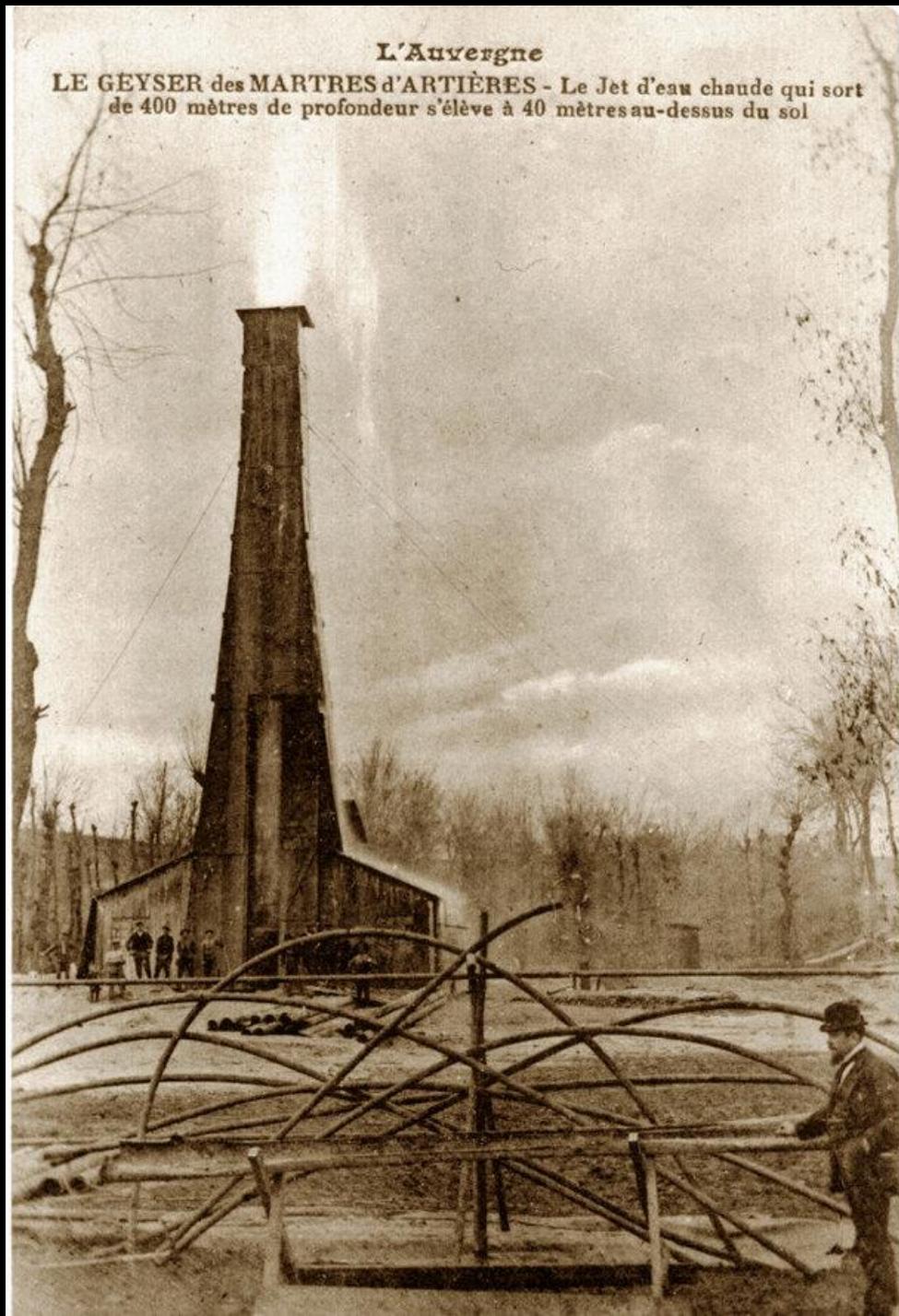




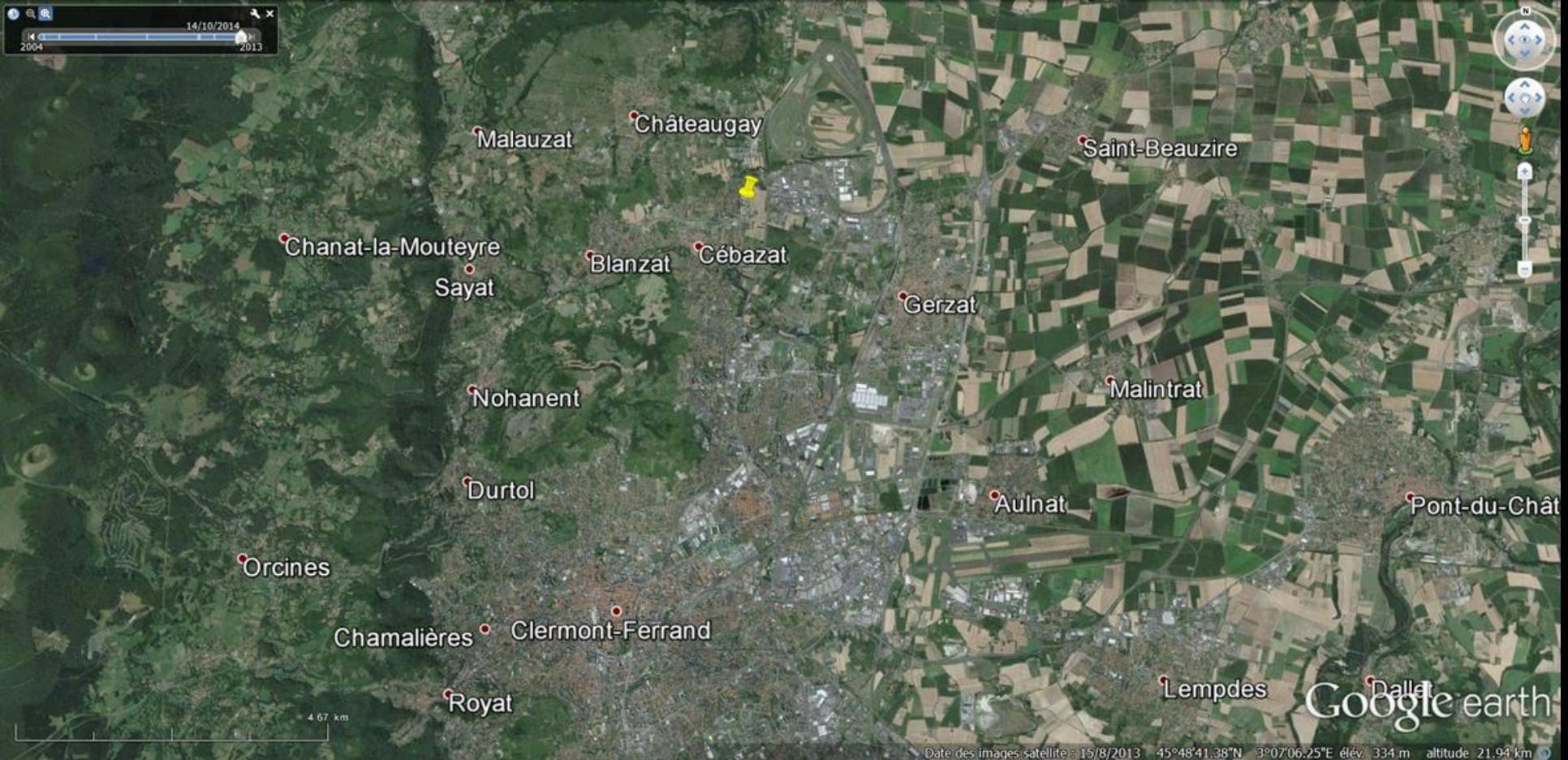
Revenons en Limagne, où 35 puits ont été forés depuis le début du XX^{ème} siècle, la majorité très peu profonds.

L'Auvergne

LE GEYSER des MARTRES d'ARTIÈRES - Le Jet d'eau chaude qui sort
de 400 mètres de profondeur s'élève à 40 mètres au-dessus du sol



Malgré les nombreux indices de surface, on a trouvé bien peu de pétrole en Limagne : roche mère bien présente, mais pas de bons pièges dans une bonne roche magasin. On a par contre trouvé beaucoup d'eau salée, et beaucoup de CO₂. Il y a eu bien peu d'argent gagné, mais par contre quelques accidents spectaculaires (comme ici en 1919).



Allons à Cébazat, dans la banlieue nord de Clermont-Ferrand. La municipalité a délivré des permis de construire, entre autres pour une ZAC et des lotissements.

Les travaux ont commencé en été/automne 2012.



Il s'agissait de transformer ces champs en ZAC et/ou lotissements, en particulier au niveau de la punaise jaune. Le 29 octobre 2012, un coup de pelleuse a rompu une tête de puits oubliée et enterrée sous 1 à 2 m de terre arable, à l'aplomb de la punaise jaune.



Photographie : Jean-Jacques Arène

Le même champ mi-novembre 2012.
Au fond, derrière la pelleteuse, le Puy de Dôme.



