




Pétrole / gaz de schiste

la solution ?



« Contrôlez l'énergie et vous
contrôlerez les nations »

Henry Kissinger

Développement = Energie



1850

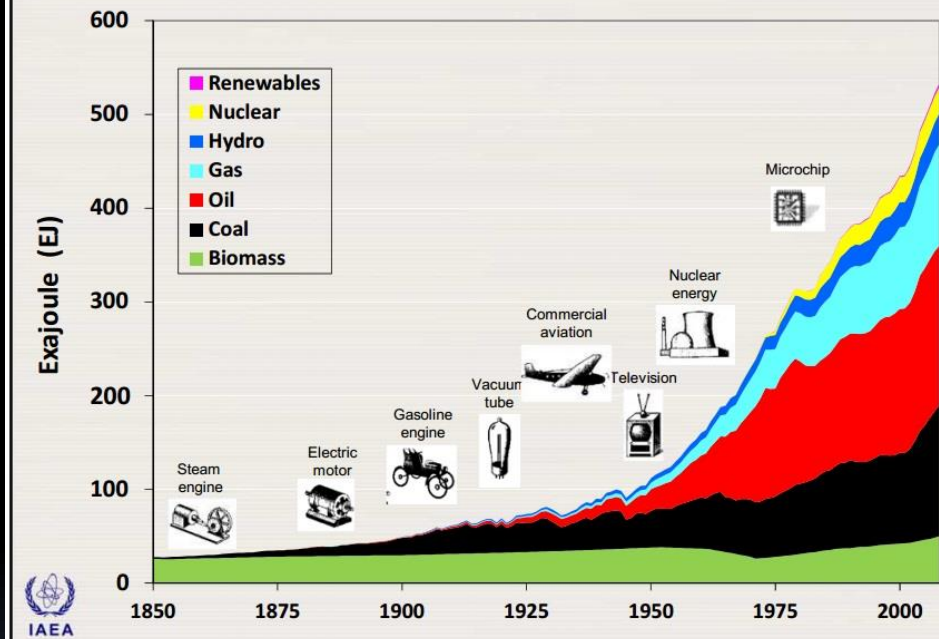


1920



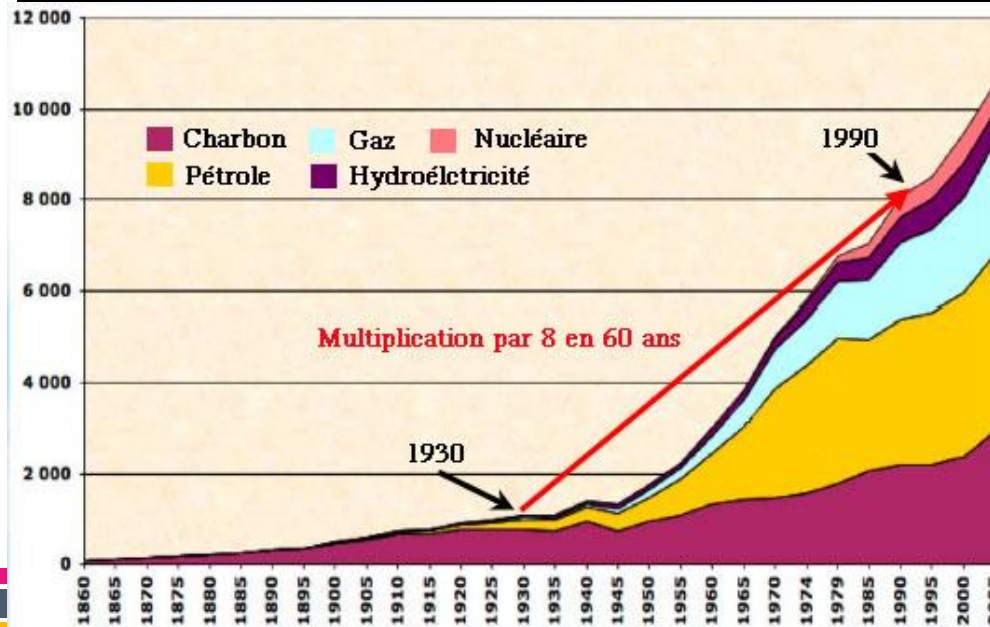
2000

Global primary energy supply, 1850 -2008

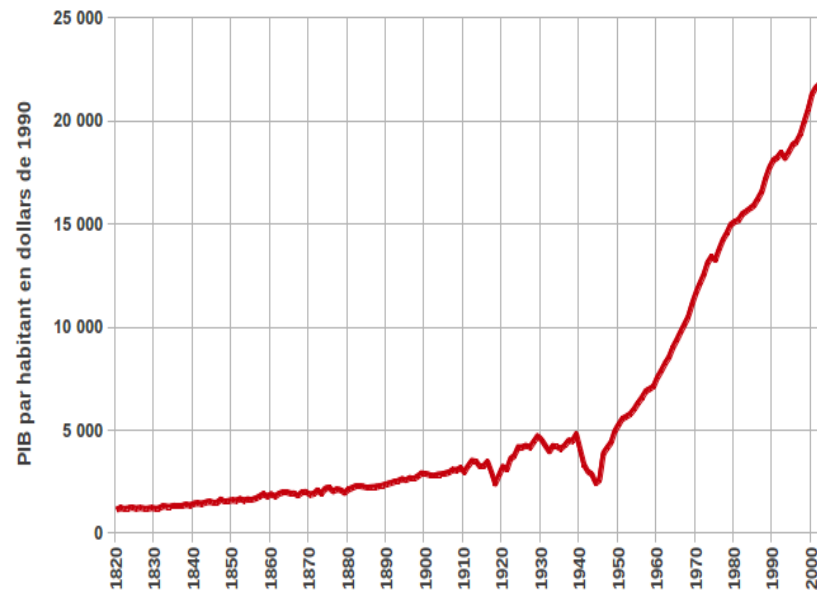


Relation PIB et Energie

Consommation d'énergie primaire de 1860 à 2005 dans le monde



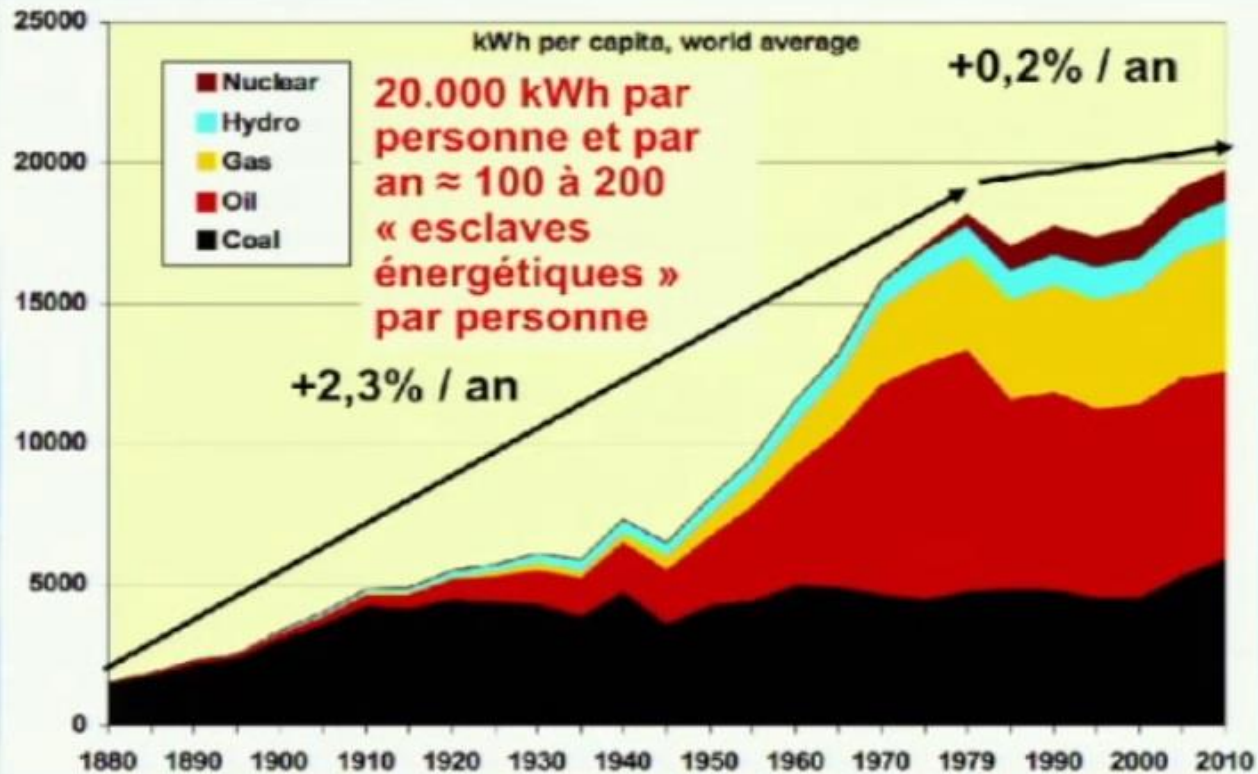
PIB par habitant en France de 1820 à 2000



Pouvoir d'achat multiplié par 50 en 150 ans

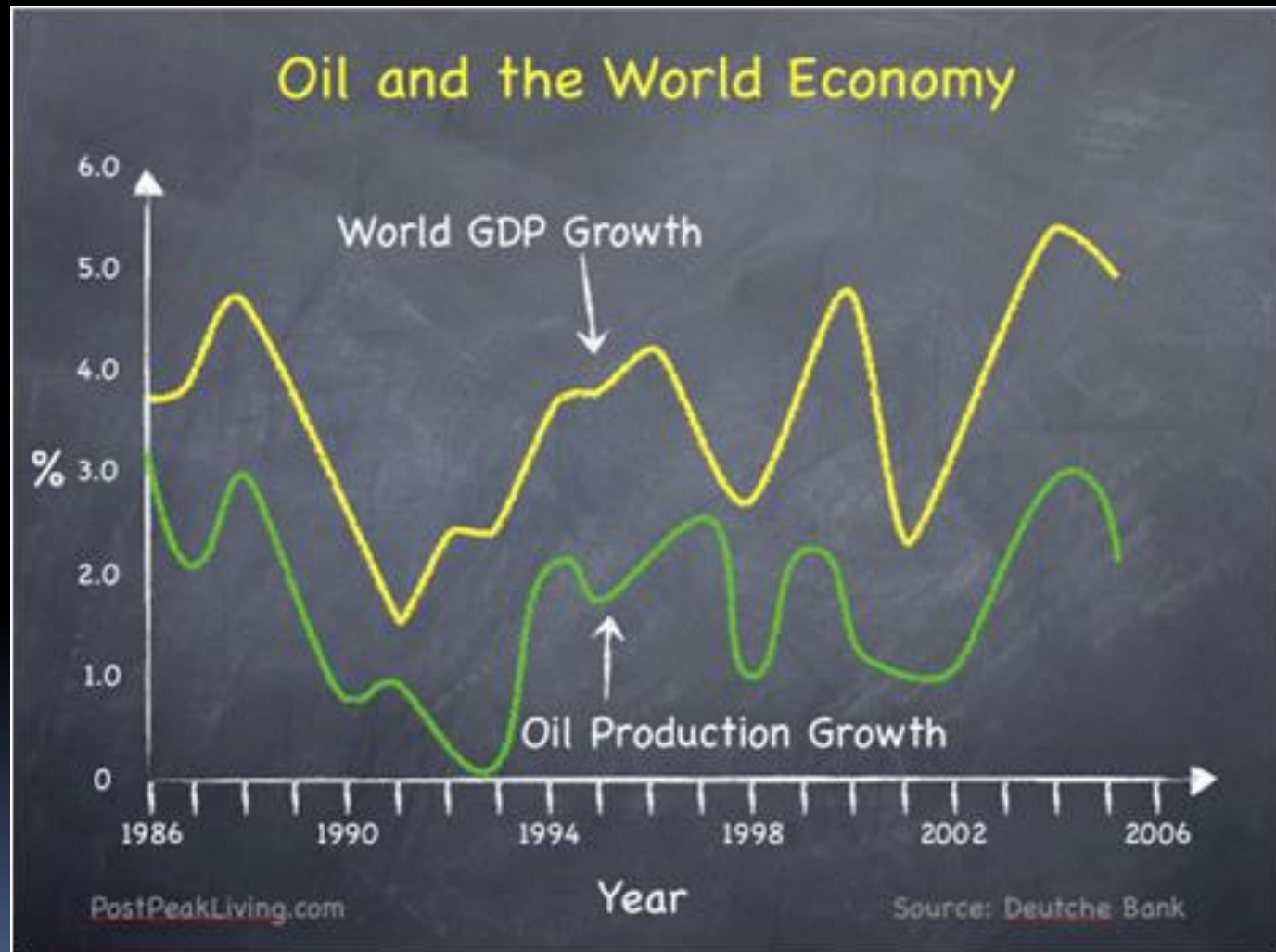
Espérance de vie passe de 25 ans à 80 ans en 2 siècles

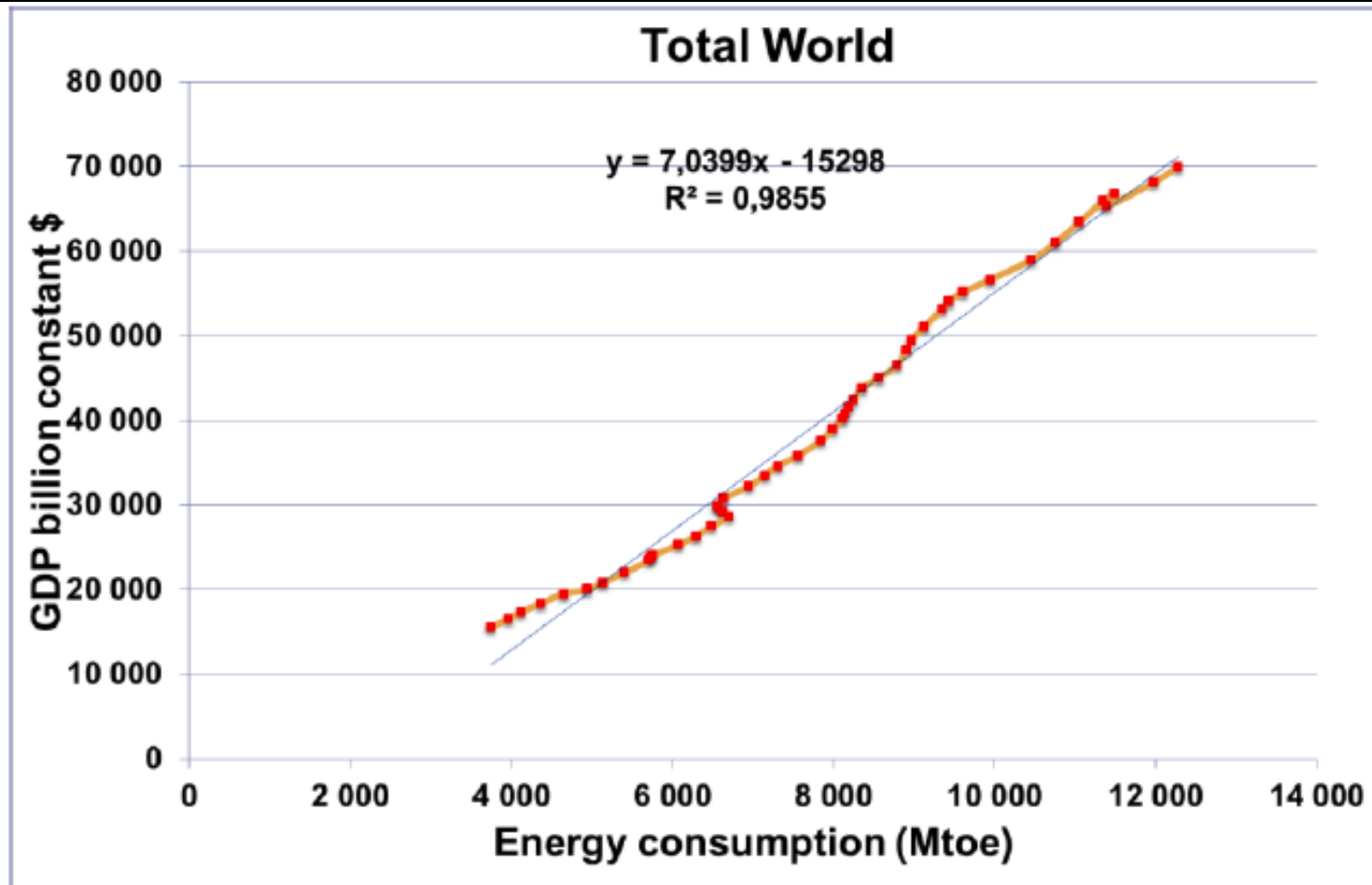
Miam miam kWh



Consommation d'énergie par personne, moyenne mondiale, de 1880 à 2010.
Source : Jancovici, 2011, sur données primaires Schilling et al., 1977, BP Statistical Review, 2011, UN, 2011.

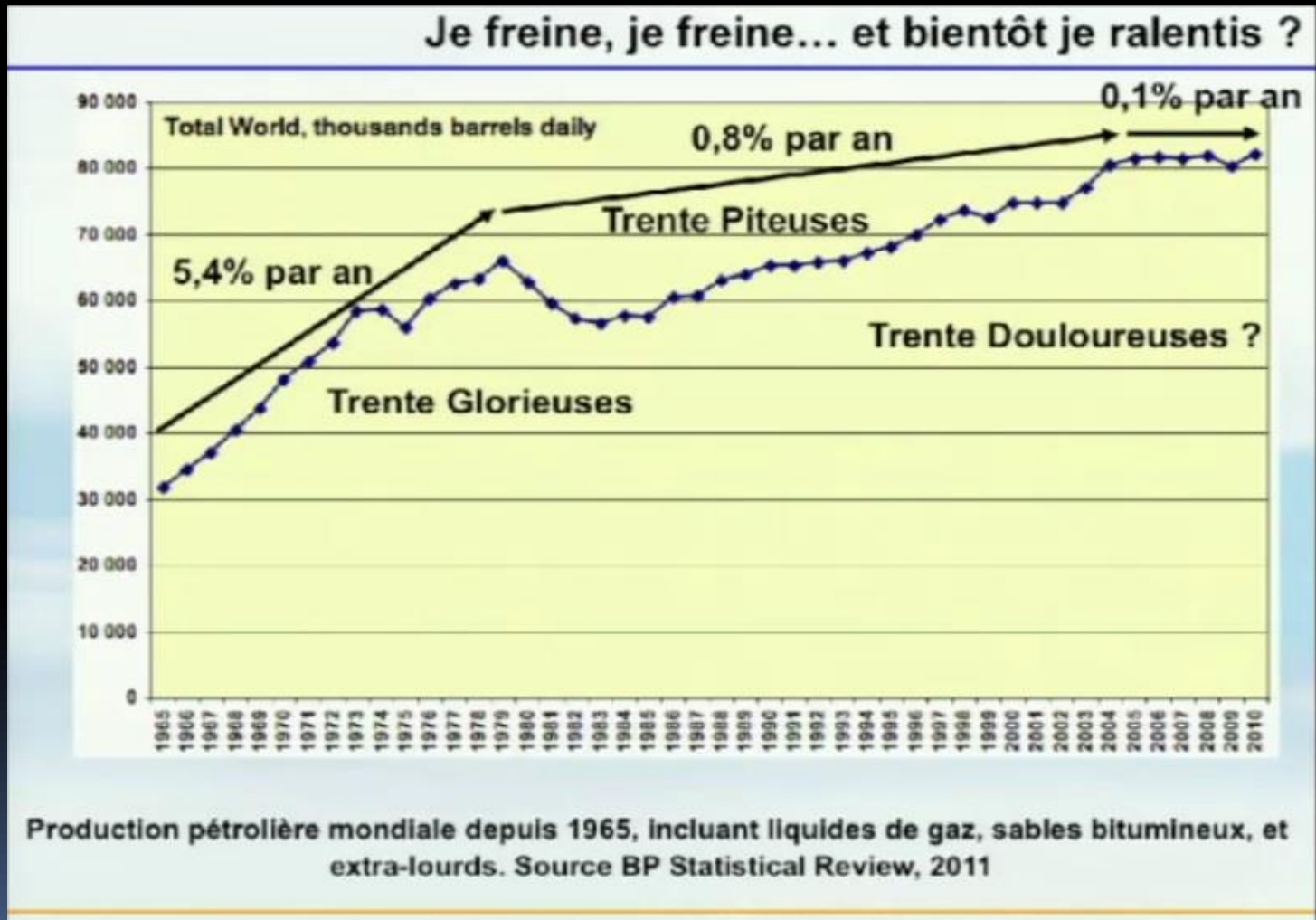
Couplage énergie économie



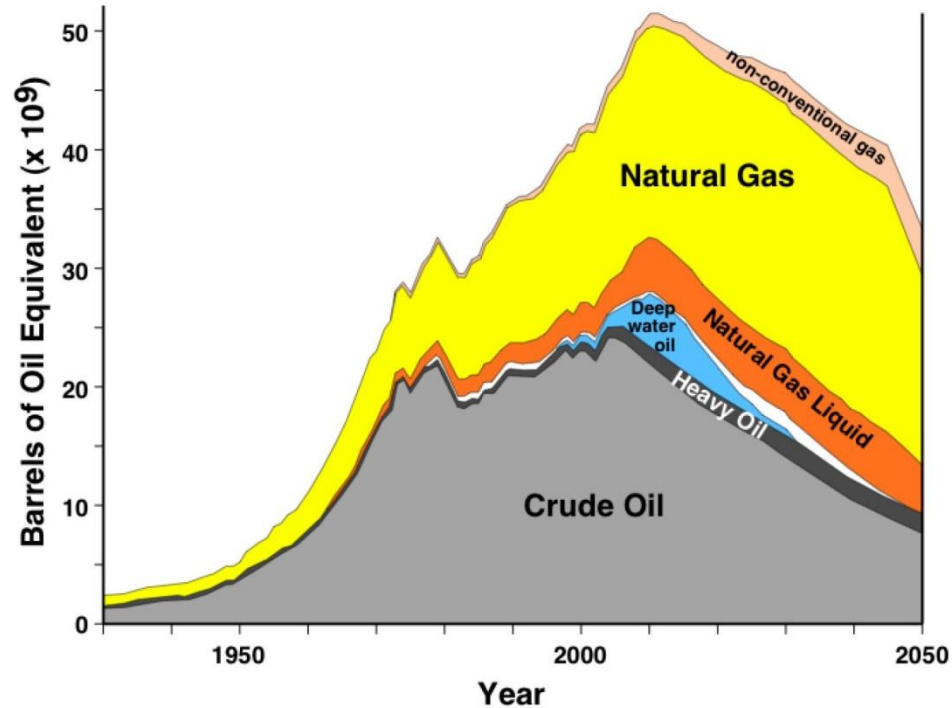


Source : BP statistical review, 2012, Shilling et al. 1977, EIA, 2012, et Banque Mondiale (PIB), 2012.