Photographie : Jean-Pierre Couturié

Du pétrole visqueux bien « glougloutant » au Nord de la banlieue clermontoise en novembre 2012 !



Photographie : Jean-Jacques Arène

Du pétrole visqueux bien « glougloutant » au Nord de la banlieue clermontoise en novembre 2012 !



Photographie : Jean-Pierre Couturié

Ca a commencé le 29 octobre 2012, quand un engin de terrassement a été une terminaison de puits oublié et mal bouché. Ici on est le 2 novembre, avec tentative artisanale d'endiguement.



Photographie : Pierre Thomas

Comme il sort environ 5 m³ par jour, il a fallu creuser des bassins de rétention (ici le 12 janvier 2013), qu'on vide périodiquement.



Fin janvier, des « spécialistes » réussissent à mettre une tête de forage sur le vieux tube, et à stopper l'éruption. Il en est sorti 600 m³



Photographie : Cyrille Jallageas

Gros plan sur la nouvelle tête de forage à 2 vannes qui chapeaute le vieux tube.

Que s'est-il passé ?

Il y a eu 2 époques de forage en Auvergne : le début du XX^{ème} siècle, et les années post 1973 (post crise pétrolière). Ce puits (à double vocation, pétrolière et géothermique) ne date que de 1981. 31 ans ont suffit pour qu'il soit oublié de tout le monde !

La morale de cette histoire précise, c'est qu'il y a eu :

- 1) malversation ou incompétence de la compagnie de l'époque (1981) qui n'a pas su ou voulu respecter les normes de rebouchage,**
- (2) erreur du BRGM qui a mal positionné ce forage, et**
- (3) amnésie des autorités locales (qui ont délivré le permis de construire) pour un puits de seulement 31 ans dans une région qui n'en compte que 35.**

Qu'est ce que ça sera un siècle plus tard, si on a creusé des milliers de puits. Mais comme disent certains, « après moi, le déluge ».



Puy-de-Dôme → Actualité

À CÉBAZAT ■ Un grand chantier de sécurisation du site se déroule en ce moment dans la ZAC des Trois fées

Le puits de pétrole sera bientôt refermé

L'énorme appareil de forage qui vient d'être installé dans la ZAC des Trois fées de Cébazat travaille 24 heures sur 24 pour reboucher définitivement le puits de pétrole, retrouvé fortuitement il y a un an à l'occasion des travaux de viabilisation du terrain.

Laurence Coupérier

La mise en sécurité de la parcelle dans laquelle a été retrouvé un puits de pétrole subsistant de forages effectués il y a trente ans (*), a débuté hier, dans la ZAC des Trois fées à Cébazat.

Conduit par la DREAL (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement) avec l'appui technique du BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières), ce gros chantier a débuté il y a une semaine par l'installation de



CHANTIER IMPRESSIONNANT. Le chantier de sécurisation de l'ancien puits fonctionne 24 heures sur 24 cette semaine et la semaine prochaine, avec des équipes de sept à huit personnes qui se relaient en 3/8. PHOTO SOPHIE GRAND

l'appareil de forage pétrolier monumental de la société spécialisée effectuant les travaux.

La mise en sécurité proprement dite de cette parcelle d'environ 4.000 m² a commencé mardi matin.

1,5 million d'euros à la charge de l'État

Il s'agit, dans un premier temps, de l'injection de fluides de forage sur 380 mètres de profondeur. Ensuite, le tube métallique (de 20 cm de diamètre) qui plonge actuellement à 1.100 mètres de profondeur sera coupé sur environ 350 mètres, puis un bouchon de ciment en trois segments sera coulé sur quelque 250 mètres de

profondeur, en prise dans le sol, ce qui fermera définitivement le « puits ».

Le chantier de sécurisation proprement dite coûte 1,5 million d'euros, qui sont pris en charge par l'État.

Restent environ 300.000 euros correspondant aux frais liés au stockage et à l'évacuation. Les expertises juridiques en cours détermineront qui aura à payer cette facture.

(*) Au cours du chantier de viabilisation, une fuite avait été repérée à environ 450 mètres de profondeur.

Ecoquartier. L'écoquartier Les Trois fées, en cours d'aménagement sur une trentaine d'hectares, mettra à disposition un millier de logements. 53 logements BBC ont déjà été livrés par l'Ophis (bailleur social de ce programme). Au lieu des trois maisons qui étaient prévues sur la parcelle où a été découvert le puits, un espace vert sera aménagé.

Et qui va payer pour tout ça (1 500 000 €) ? Nous, bien sûr ! Pas les « fautifs ».

Cette histoire met le doigt sur le neuvième problème lié à l'exploitation des gaz de schiste : le monde réel de l'Administration, de l'Industrie et des Pouvoirs Publics, malgré leurs discours lénifiants du genre « tout va bien, faites nous confiance », est loin d'être le monde des Bisounours.



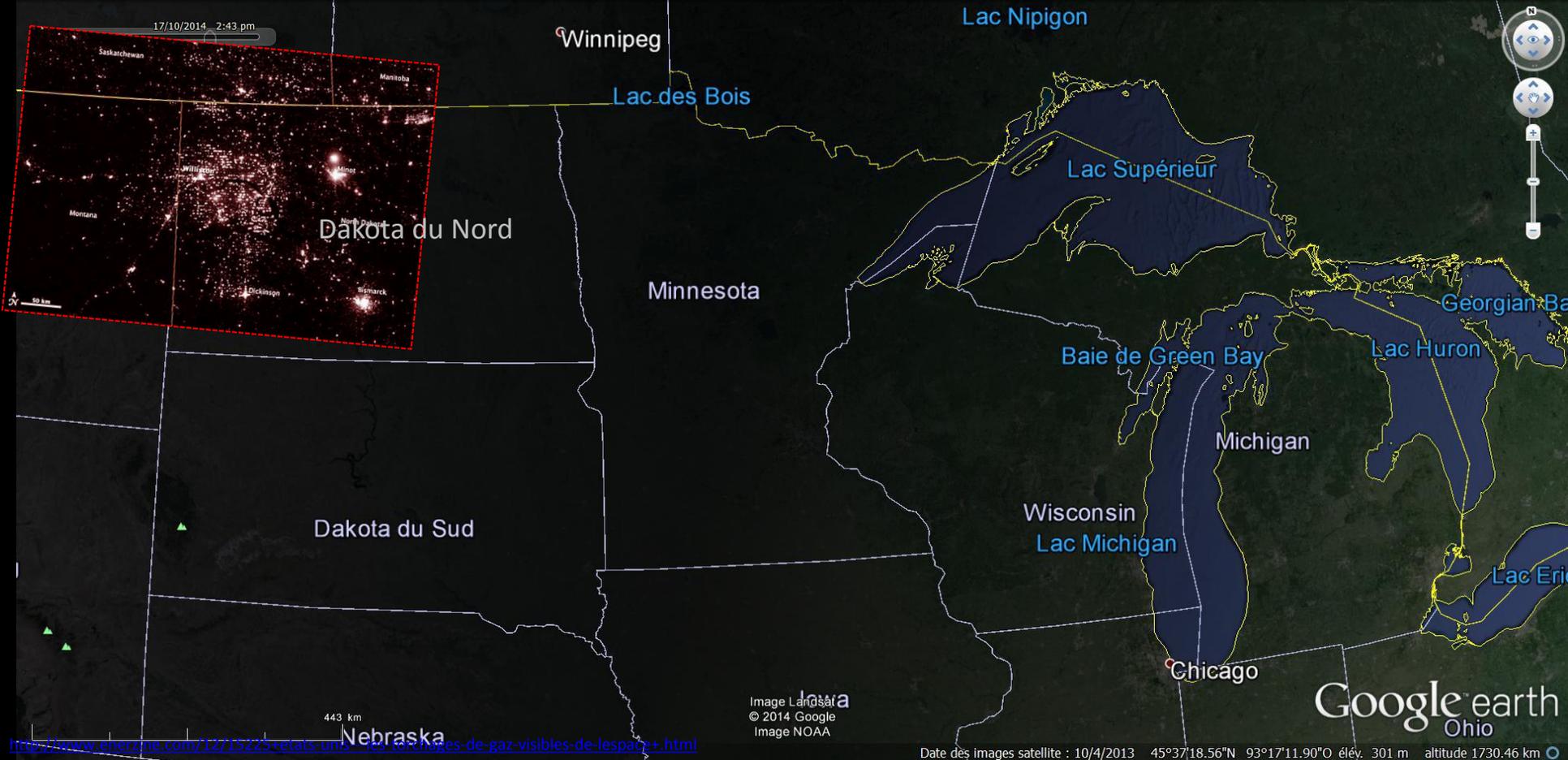
En voici un exemple : la question du torchage.