Croissance mondiale



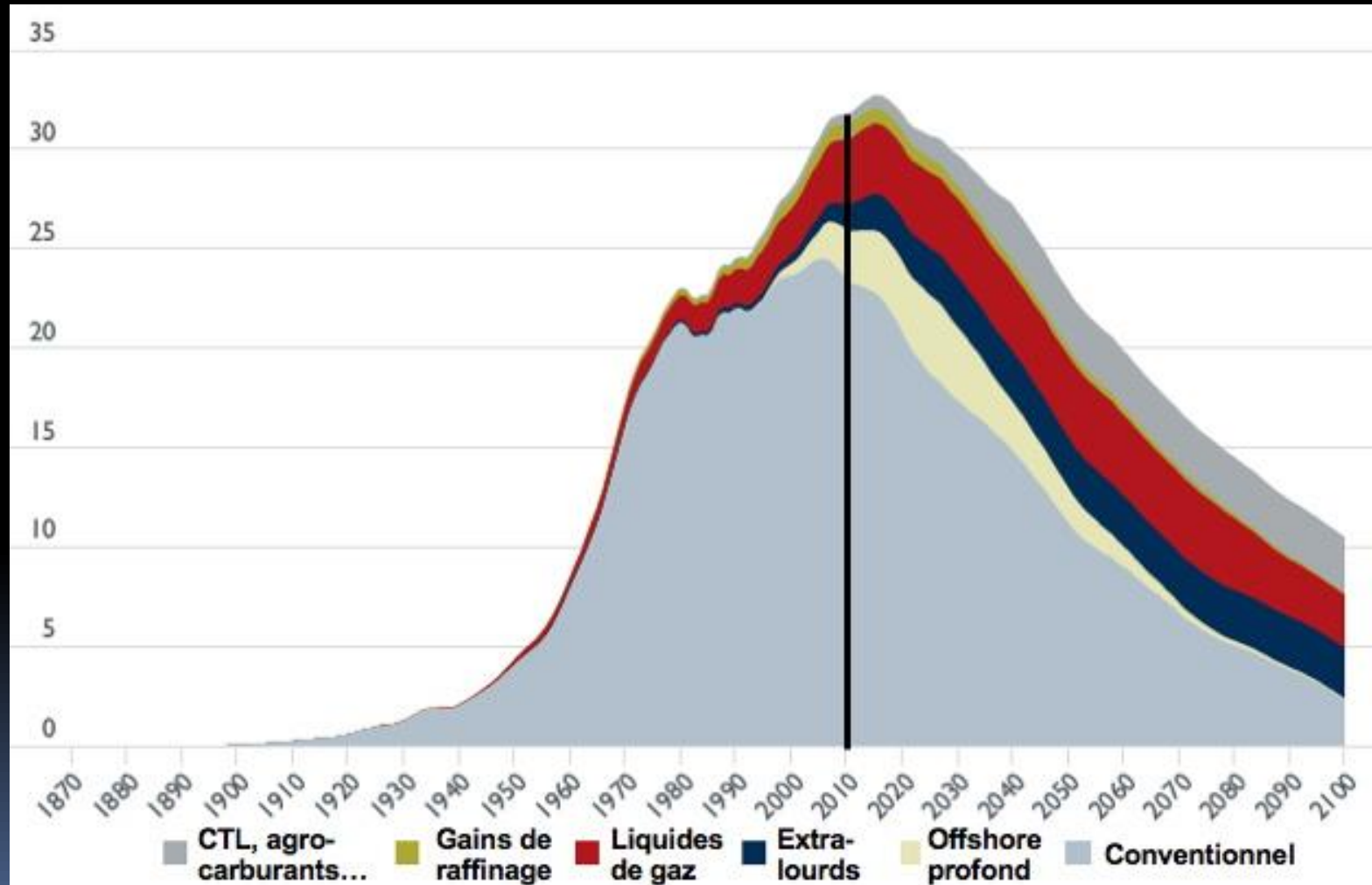
The End Of "Peak Oil Myth"?



Jean Laherrère
President of ASPO France

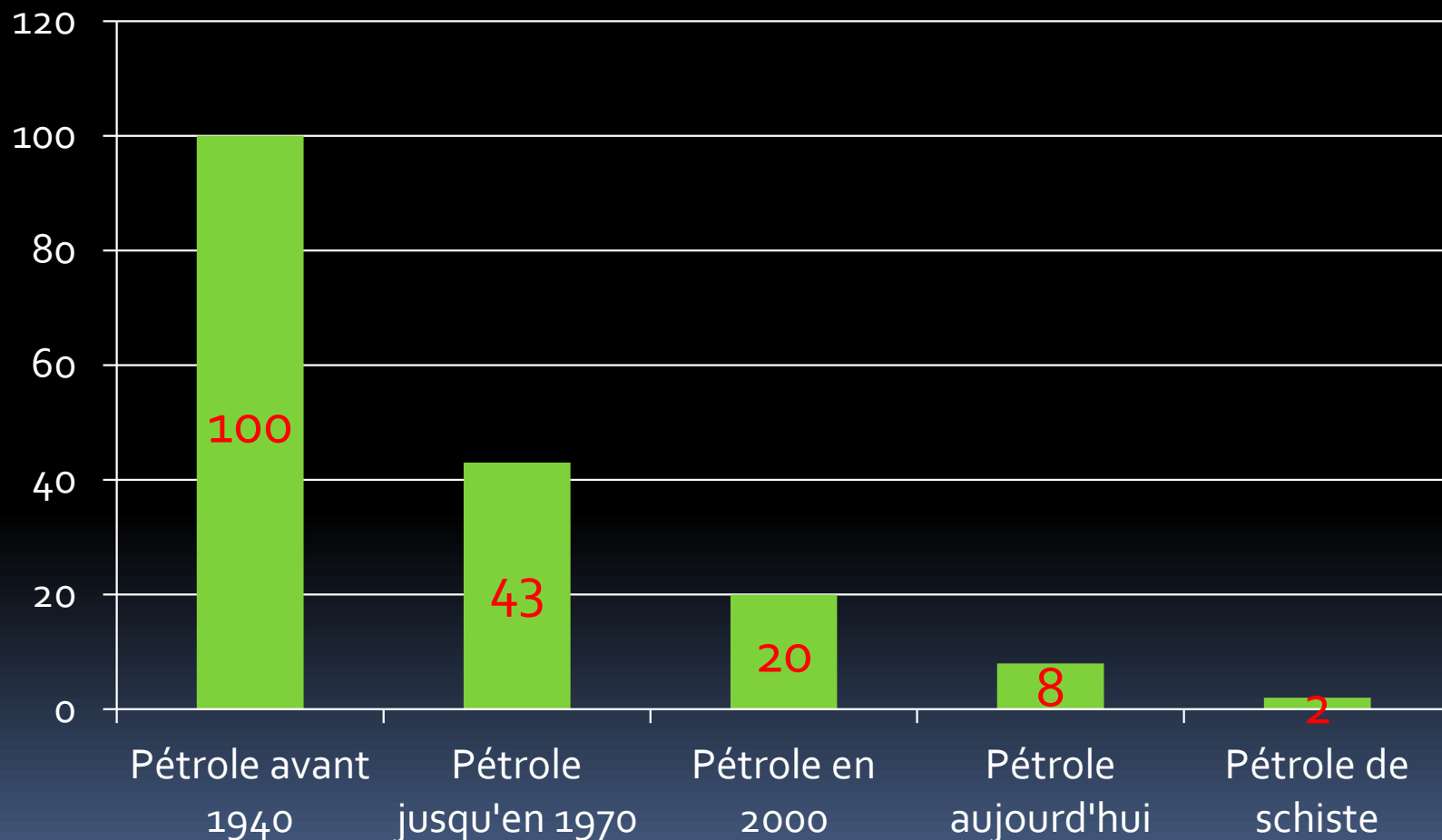
April 2014

Avenir des carburants liquides



EROI – Energie nette

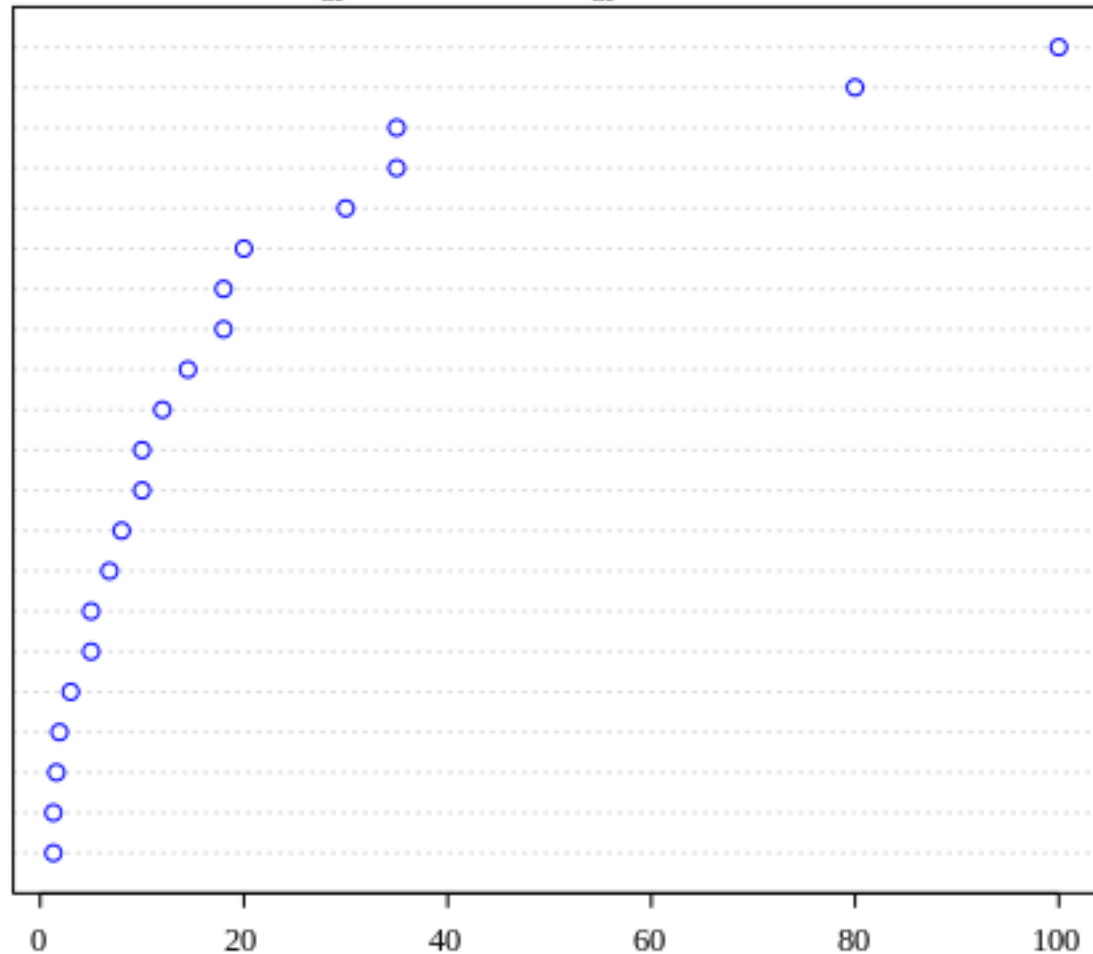
Combien de barils produits pour 1 baril dépensé



EROI - USA

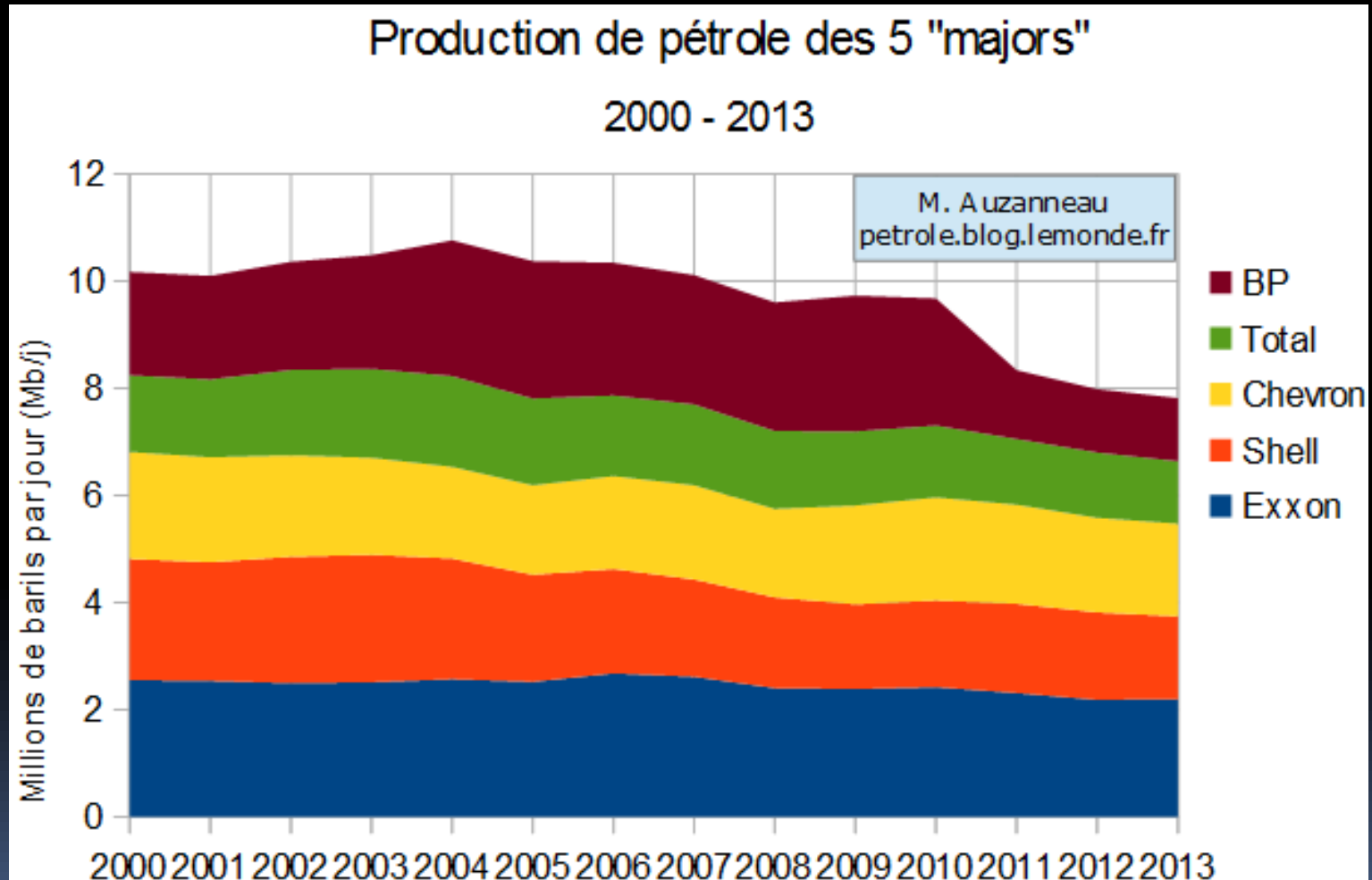
Ratio of Energy Returned on Energy Invested - USA

- Hydro
- Coal
- World oil production
- Oil imports 1990
- Oil and gas 1970
- Oil production
- Wind
- Oil imports 2005
- Oil and gas 2005
- Oil imports 2007
- Nuclear
- Natural gas 2005
- Oil discoveries
- Photovoltaic
- Shale oil
- Ethanol sugarcane
- Bitumen tar sands
- Solar flat plate
- Solar collector
- Ethanol corn
- Biodiesel