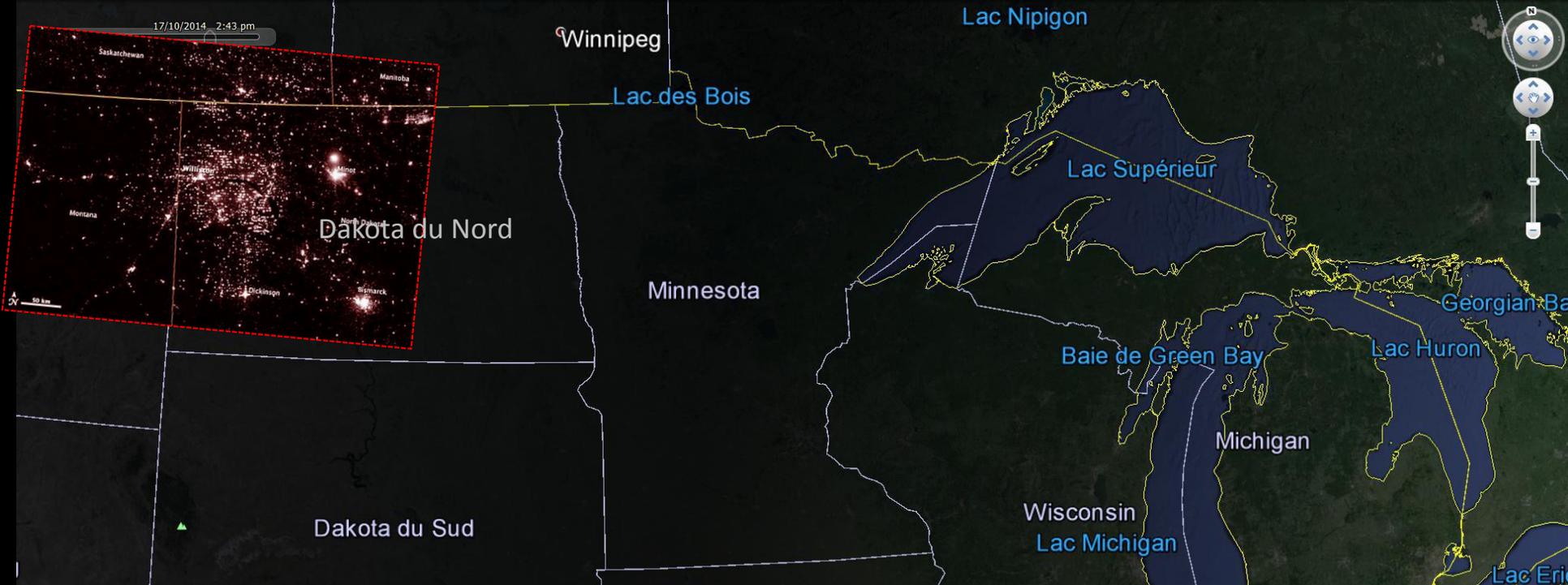
<http://nigeria.laura.blogspot.fr/2010/05/shell-pledges-2-billion-dollars-to-cut.html>

Quand on exploite du pétrole (conventionnel ou de schiste), il sort inévitablement un peu de gaz. Ce gaz est soit réinjecté dans le gisement, soit « exporté », soit « torché » (brulé) quand

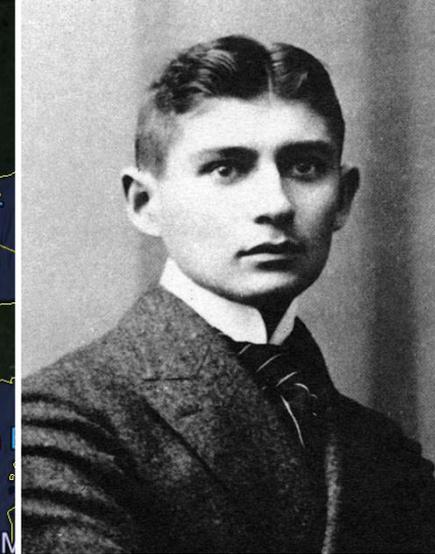
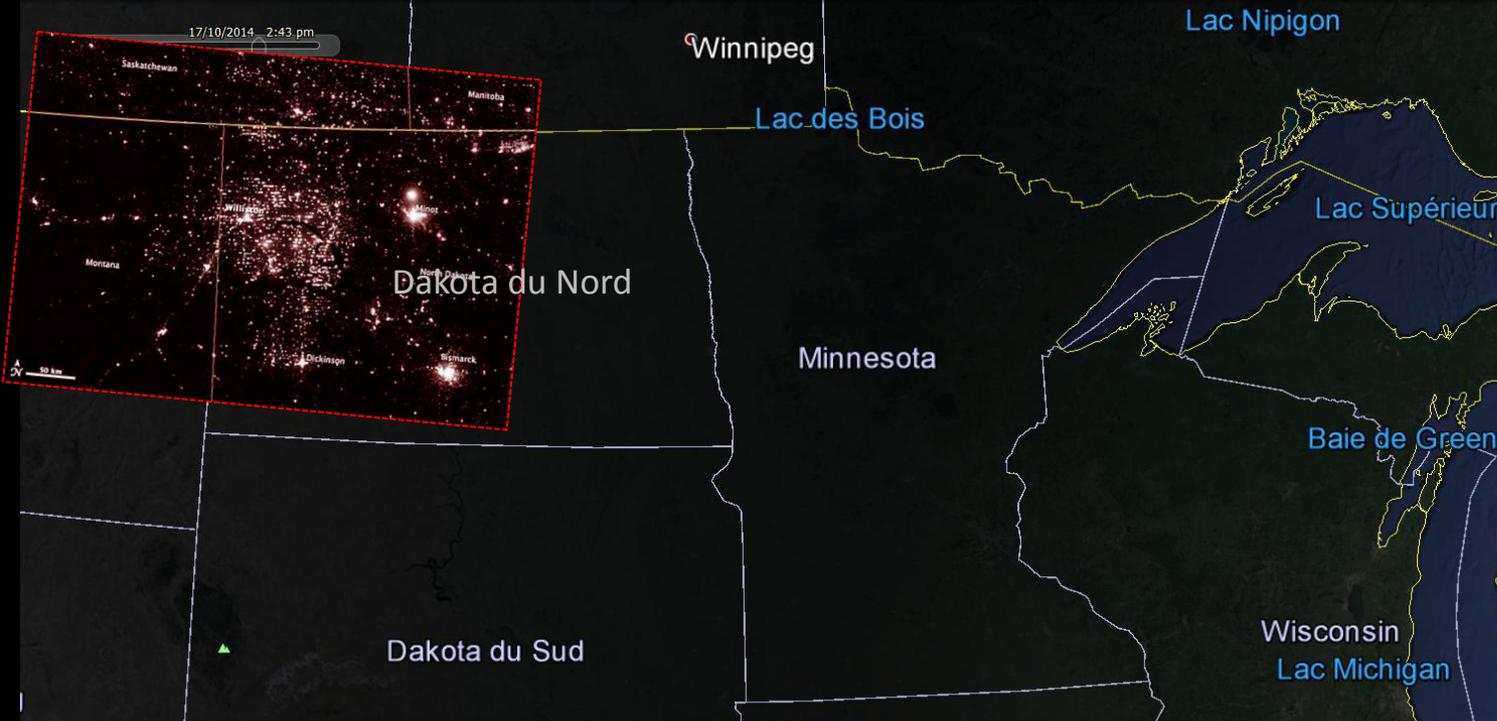
c'est ce qui coûte le moins cher. C'est (1) un gâchis énergétique (l'équivalent de 30% de la consommation européenne est torché chaque année dans le monde), (2) un problème environnemental local (particules fines), et (3) un scandale écologique mondial (CO₂). Les compagnies, la main sur le cœur, disent que c'est une pratique finissante n'existant plus que pour d'anciens gisements.



Dans le Dakota du Nord, à part quelques villes, la nuit devrait être noire. Les satellites montrent qu'il n'en est rien. Chaque lumière « hors des villes » est une torchère. Les nouveaux gisements de pétrole de schiste font actuellement (en 2013) l'objet d'un torchage intensif



La recrudescence du torchage au USA semble être due, en grande partie, à la faiblesse des prix du gaz naturel en Amérique du Nord, due elle-même aux gaz de schiste. En effet, construire des gazoducs ou des réservoirs pour traiter le gaz libéré par l'extraction des pétroles, conventionnels ou non, n'est plus rentable. C'est pourquoi, le torchage reste souvent le moyen le plus économique de s'en débarrasser. Les permis de torchage aux USA (permis délivrés par l'Administration) sont passés de 306 à 1963 depuis 2010 (<http://www.energies.com/221/222/actualites/01/les-permis-de-gaz-visibles-de-l'espace.html>). Je ne suis pas économiste, mais n'est-on pas là dans le monde de l'Absurdie ?



**Kafka, réveille-toi ;
ils sont devenus
fous !**

La recrudescence du torchage au USA semble être due, en grande partie, à la faiblesse des prix du gaz naturel en Amérique du Nord, due elle-même aux gaz de schiste. En effet, construire des gazoducs ou des réservoirs pour traiter le gaz libéré par l'extraction des pétroles, conventionnels ou non, n'est plus rentable. C'est pourquoi, le torchage reste souvent le moyen le plus économique de s'en débarrasser. Les permis de torchage aux USA (permis délivrés par l'Administration) sont passés de 306 à 1963 depuis 2010 (<http://www.energies.com/2215228/actualite-usa/les-nord/la-base-de-gaz-visible-de-lespace.html>). Je ne suis pas économiste, mais n'est-on pas là dans le monde de l'Absurdie ?