Source: Murphy & Hall (2010) Ann NY Acad Sci 1185:102-118

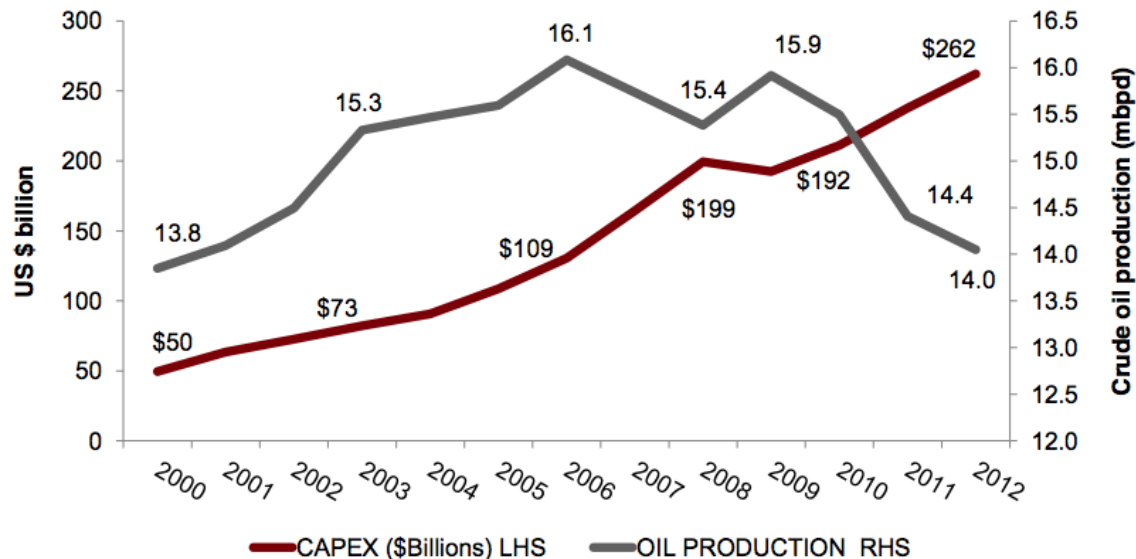
Déclin du pétrole



Malgré les investissements

Douglas -
Westwood

Listed Oil Majors: Capex and Crude Oil Production

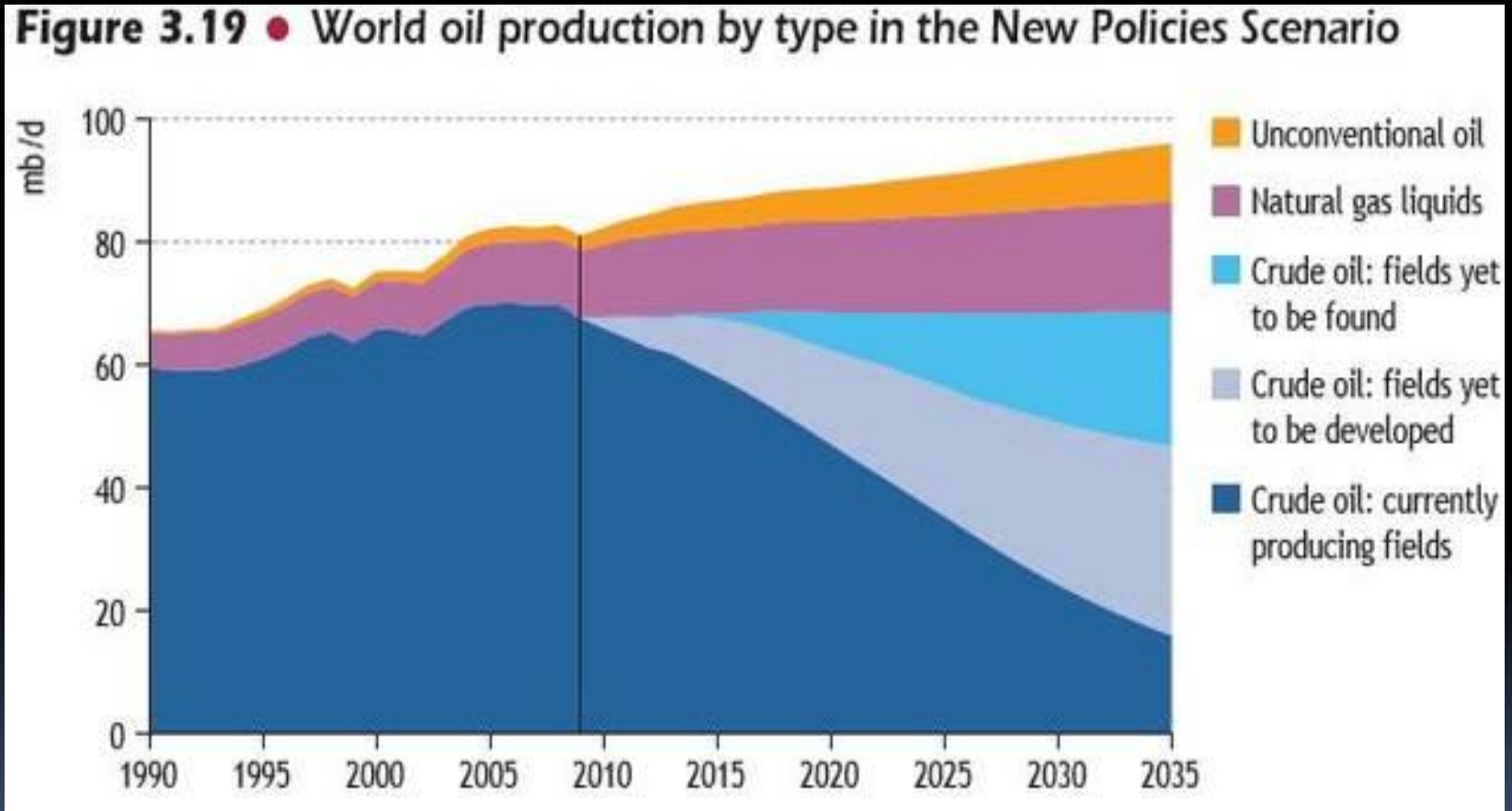


Crude Oil Production and Capex

Combined data for BG, BP, COP, CVX, ENI, OXY, PBR, RDS, STO, TOT, XOM
Source: Bloomberg via Phibro Trading LLC

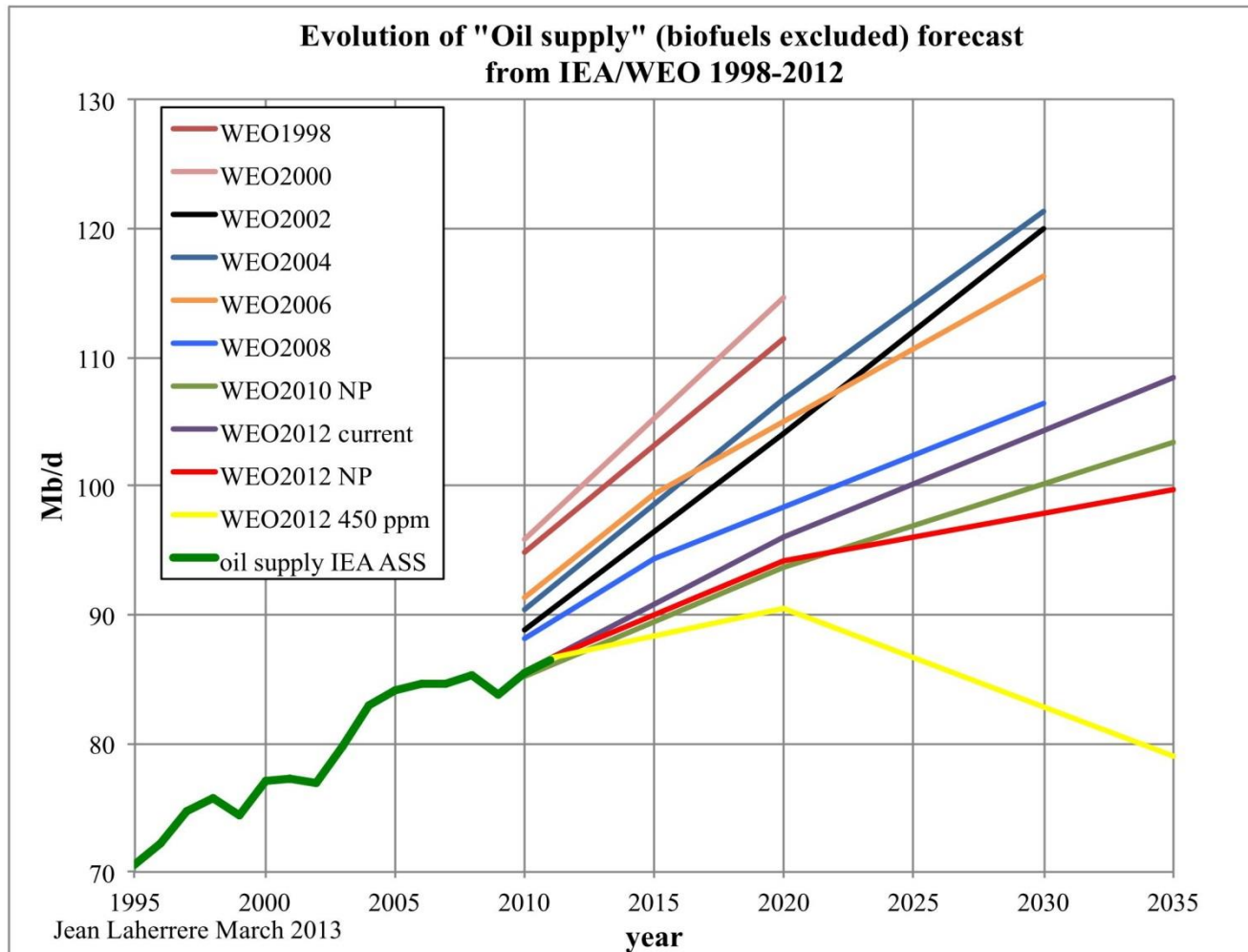
- Oil production has faltered, even as capex has soared
- Capex productivity has fallen by a factor of five since 2000
- Observed decline trend now approaching 5% per year

Trouver une Arabie Saoudite tous les 5 ans !!

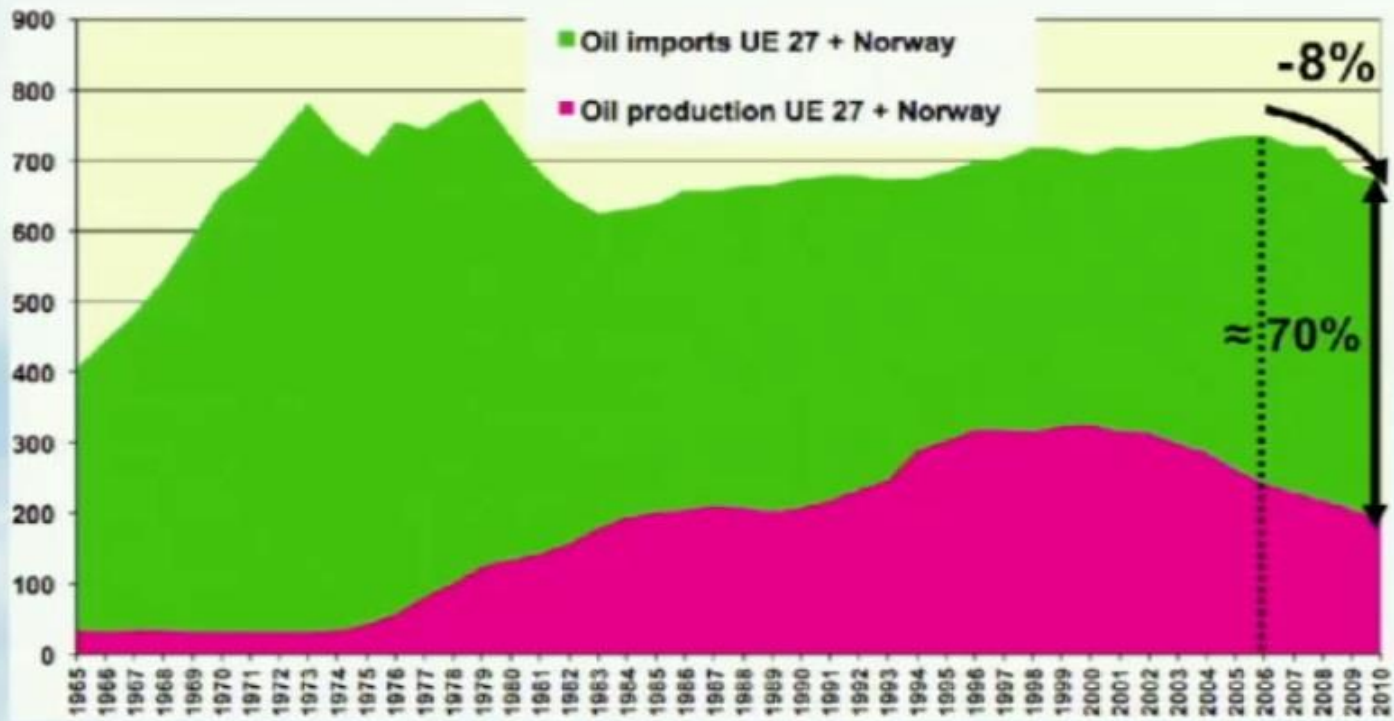


How easy is it to forecast future oil production?

Ask the IEA! They seem to have some trouble in doing so...as per their 1998 forecast, we should be producing 102 Mb/d in 2014 which is 15% higher than actual production

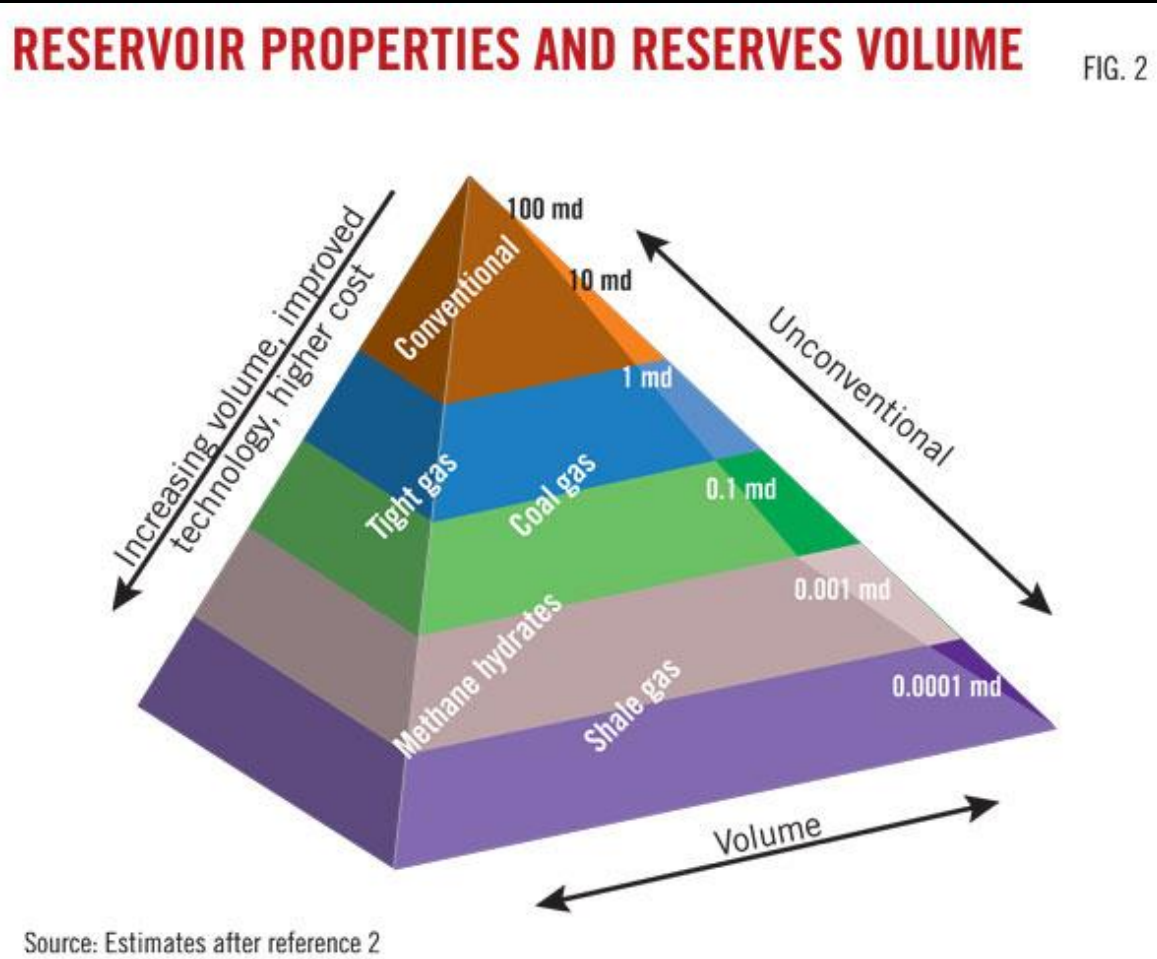


Il y aura des manifestations contre le prix du gas-oil...



Production domestique et importations annuelles de pétrole, en millions de tonnes, pour la zone UE+Norvège. Source BP Statistical Review 2010