Scandale autour du gaz de schiste californien

Les compagnies pétrolières ont été autorisées à déverser leurs eaux usées dans des sources d'eau potable

SAN FRANCISCO - correspondante

Le gouverneur de Californie Jerry Brown va-t-il se montrer à la hauteur de ses prétentions à diriger l'Etat le plus « vert » de l'Union américaine ?

Un mois après avoir fixé des objectifs ambitieux lors de la cérémonie d'investiture pour son second mandat, il est sous le feu des critiques non seulement des écologistes pour son refus d'interdire la fracturation hydraulique – seule technique d'exploitation du gaz de schiste – mais aussi de l'agence fédérale de l'environnement (EPA) pour avoir autorisé les compagnies pétrolières à rejeter des eaux contaminées dans les nappes phréatiques de Californie.

Samedi 7 février, une manifestation de près de 10 000 personnes, baptisée « Marche pour un vrai leadership sur le climat », est venue réclamer dans le fief même du gouverneur, à Oakland, l'interdiction de la fracturation hydraulique dans l'Etat, le troisième producteur de gaz et de pétrole du pays. C'était la manifestation la plus importante jamais enregistrée aux Etats-Unis contre la fracturation.

Le 7 février, une manifestation a réuni 10 000 personnes à Oakland, la plus grande jamais enregistrée aux Etats-Unis contre la fracturation

Une semaine plus tôt, une enquête du *San Francisco Chronicle* accusait l'administration de Californie d'avoir laissé depuis des années les compagnies pétrolières rejeter les eaux usées de fracturation qui peuvent contenir de l'arsenic, du plomb ou encore du benzène dans des puits d'injection creusés dans des aquifères d'eau potable au risque de polluer la nappe phréatique. Or, les agriculteurs de la Vallée centrale, confrontée à une sécheresse record, puisent 90 % de leurs ressources en eau dans le sous-sol.

Réforme différée

Selon l'agence Associated Press, qui a passé en revue les documents, les régulateurs de l'Etat ont autorisé – à 2 553 reprises – le rejet dans le sous-sol d'eaux usées résultant de la fracturation. Une partie des permis ont été émis avant l'arrivée au pouvoir de Jerry Brown, mais près de la moitié (46 %) pendant son premier mandat (2010-2014). Cela, alors que l'EPA l'avait mis en garde dès 2011 sur le fait que les ressources aquifères étaient insuffisamment protégées contre la pollution émanant des activités pétrolières.

La division de réglementation du pétrole, du gaz et des ressources géothermiques a plaidé la désorganisation et une mauvaise cartographie des zones protégées en vertu de la loi de 1974 (Safe Drinking Water Act). Lundi 9 février, son responsable, Steve Bohlen, a

annoncé une réforme « trop longuement différée » du processus d'autorisations. Immédiatement, 140 puits de rejets, trop proches des aquifères, ont été fermés.

L'EPA a donné deux ans à l'Etat pour mettre fin aux pratiques interdites. Les écologistes réclament, eux, la fermeture immédiate des puits dans les zones les plus affectées par la sécheresse, qui se trouvent être aussi l'épicentre de la fracturation. « Alors que tant de Californiens sont dépourvus d'accès à une eau pure et saine, il est scandaleux de laisser la contamination par des eaux industrielles continuer », a protesté le Center for Biological Diversity,

une association qui a intenté un procès à l'Etat en janvier 2013 pour une supervision inadéquate des forages.

300 puits ouverts chaque mois

Un cinquième de la production d'énergie fossile californienne vient de la fracturation hydraulique. Depuis dix ans, chaque mois, l'Etat enregistre l'ouverture de 300 nouveaux puits. « L'expansion du pétrole et du gaz menace les progrès susceptibles d'être accomplis sur le climat », déplore Kassie Siegal, la juriste du Center for Biological Diversity. Deux comités californiens ont déjà interdit la fracturation en invoquant

les risques pour la santé publique et l'environnement.

Dans son discours d'investiture début janvier, Jerry Brown a fixé comme objectif de porter à 50 % la proportion d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie en Californie avant 2030. Lui qui était intervenu au sommet de l'ONU en septembre 2014 pour vanter l'exemple californien, et qui compte se rendre au sommet de Paris fin 2015, soutient qu'aucune preuve n'a été apportée des dangers du « fracking » pour la Californie et que les réglementations édictées sont les plus strictes des Etats-Unis.

Contrairement à son homologue

de New York, Jerry Brwn est sur la ligne de Barack Obama : toutes les ressources naturelles doivent être exploitées, y comprises énergies fossiles. A chaque fois qu'il est interpellé, il renvoie les onsmatteurs-pollueurs à leurs responsabilités : « Tant que les californiens effectueront 520 milliards de kilomètres chaque année dans leurs voitures et consomment 53 milliards de litres d'essence, nous aurons besoin d'un dispositif qui inclut toutes les énergies, n'est-il à la veille de la manifestation d'Oakland. Et je n'entend personne proposer de moratoire sur la conduite automobile. » ■

CORIE LESNES



Samedi 7 février, à Oakland (Californie), lors de la « Marche pour un vrai leadership sur le climat ». RAY CHAVEZ/JAP

Un autre exemple qui montre que l'environnement est souvent une victime de la complicité objective Grandes Compagnies / Pouvoirs Publics.

Dixième et dernier problème : exploiter intensément les gaz de schiste, c'est refuser de regarder la réalité en face, et c'est racler les fonds de tiroirs plutôt que de changer de mode de vie énergétique.



D'ici (environ) 100 ans, les ressources carbonées vont devenir très rares. On va devoir, de grès ou de force, apprendre à s'en passer, en plus des raisons climatiques qui nous « demandent » d'arrêter le plus tôt possible. Au lieu de profiter de ces 100 ans pour faire tranquillement notre révolution énergétique, on vient de découvrir un fond de tiroir pas encore vide, et on veut continuer à s'empiffrer en le raclant jusqu'aux dernières miettes. Et tant pis pour nos Enfants !

Que conclure après tout ça ?



« *Après nous, le déluge* » aurait dit Madame de Pompadour en s'adressant à Louis XV, son amant, quand elle lui faisait prendre des mesures tout à leurs intérêts, mais défavorables à ceux du Royaume....

Pour moi, la morale de toute cette histoire de gaz de schiste, c'est que les « grands » de notre monde actuel (pouvoir public, administration, industriels, financiers...) n'ont pas changé depuis le XVIII^{ème} siècle.



En guise de 2^{ème} conclusion, purement personnelle, voilà ce que j'envisagerais si j'étais ministre de l'énergie ?

Après avoir réglé (si c'est possible) les problèmes techniques et considérablement renforcé la réglementation, j'étudierais la possibilité d'utiliser temporairement des gaz de schiste sous réserve que cela aide à la transition énergétique, que cela pousse industries, administrations et pouvoirs publics vers les économies d'énergie et vers les énergies renouvelables.



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



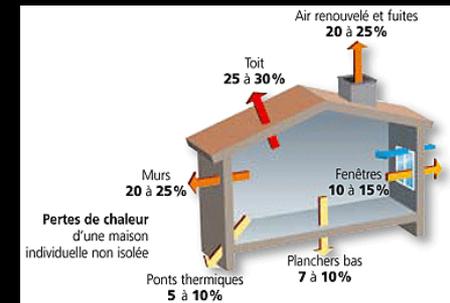
Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

Par exemple, une compagnie installant un champ d'éoliennes produisant x kilowatt.heure par an, mais de façon intermittente en fonction du vent, aurait droit de forer-exploiter l'équivalent énergétique en gaz de schiste, mais pas plus et une seule fois, et exclusivement afin de lisser la production électrique des éoliennes.



<http://www.notre-planete.info/ecologie/energie/energie-eolienne.php>

Une compagnie isolant des logements permettant d'économiser x kilowatt.heure par an, aurait droit de forer-exploiter en 1 fois l'équivalent énergétique en gaz de schiste, mais pas plus.



<http://www.te29.fr/solution-thermique-par-l-exterieur.html>

Et avec le temps, le droit aux gaz de schistes représenterait une fraction de plus en plus faibles des énergies produites ou économisées. On peut rêver !

Par ex... compagnie installant un

cham

par a

du v

l'équ

pas

de l

Une

per

pa

l'é

pa

Et

ré

faibles des énergies p

On peut rêver !

Vous êtes peut-être propriétaire d'une maison en Ardèche, salariés chez Total, (petits) actionnaires d'une boîte de géo-ingénierie ... et de toutes façons vous êtes électeurs. Ce qui devrait compter pour vous, c'est l'intérêt de la planète et de l'humanité, pas la tranquillité de votre maison ardéchoise, ni l'intérêt de votre employeur, ni celle de votre portefeuille ! Et même si vous ne pensez qu'à vous, n'oubliez pas que ce qui est mauvais pour l'humanité l'est pour vous et vos enfants, qui faites partie de l'humanité.

é et fuites
25%

fenêtres
à 15%

s bas
9%