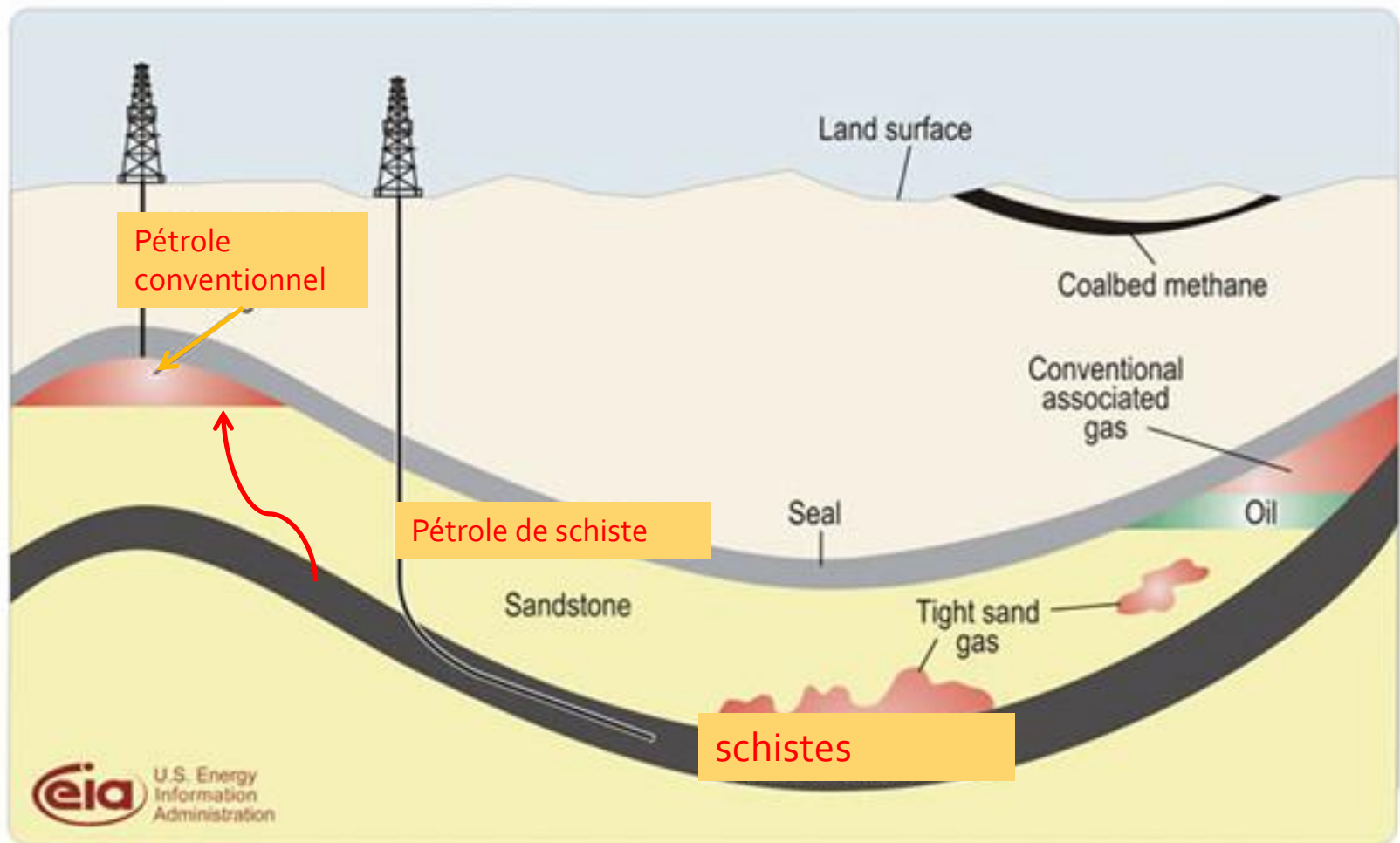
Resources non-conventionnelles



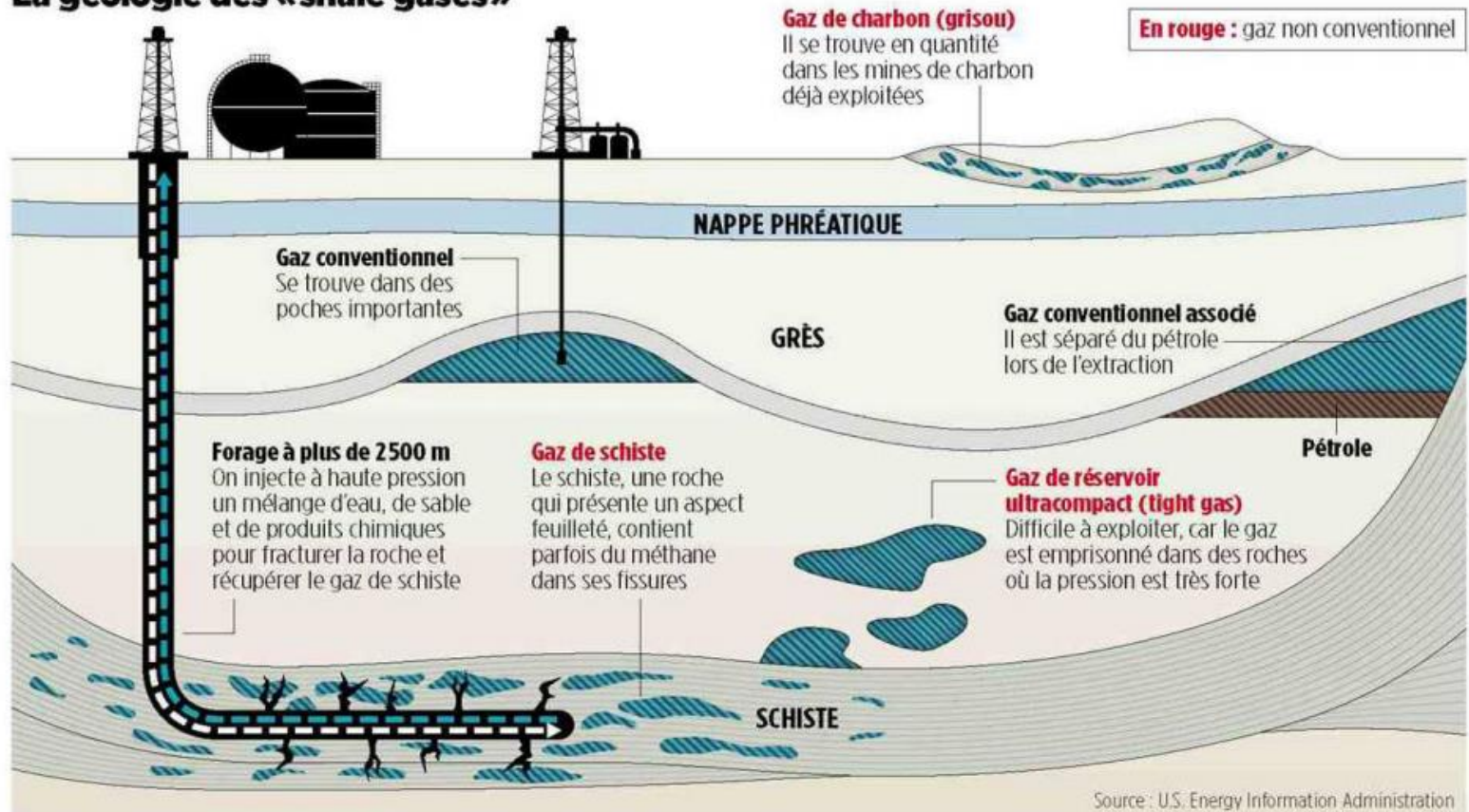
Les énergies extrêmes



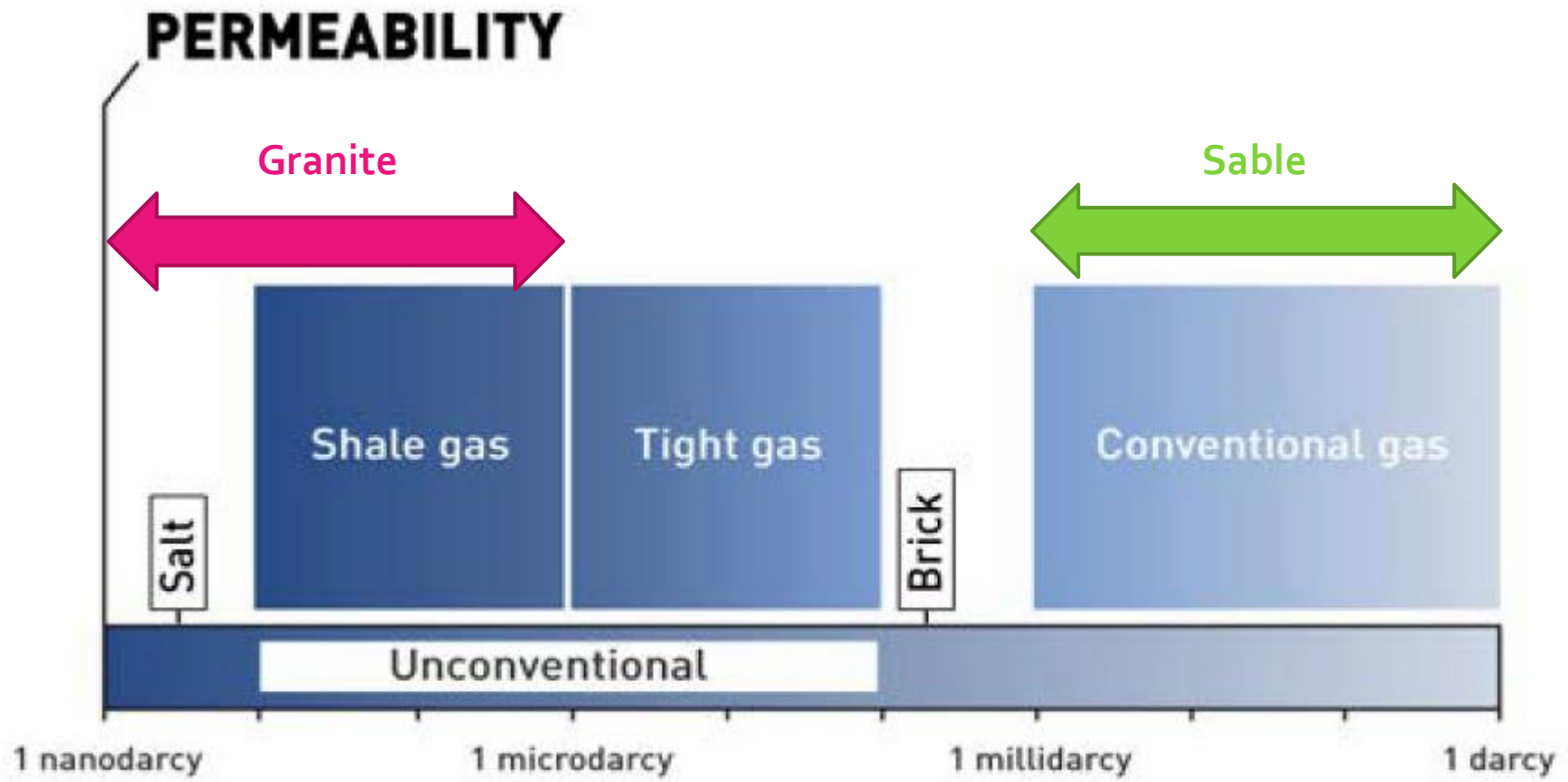
Schéma géologique des ressources



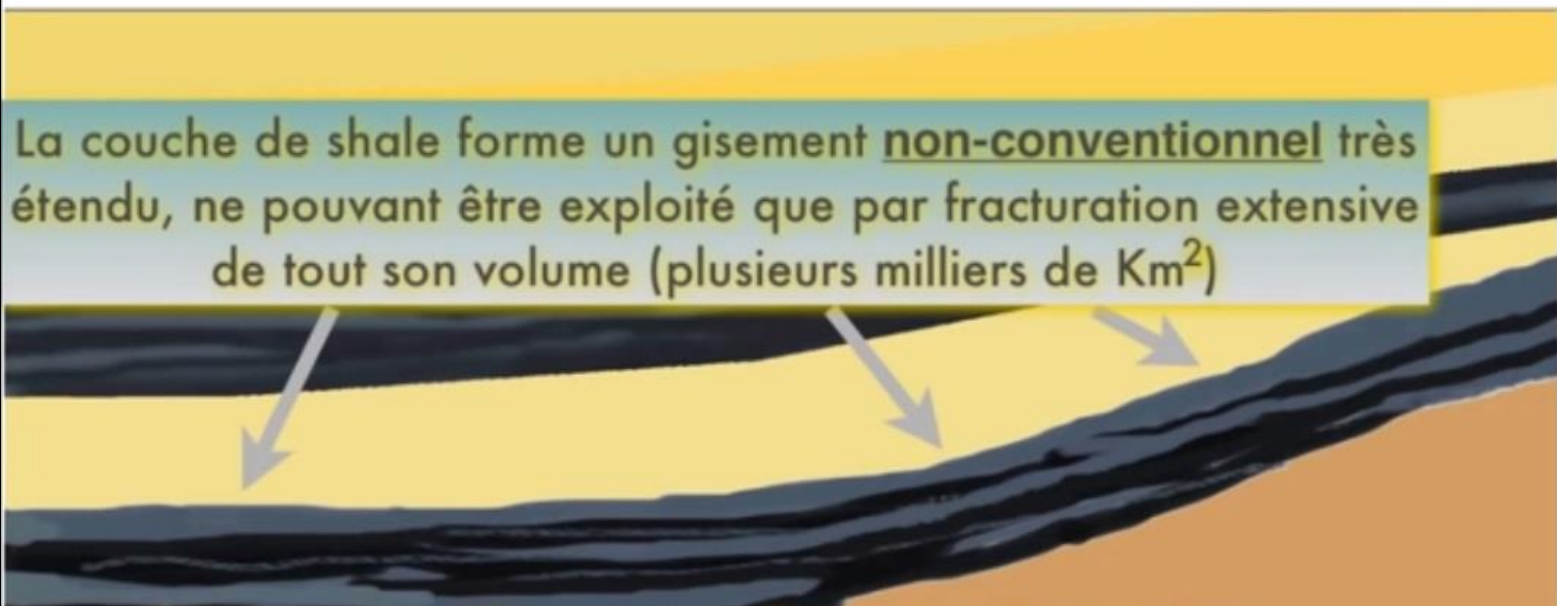
La géologie des «shale gases»



The permeability of gas shales is by far lower than of tight gas and of conventional gas



Source: Total

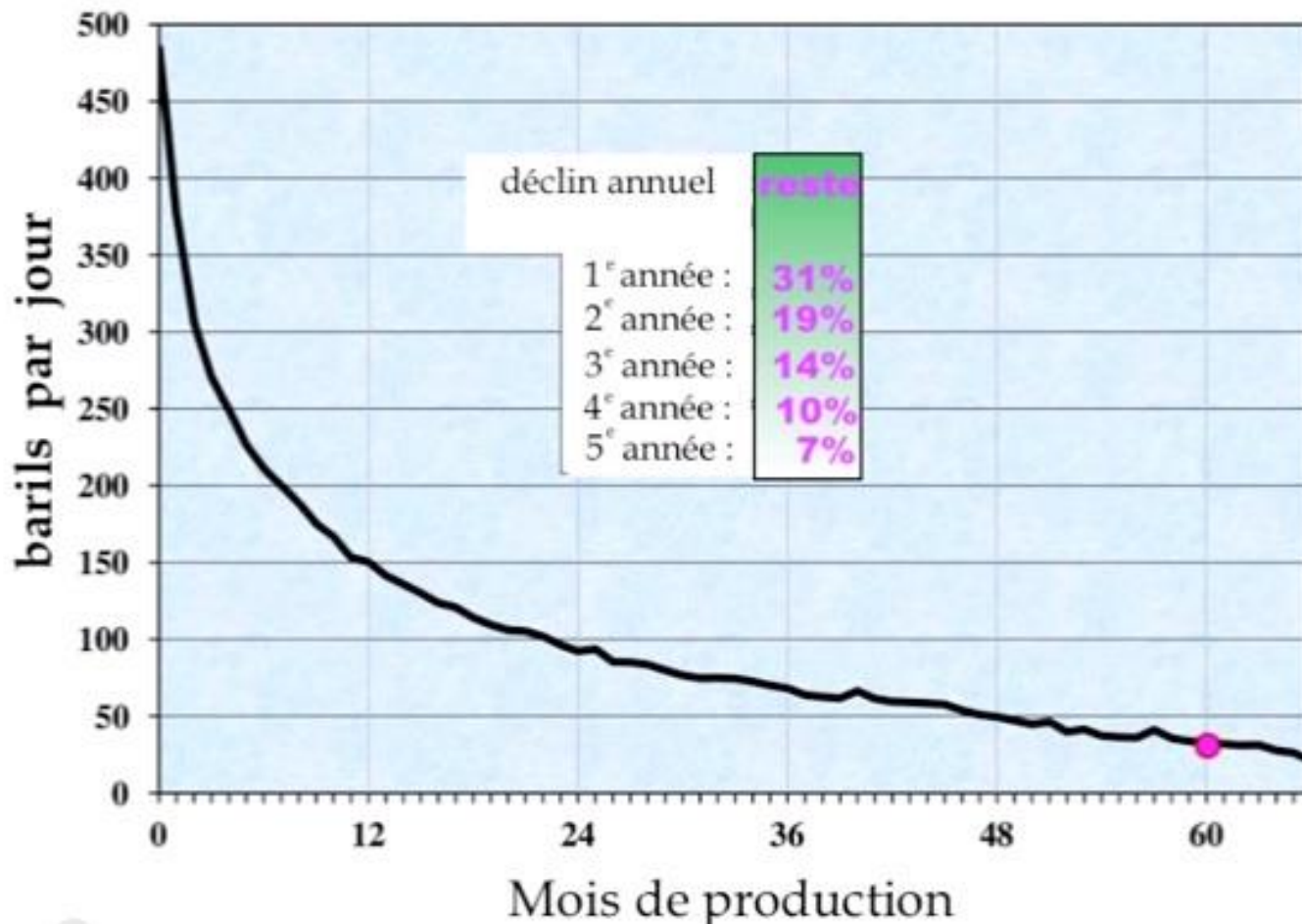


La couche de shale forme un gisement non-conventionnel très étendu, ne pouvant être exploité que par fracturation extensive de tout son volume (plusieurs milliers de Km²)

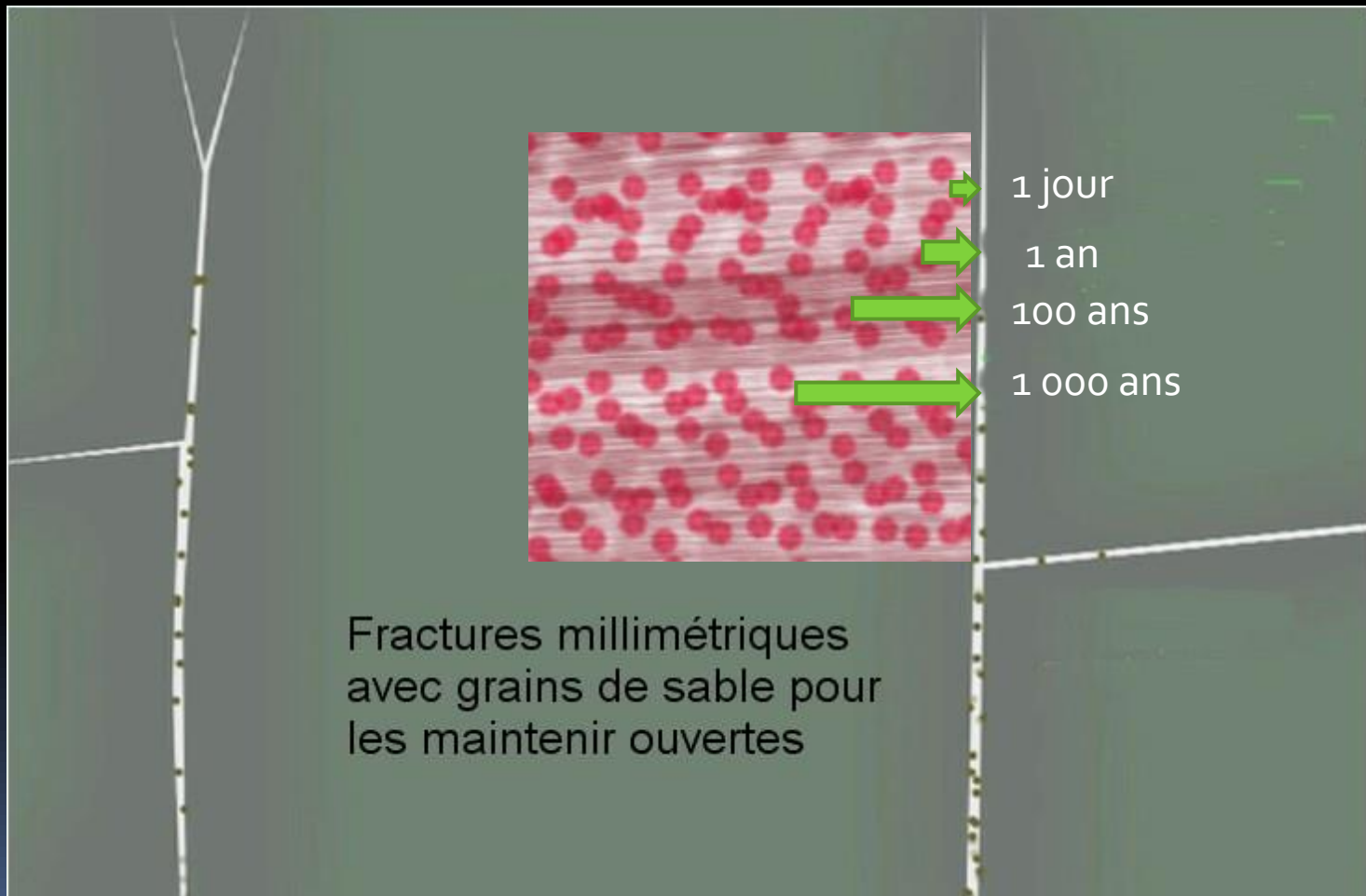
- La couche de shale contient 2 à 3 % de matière organique
- Dont seulement 2% est récupérable
- 98 % du pétrole ou du gaz reste piégé

Décroissance (moyenne de 6000 puits de Bakken)

Courbe type de production dans le gisement de pétrole Bakken, Dakota Nord



Lente migration vers les fissures

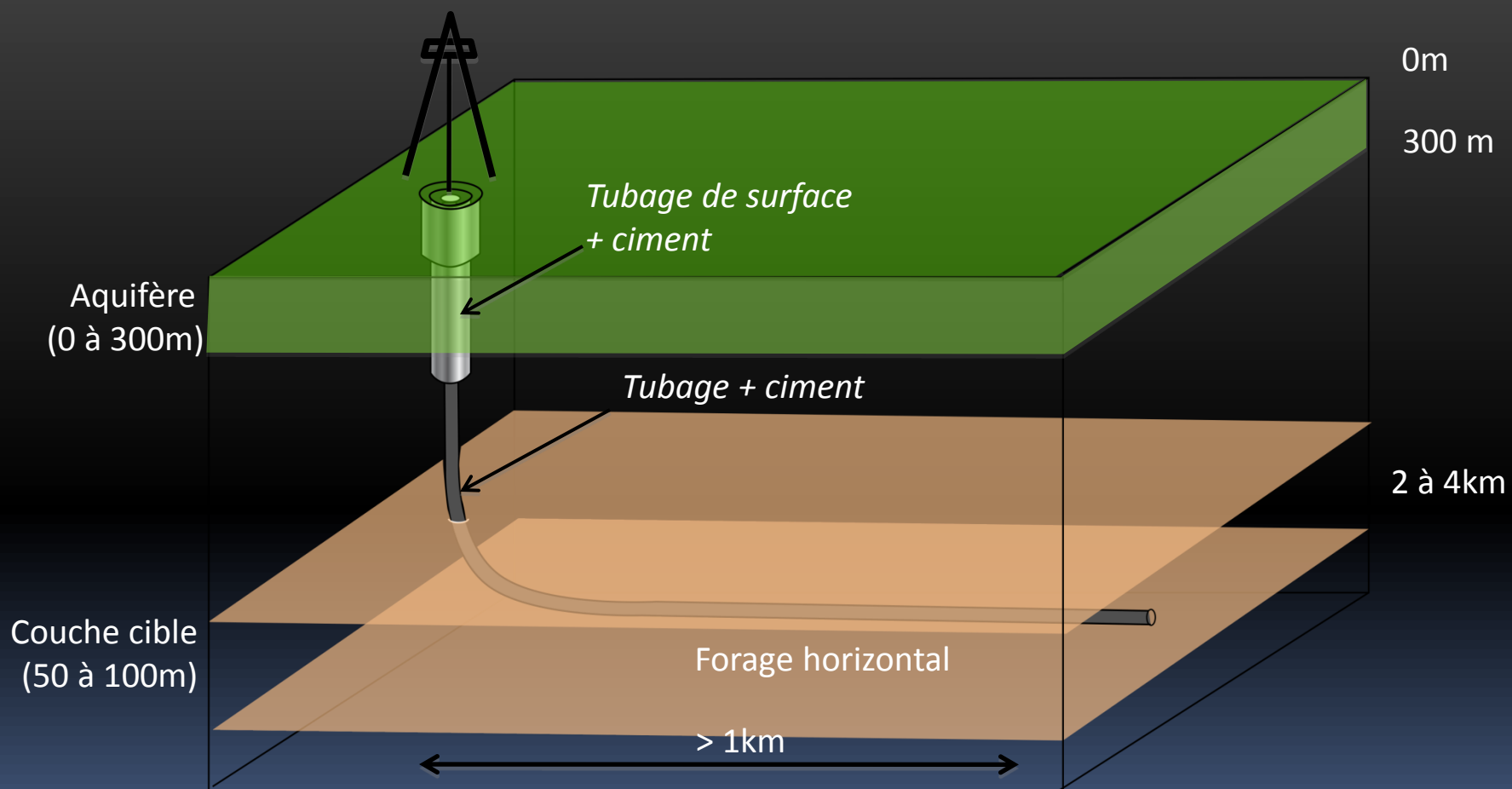


Ce qui compte c'est la taille du robinet



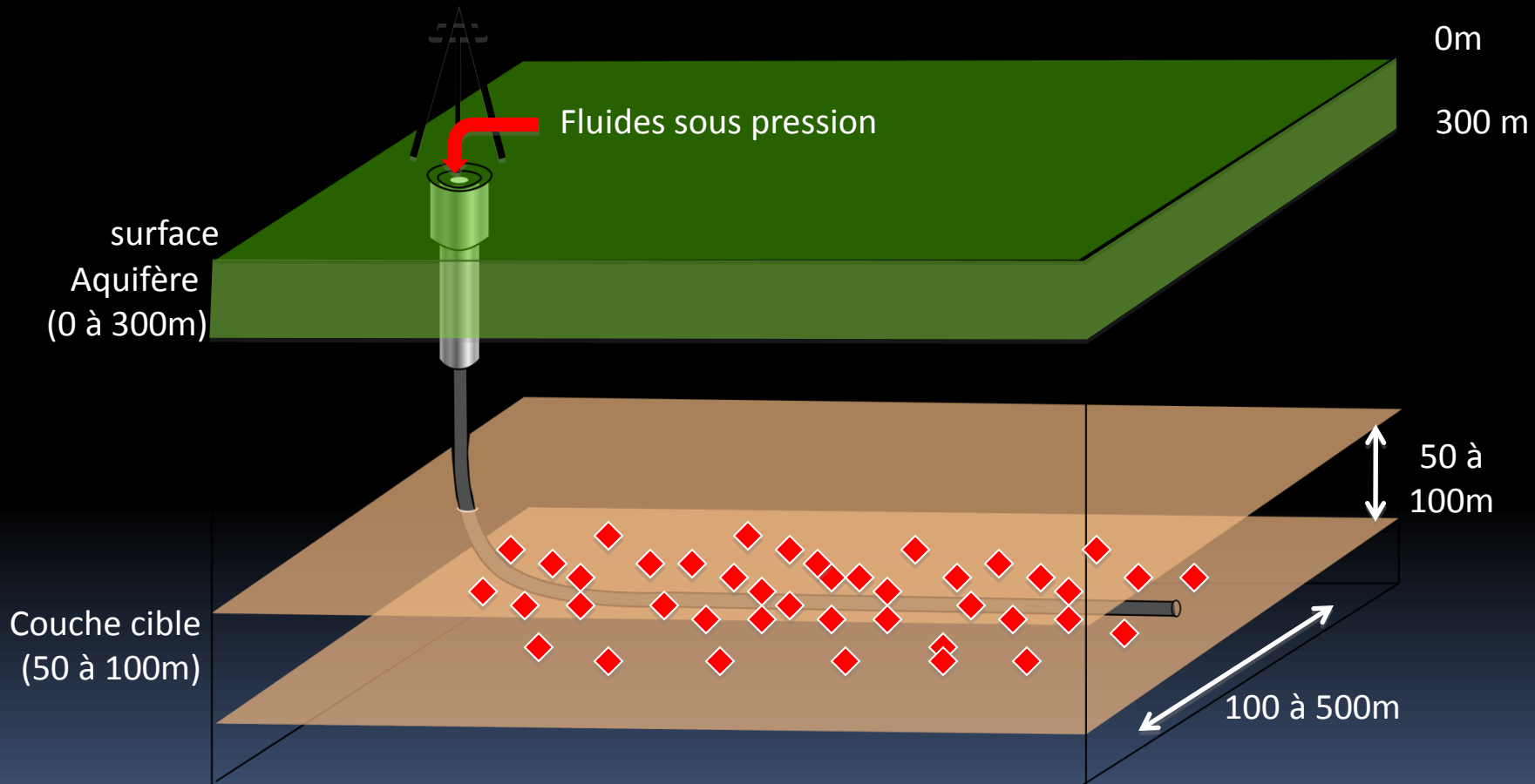
Méthode d'extraction

1- Forage parallèle à la couche pour optimiser la surface de contact avec les argiles



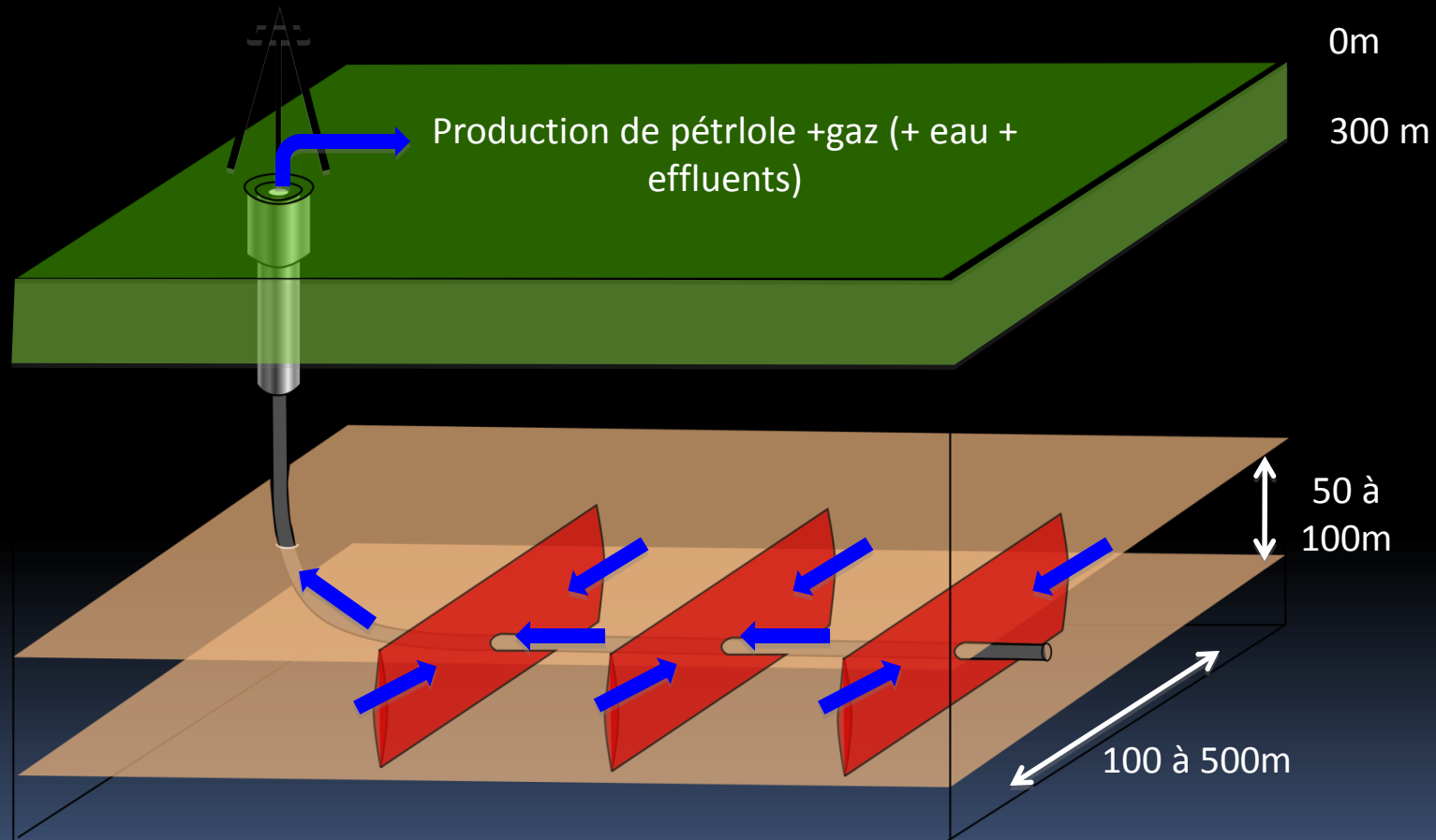
Fracturation hydraulique

2- fracturation de la couche pour favoriser la perméabilité et l'écoulement du gaz



Augmentation de la pression fluide => rupture de la roche => microséismes autour du forage

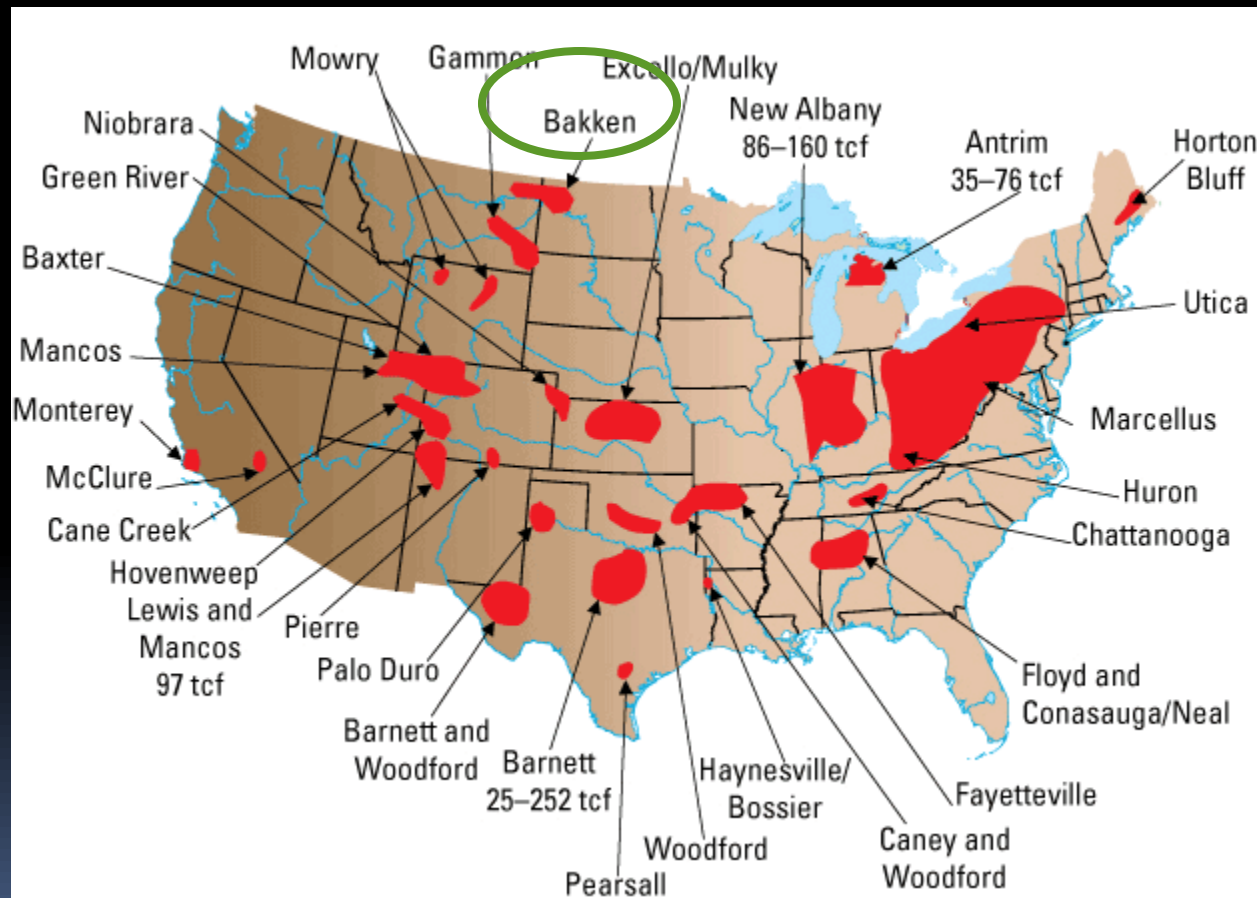
Fracturation hydraulique



Formation de fractures contenues dans la couche = fractures hydrauliques

- Énergie et PIB
- Déclin de l'énergie
- Ressources extrêmes
- Pétrole non-conventionnel
- Fracturation hydraulique
- Video méthode de fracturation
- Pétrole de schiste aux USA et en France
- Permis en SetM
- Contraintes majeures
 - Nombre de forages
 - Consommation d'eau
 - Consommation de sable
 - Torchages
- Risques environnementaux
 - Contamination de l'eau souterraine et en surface
 - Contamination de l'air
 - Traitement des rejets
 - Risques sanitaires
 - Accidents industriels
- Video résistance a Nimes
- Economie
 - Mythe de l'indépendance énergétique
 - Emplois
 - Prix de l'énergie
- CLIMAT
- SOBRIETE

L'huile de schiste aux USA



Bassin de Williston/ Bakken

- Géologie très similaire au bassin Parisien
- Hess y exploite des puits depuis 2004
- Production = 600 000 barils par jour
(équivalent à 1/3 de la consommation Française)
- 7000 forages horizontaux en production

Les acteurs



Philippe Crouzet



Dick Chesnay



Julien Balkany



Jl Borloo



Pierre Marie Abadie



Frédéric Sallat-Barroux



Paul Desmarais – Albert Frere

Hydrocarbures de schiste en Europe



Réserves très mal évaluées

- En Pologne réserves annoncées = 5 000 milliards de m³
- Dernières estimations 10 fois moindres
- 4 compagnies ont abandonné dont Total tout dernièrement

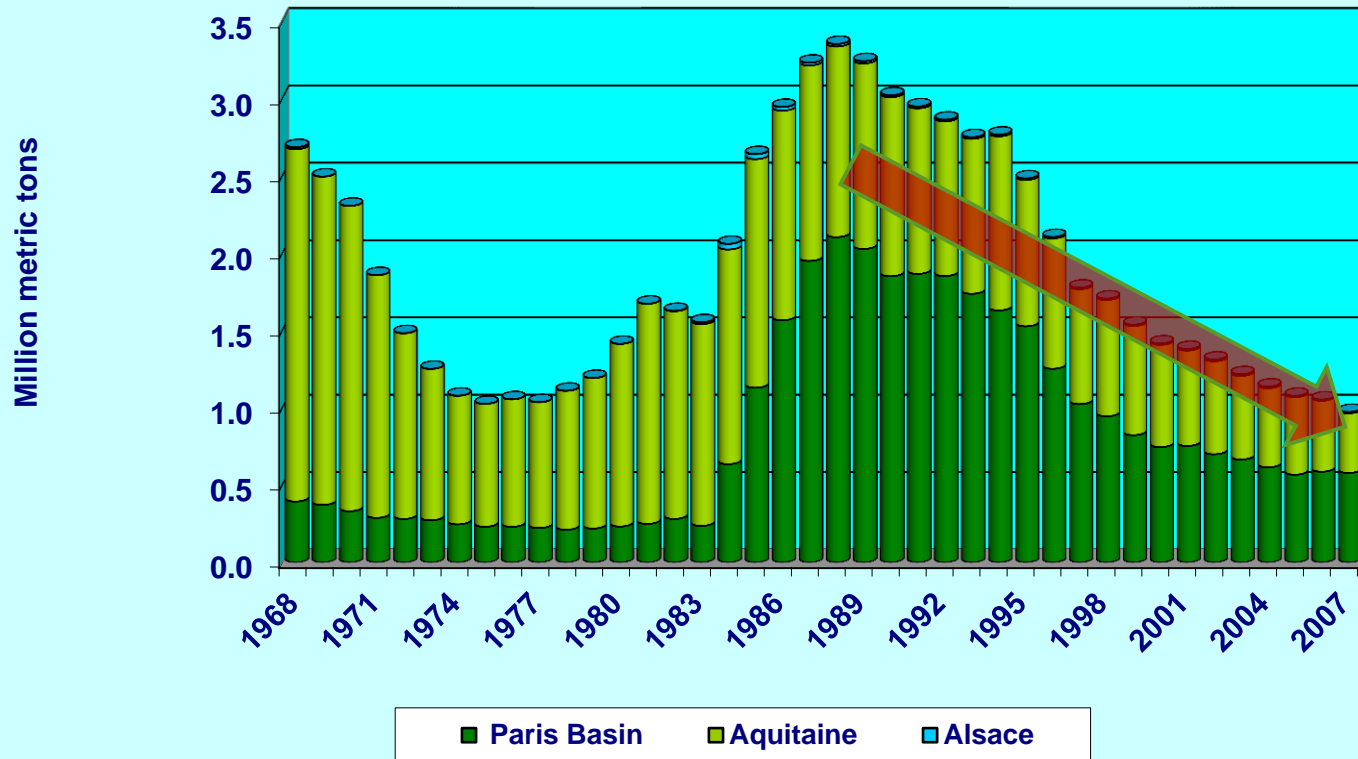
PETROLE EN ILE DE FRANCE

0,5 % de la consommation française
43 gisements en production en IdF



Le Pétrole en Ile de France

CRUDE OIL PRODUCTION



POTENTIEL PETROLIER DU BASSIN PARISIEN

- 2000 puits ont déjà été forés dont 250 ont coupé le lias
- Dans le bassin de Paris tous les bons gisements conventionnels ont été reconnus depuis longtemps (*R. Vially IFP*)
- Les meilleures études (IFP) calcule 16 milliards de barils de pétrole de schiste sur 9500 km²

POTENTIEL PETROLIER DU BASSIN PARISIEN

- 2000 puits ont déjà été forés dont 250 ont coupé le lias
- Dans le bassin de Paris tous les bons gisements conventionnels ont été reconnus depuis longtemps (*R. Vially IFP*)
- IFP estime 16 milliards de barils de pétrole de schiste sur 9500 km²
- 10 % selon l'IFP serait récupérable soit 1.6 milliards soit 3 ans de notre consommation

Le « Shale Oil » dans le Bassin Parisien

Sommaire

Un objectif pétrolier important et nouveau en Europe à proximité du marché et dans un environnement fiscal stable et attractif

De nombreuses similitudes entre la formation « Bakken Shale » du Bassin de Williston aux États-Unis et les roches mères du Lias

Estimation de 100 milliards de barils d'huile générée dans le Bassin parisien⁽²⁾

Résultats positifs de stimulations hydrauliques effectuées sur le Lias par Vermilion dans deux puits verticaux⁽¹⁾

FAUX!!!
Janvier 2012 – IFP –
Réserves 16 milliards de barils
Taux de récupération maxi 10 %
(taux de récupération Dakota = 2 %)
Soit 30 millions de barils

(1) Source: Investor Day Presentation, 3 juin 2010, Vermilion 2010 Q2 report, et Vermilion 2010 Q3 report

(2) Estimations du modèle Temis 2D créé par BeicipFranlab (Oct 2009). Voir aussi l'article "Hydrocarbon Migration in the Paris Basin" (Poulet, Espitalié, 1987)

PARIS BASIN GEOGRAPHY

SPARSELY POPULATED, RURAL ENVIRONMENT

Population parsemée !!!!

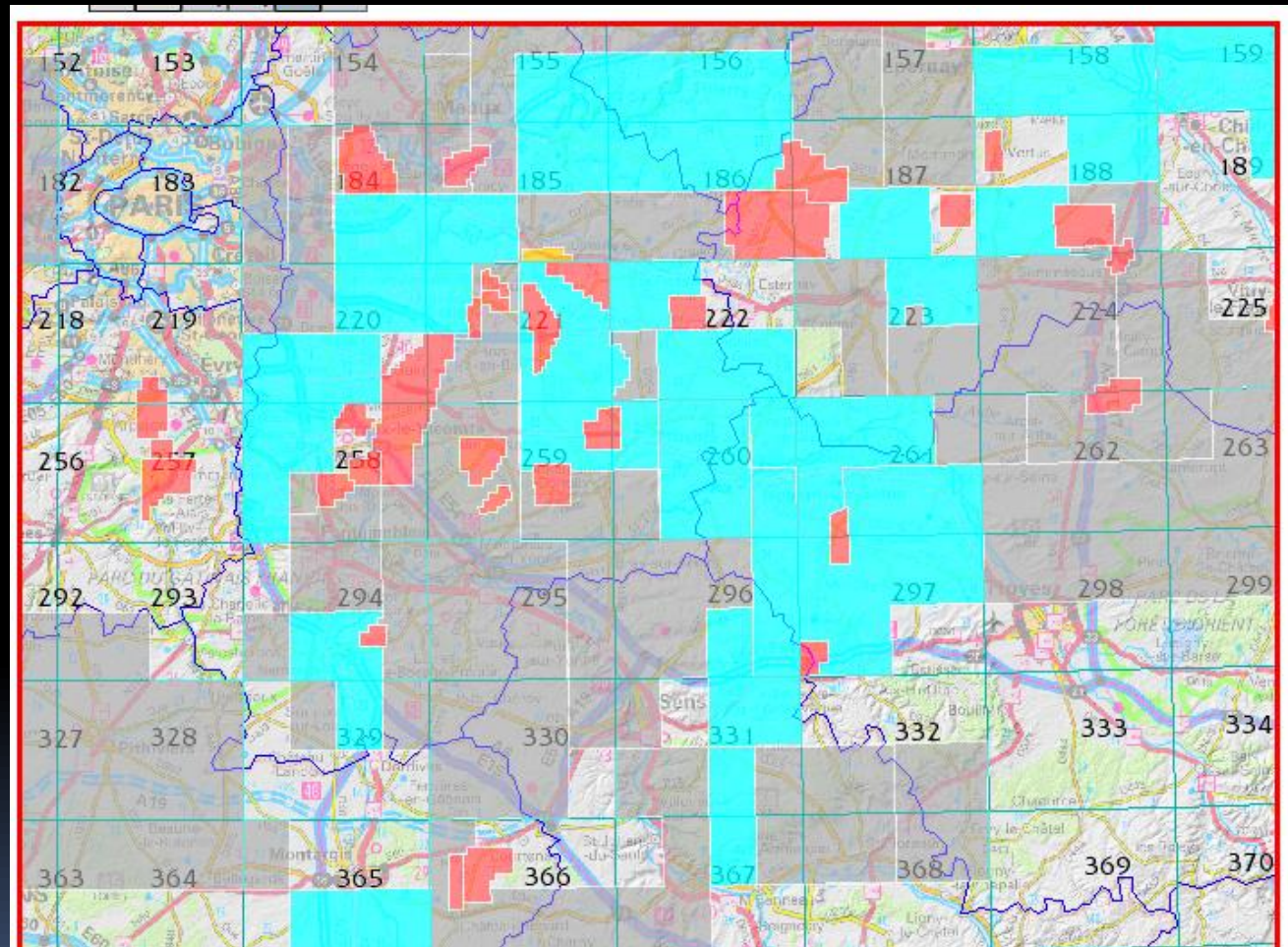


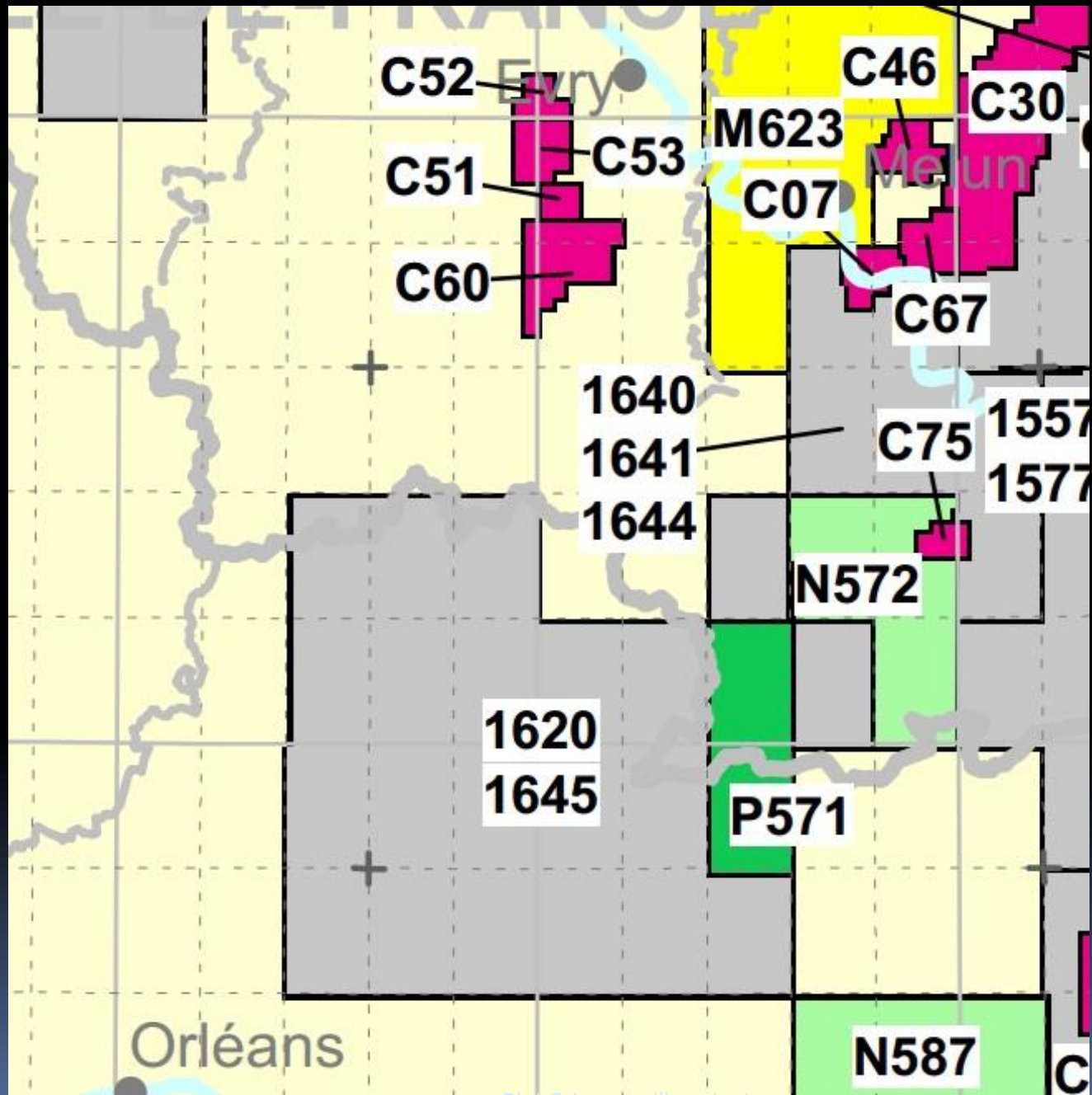
15

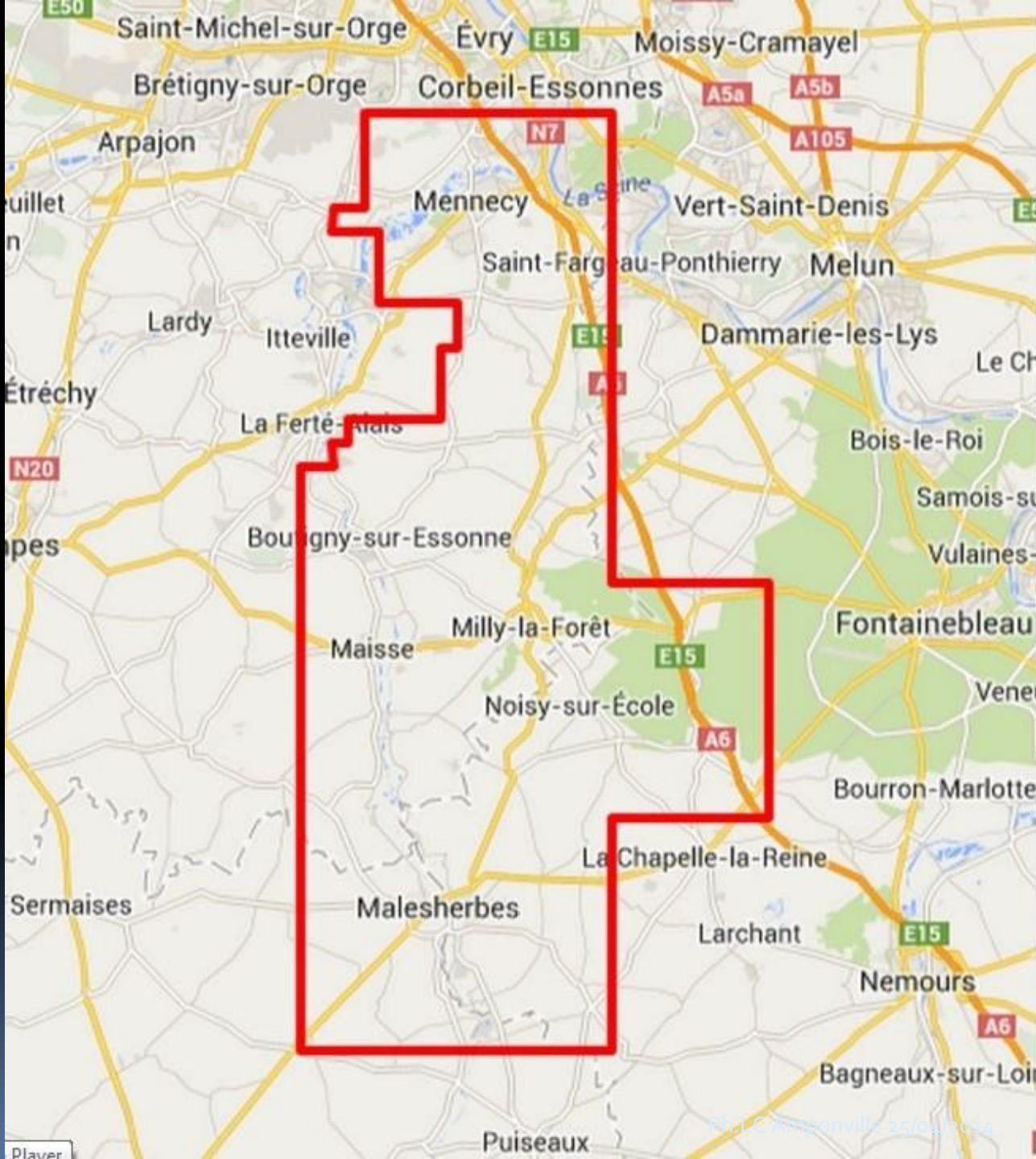
Ile de France « Sparsly populated »

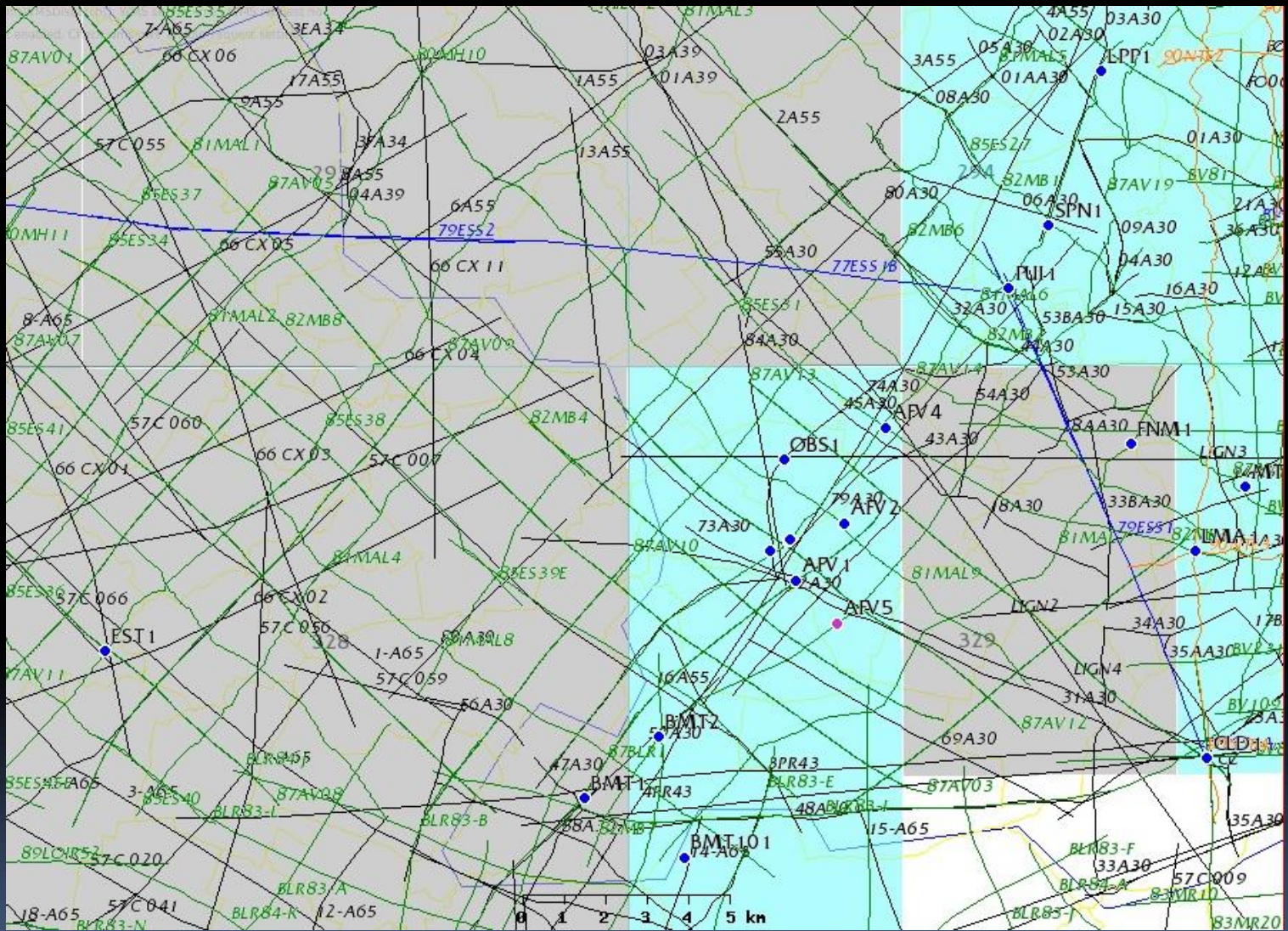
- North Dakota (Bakken) 4 habitants au Km²
- Pensylvanie 102 habitants au Km²
- Ile de France 1000 habitants au Km²

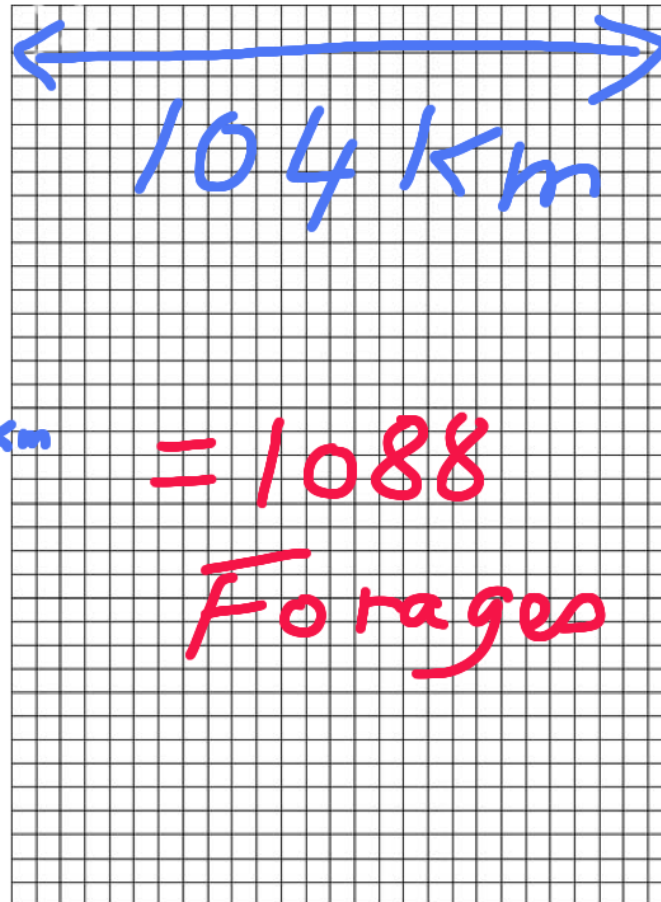
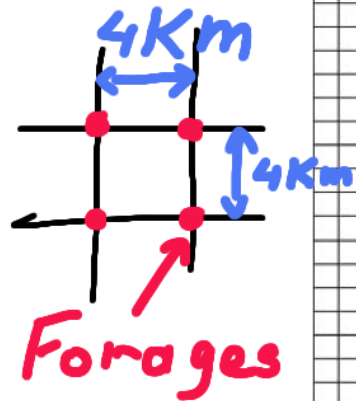
Pratiquement 100% de la SetM



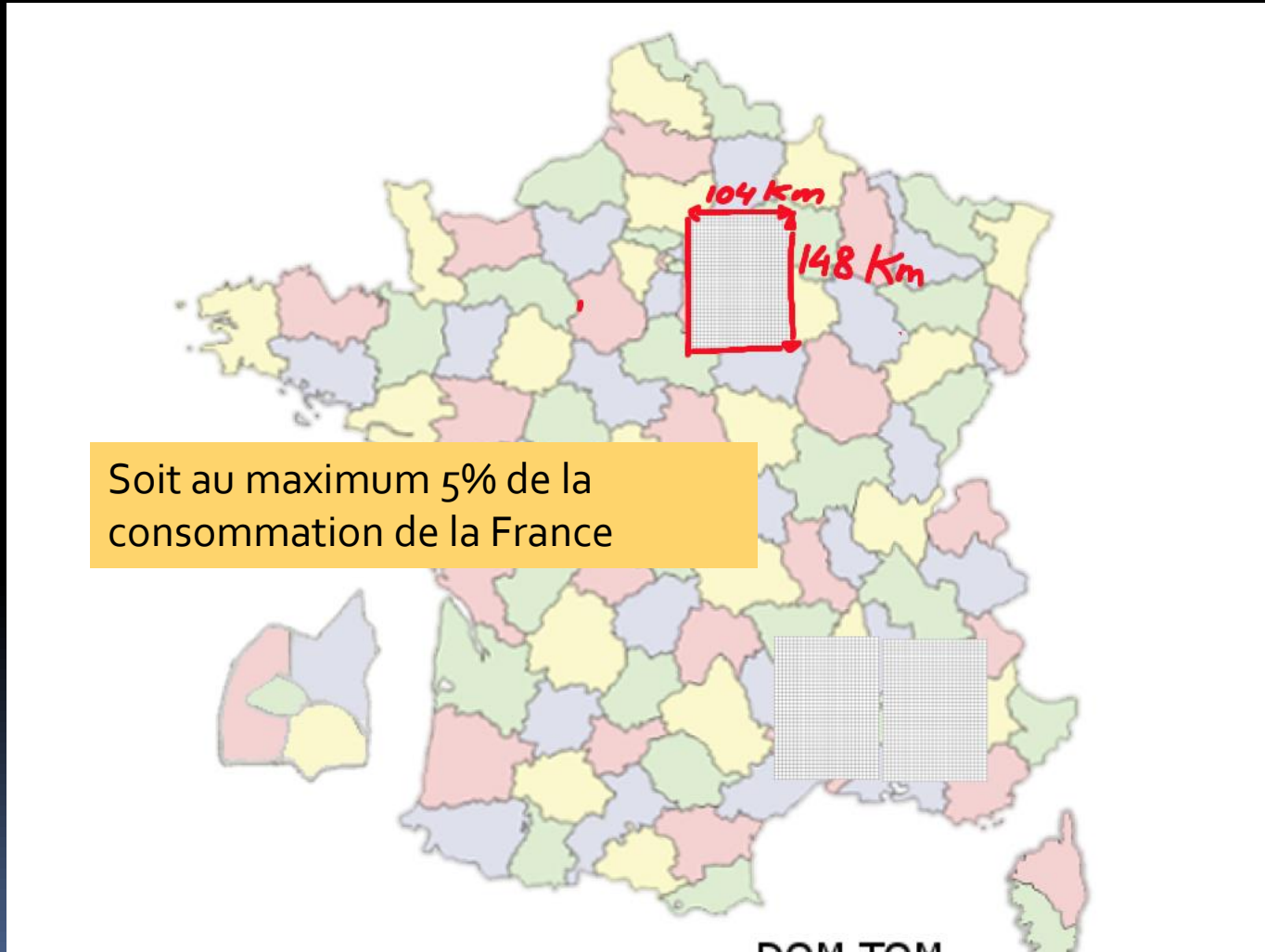




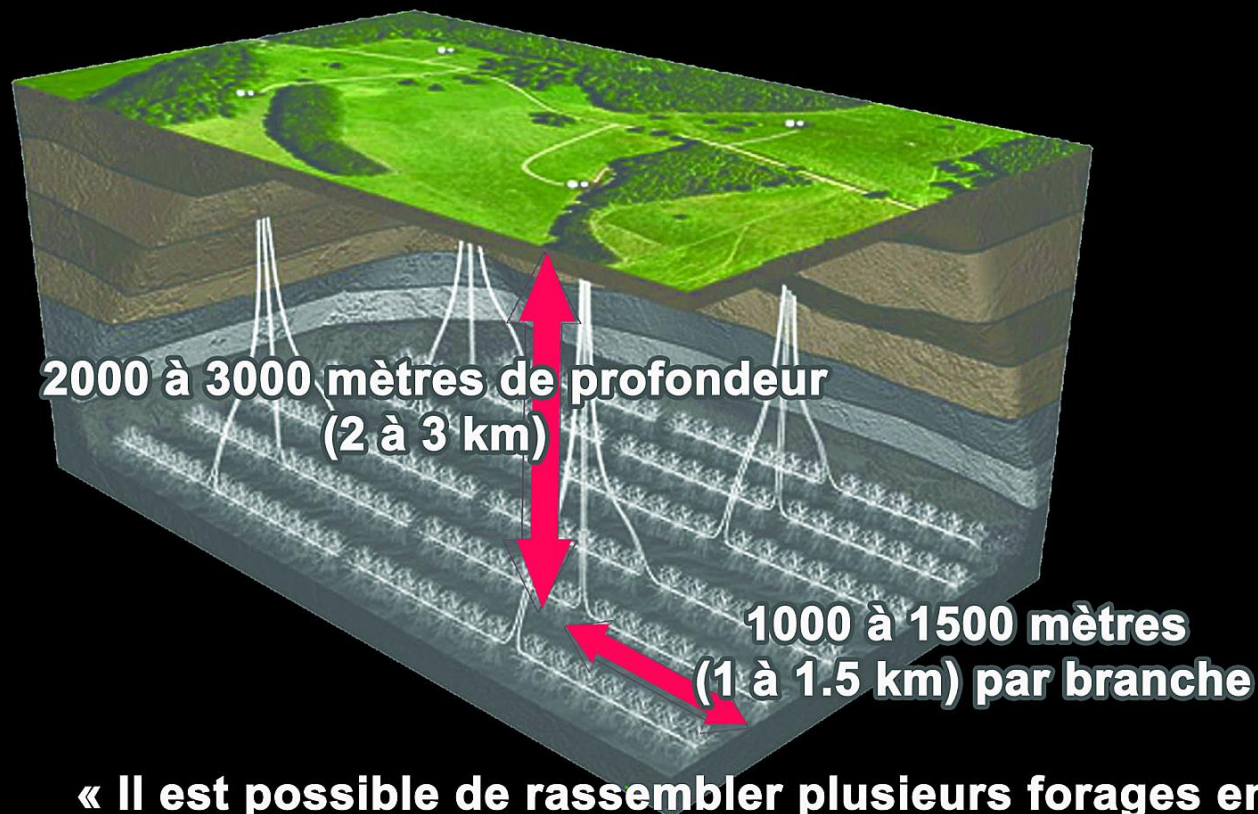




1000 forages en IdF



Emprise sur le territoire



**2000 à 3000 mètres de profondeur
(2 à 3 km)**

**1000 à 1500 mètres
(1 à 1.5 km) par branche**

« Il est possible de rassembler plusieurs forages en une même plate-forme, dite "cluster". Avec sa route d'accès et son bassin de décantation, chaque cluster fait un hectare. Ci-dessus 4 cluster = 4 hectares »



© 2011 Google
Image USDA Farm Service Agency

© 2009 Google

229 m

Date des images satellite : 23 juin 2009

47° 23.237' N 102° 40.755' O élév. 712 m

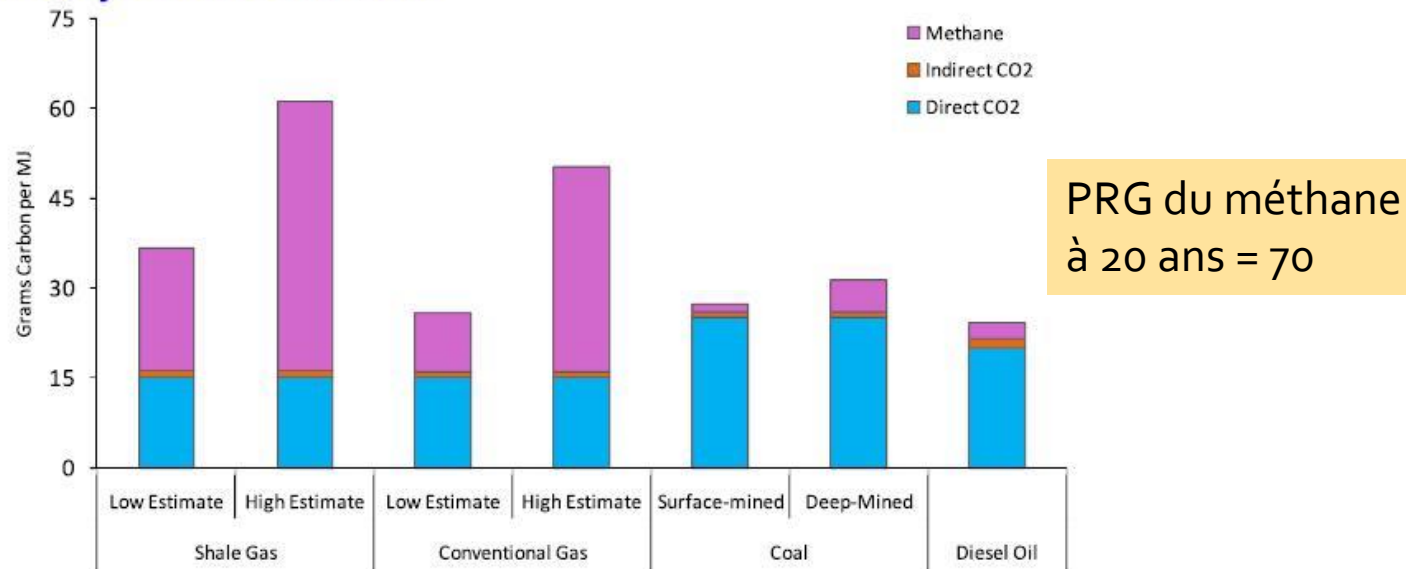
Altitude 1.50 km





Shale gas pire que le charbon

A. 20-year time horizon



Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations

Robert W. Howarth · Renee Santoro · Anthony Ingraffea

Atmospheric Impacts from Oil and Natural Gas Systems

- Field measurements in the US suggest that methane and Volatile Organic Compounds (VOCs) emissions are likely underestimated by inventories:

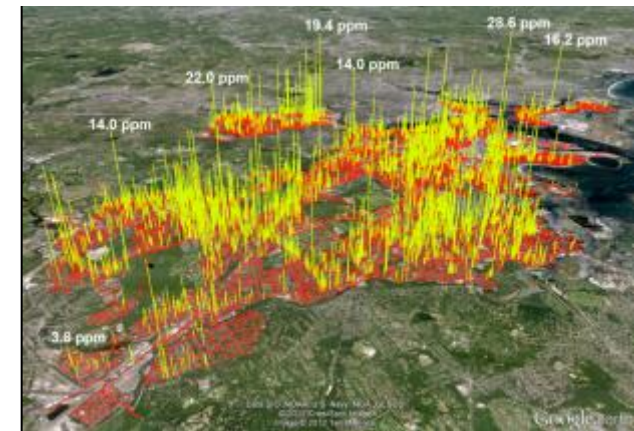
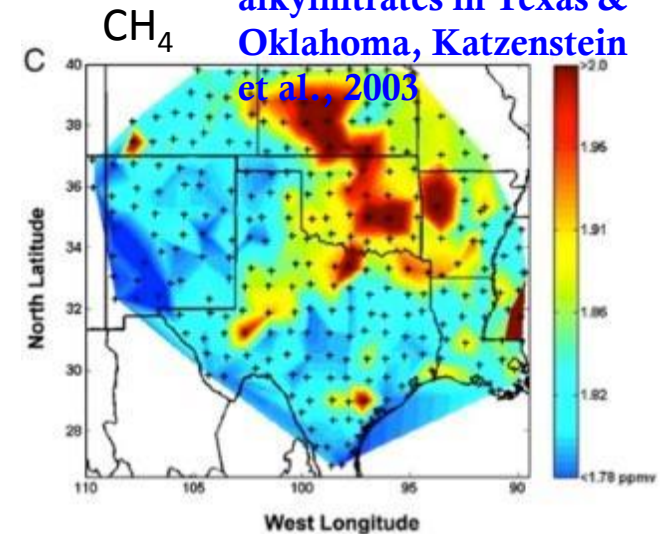
- **Oil and gas production**

- in TX, OK, KS: Katzenstein et al. PNAS, 2003
- in CO and UT: Pétron et al., JGR, 2012, Karion et al., GRL, 2013

- **Natural gas distribution in cities**

- In Boston: Phillips et al., EP, 2012
- In Washington DC: Jackson et al., on-going

Surface enhancements of alkanes and alkyl nitrates in Texas & Oklahoma, Katzenstein et al., 2003



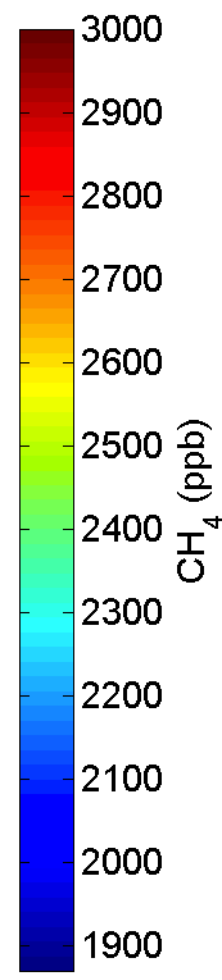


Uinta Basin's Sea of CH₄

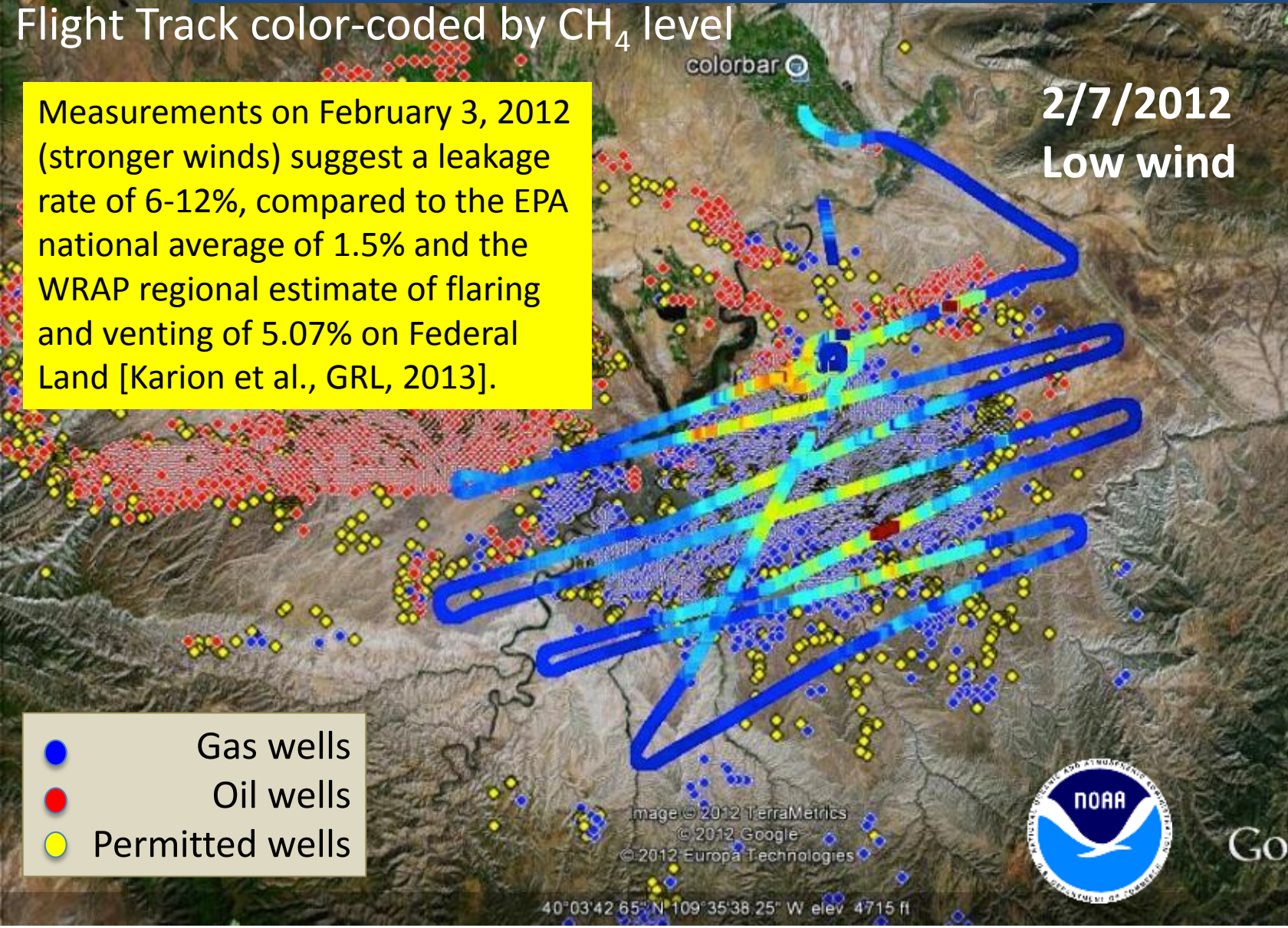
Flight Track color-coded by CH₄ level

Measurements on February 3, 2012 (stronger winds) suggest a leakage rate of 6-12%, compared to the EPA national average of 1.5% and the WRAP regional estimate of flaring and venting of 5.07% on Federal Land [Karion et al., GRL, 2013].

2/7/2012
Low wind



- Gas wells
- Oil wells
- Permitted wells



Google earth

40°03'42.65" N 109°35'38.25" W elev. 4715 ft

Eye alt 92.79 mi

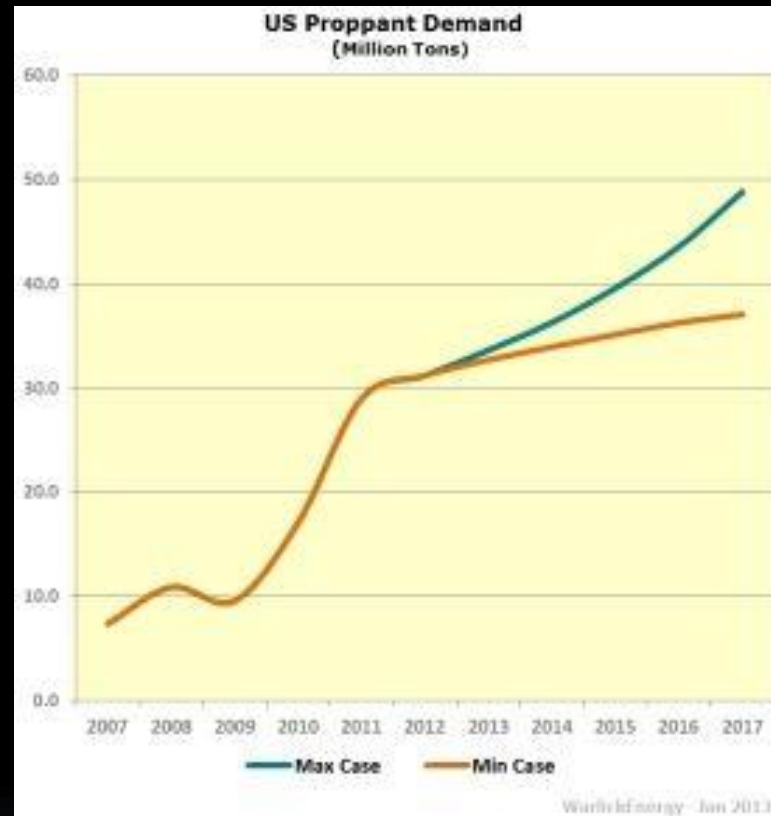
No other large scale activity besides oil and gas production in the area.



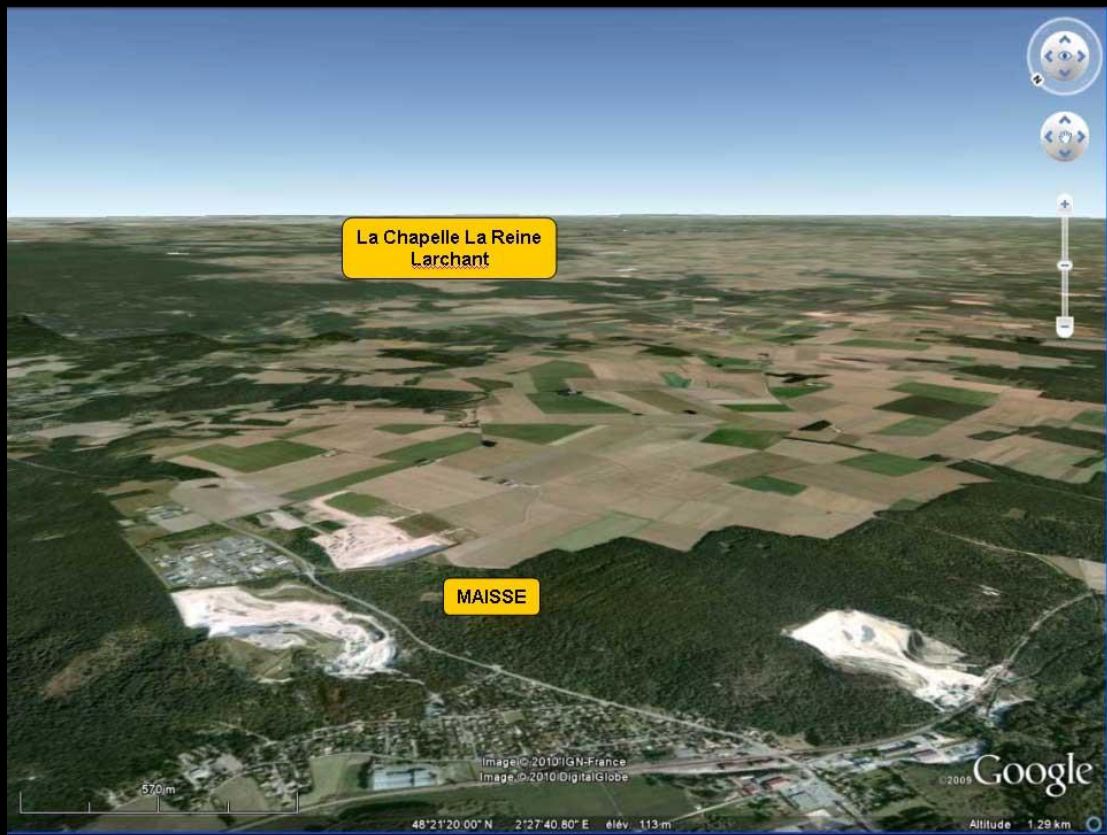
Une seule fracturation
consomme 15000 à 20000 M3 d'eau douce

= 6 ou 7 piscines olympiques

Le sable



- la demande atteindra 50 millions de tonnes en 2017
- 100 carrières ont été ouvertes à travers les États-Unis en deux ans.



Production 400 000 tonnes /an
100 camions / jour

1 fracturation 2 000 tonnes
1000 fracturations 2 millions de tonnes = X 5 la carrière de Maisse

Équivalent à 100 000 maisons

Dans le Nord Dakota Torchage du gaz produit avec le pétrole

Pollution équivalente à 400 000 voitures

Pourrait chauffer 500 000 maisons



Noria de camions



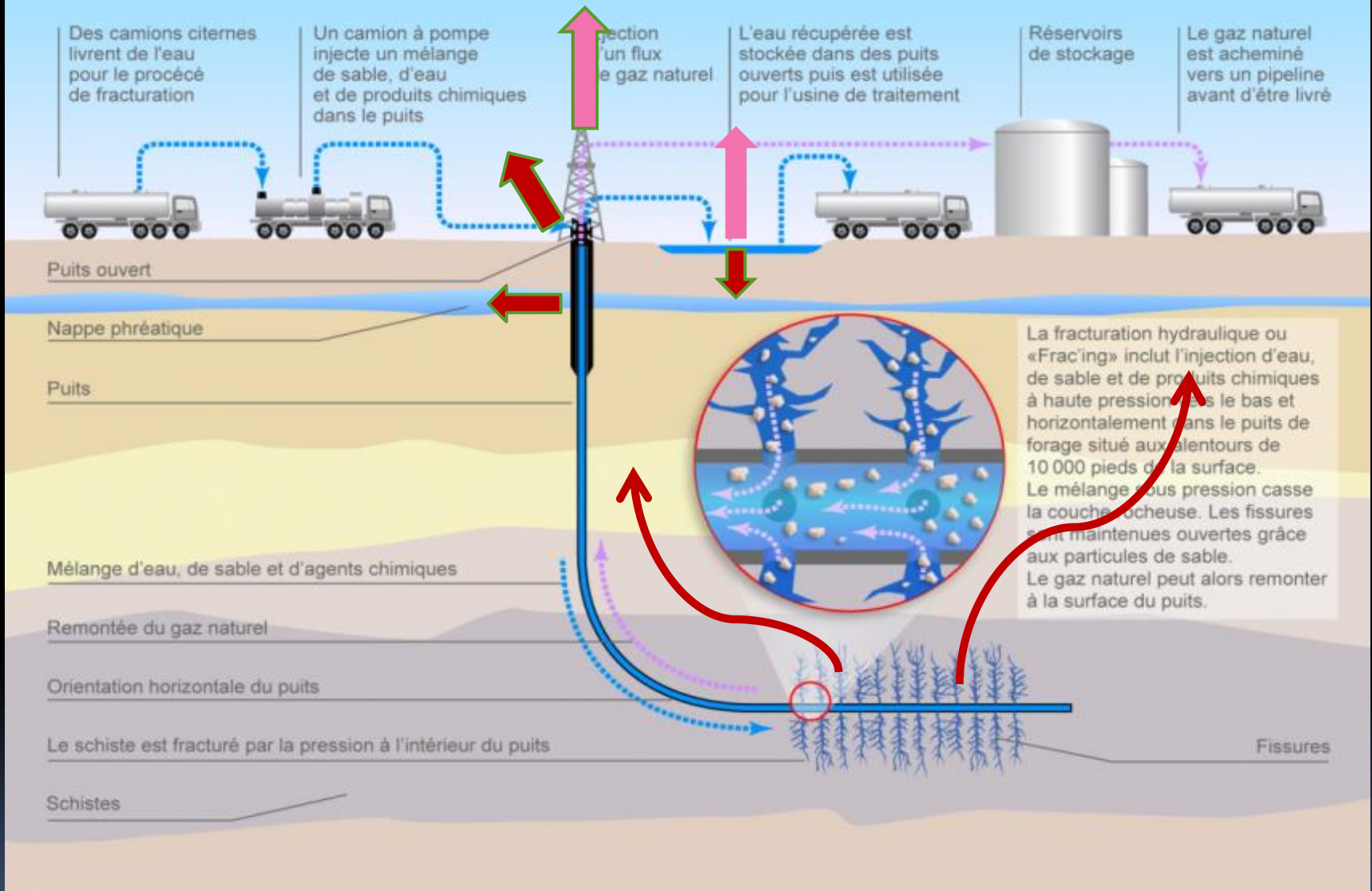
Par fracturation :

7000 à 9000 rotations = 1camion toutes les 2 minutes

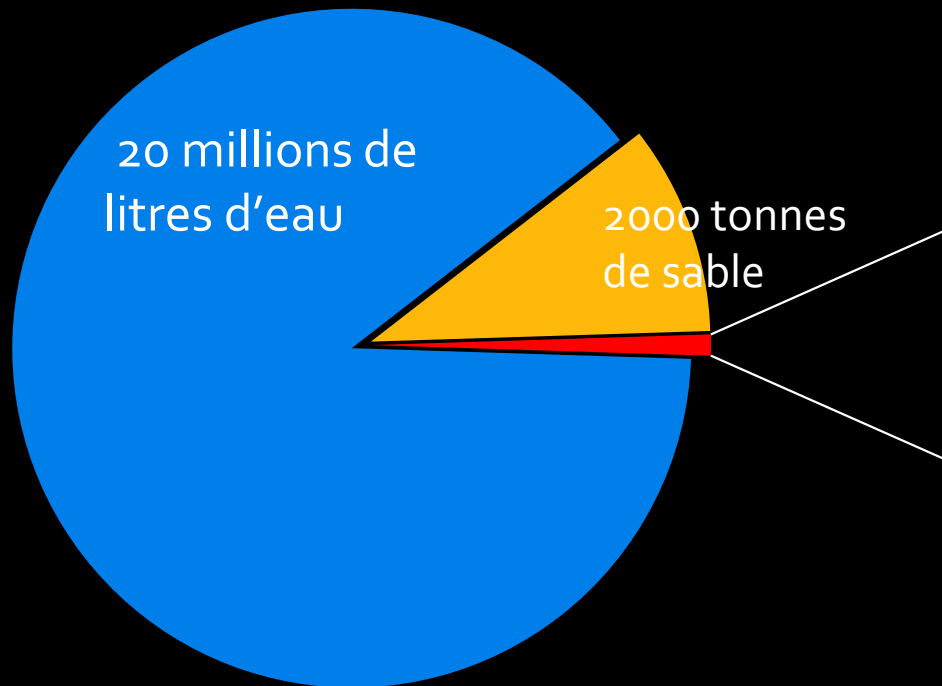


RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

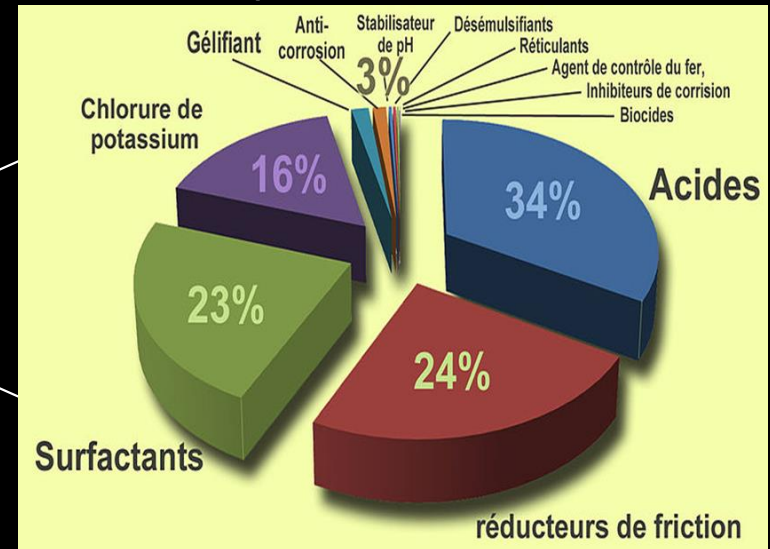
RISQUES DE CONTAMINATION



Liquide de fracturation



200 tonnes de produits chimiques



Nombreuses substances chimiques dont plusieurs cancérigènes

> 500 produits recensés

Hypochlorite de sodium Phosphate de tributyle

Isopropanol Diethylbenzène

Xylène Acide Nitriloacétique

Polyacrylamide Formaldéhyde (formol)

Gomme de guar etc...

Méthanol



9/2010 Pavillon (Wyoming)

**Les services de santé demandent aux
Habitants de ne plus boire l'eau**

**11/2011 EPA reconnaît le lien avec les
opérations de fracturation hydraulique**

Pollution de l'air

Emission de CO2 et d'oxydes d'azote

Forages, Fracturation, compresseurs, transport

Emission de composés organiques volatiles

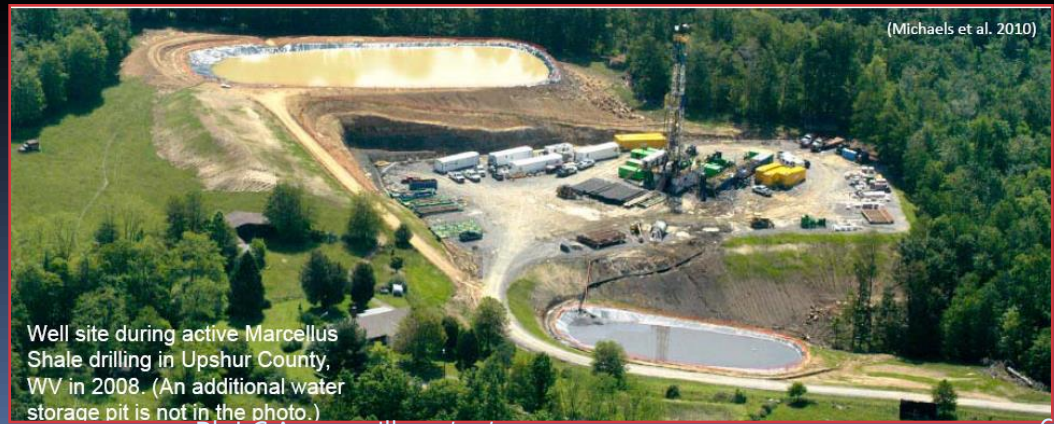
Ventilation des puits, déshydratation du gaz, fuites de méthane,...

=> Emission de gaz qui activent la formation d'ozone

Pollution sonore

Stations de pompage, torchères, trafic véhicules, compresseurs..

=> 75 db à 2 km du site



Devenir des fluides récupérés 10 à 70% des fluides injectés

Bassins

Risque de fuites

Elimination ?



- Rejet des effluents contaminés et très salés
- Séchage = déchet toxique => décharge / stockage (AMD)
- Traitement par STEP ? Non adaptées
- Traitement par stations industrielles ?



SANTE

RISQUES SANITAIRES

- Peu évalués : les médecins ne sont pas associés aux études liées aux
 - Pollutions de l'air
 - Pollutions de l'eau
 - Nuisances (bruit 40 db a 1.5Km lumière, vibrations ...)

Effets des additifs Theo Colborn

- Plus de 80% des substances identifiées ont des effets sur la peau, les yeux et le système respiratoire
- 50% peuvent impacter le système nerveux
- 40% ont des effets négatifs sur le système immunitaire ou l'appareil cardiovasculaire
- 40% sont des perturbateurs endocriniens
- 25% sont cancérigènes (formol, acrylamide).

Etudes vétérinaires

Oswald université de Cornell


Etude dans 6 états américains,
aux environs des puits fracturés

- Mort d'une centaine de vaches exposées aux fluides de fracturation ou ayant bu les eaux usées
- Stérilité constatée chez vaches, chèvres, chiens, etc..
- Animaux morts-nés ou mal formés

Etude épidémiologique de Heinke1-Wolfe en 2011 au Texas dans 6 zones à activité de forage intense


- **Surmortalité par cancer chez la femme :**
- col utérin , colon , rectum, ovaires , utérus, sein (alors que les chiffres sont en baisse globalement dans le reste des U.S.A.)

- **Chez l'homme :**
- cancers de la vessie , prostate, rectum , estomac, thyroïde
-
- *Connections non prouvées, mais indices forts*
- *(Source NCI cancer mortality maps and graphs)*



Dosages dans les urines des habitants de Battlement Mesa, au voisinage des puits

On trouve dans leurs urines des produits qui témoignent de l'exposition aux BTEX.



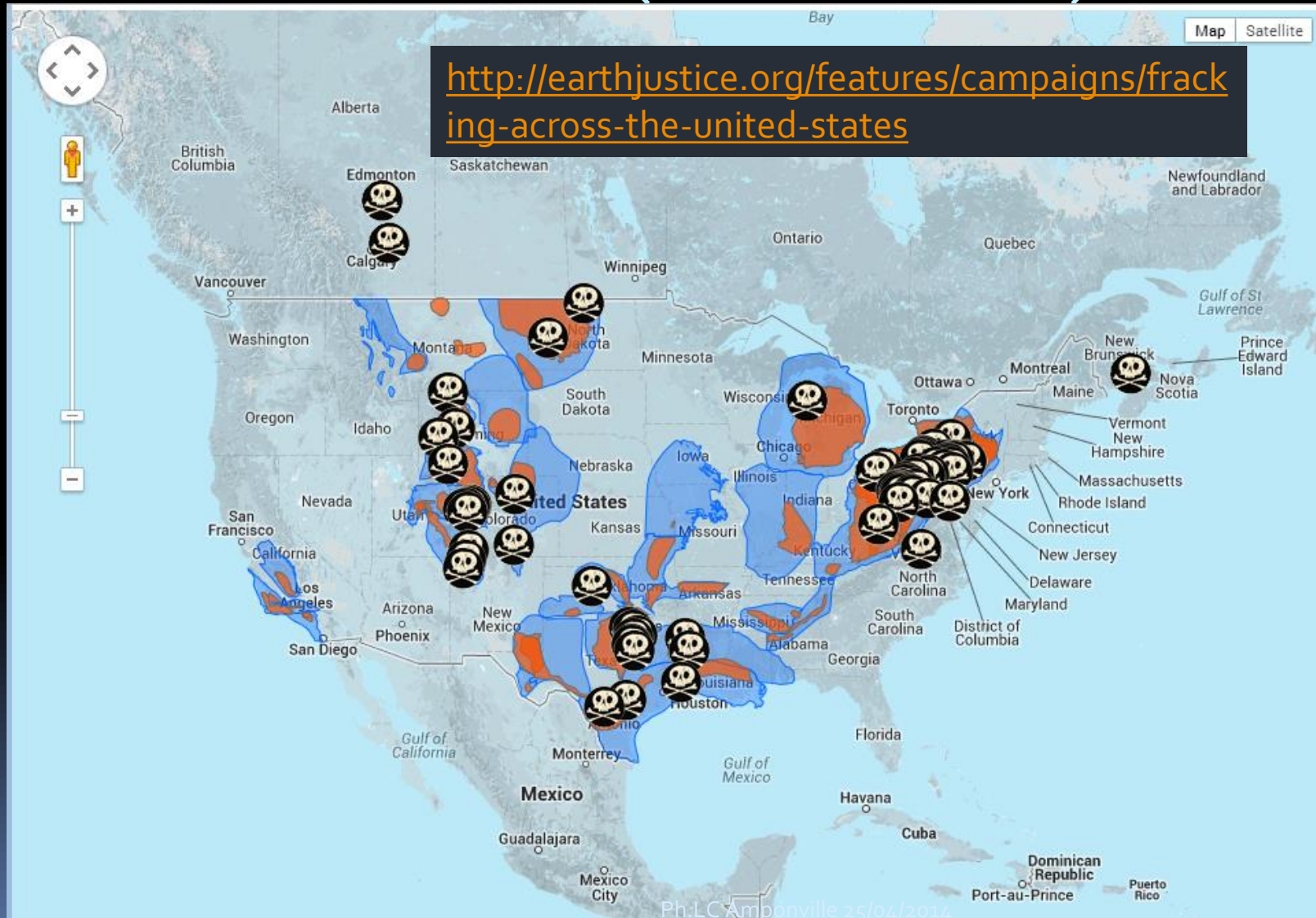
acide hippurique
phénols
acide mandélique

toluène
benzène
styrène



ACCIDENTS

Carte interactive des accidents de forage et de fracturation (frackcident)



Les risques d'accidents industriels augmentent avec le nombre de forages et Les règlements n'évitent pas les accidents !





3/11/2011 Bedford
(Maryland)

Explosion d'une station de
pompage

Flammes visibles à 50 Km
Évacuation des habitants



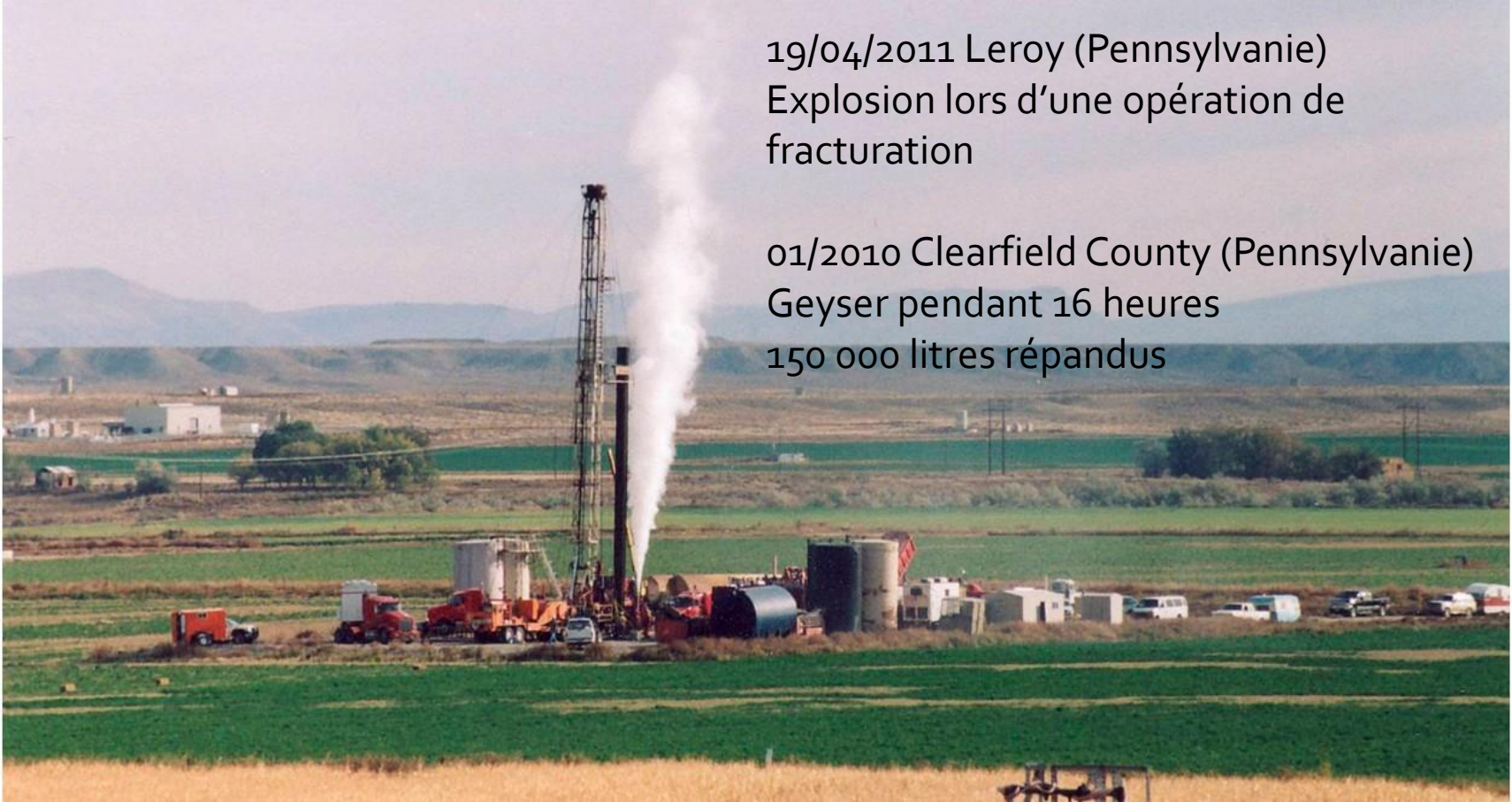
10/3/2011 Arneguard North Dakota
Incendie pendant plus d'une semaine

02/2008 Parachute (Colorado)

Un bassin de décantation de liquide de fracturation surplombant la ville, s'est rompu –

6 millions de litres de liquide toxique , déversés dans la ville et le fleuve Colorado





19/04/2011 Leroy (Pennsylvanie)
Explosion lors d'une opération de
fracturation

01/2010 Clearfield County (Pennsylvanie)
Geyser pendant 16 heures
150 000 litres répandus

7/11//2011 Bismarck (North Dakota)

Rupture du tubage pendant l'opération
de fracturation hydraulique

400 000 litres de pétrole et de liquide de fracturation
Répandus en surface et dans la nappe pendant 2 jours



COURTESY: CONTINENTAL RESOURCES

29/04/2010 Caddo Parish (louisiane)
16 vaches mortes après avoir bu du liquide de
fracturation

Dans un autre cas du liquide de fracturation s'est
répandu dans un pré, à cause d'une valve défectueuse
Tuant 17 bovins



Wyoming 27-04-2012
Chesapeak energy
70 personnes évacuées



15/04/2012 Bismarck (North dakota)

Explosion sur une plateforme
2 blessés graves



Le pétrole de schiste est plus inflammable que le pétrole conventionnel



Lac-Mégantic, dans la nuit du 5 au 6 juillet, par un terrible accident. Un train fou transportant du pétrole brut a déraillé, provoquant une série de violentes explosions. La boule de feu a dévasté une partie du centre-ville. 47 morts

Durant les 5 dernières années aux USA 10 accidents ferroviaires de pétrole ont déversé 12 millions de litre

Les visionnaires

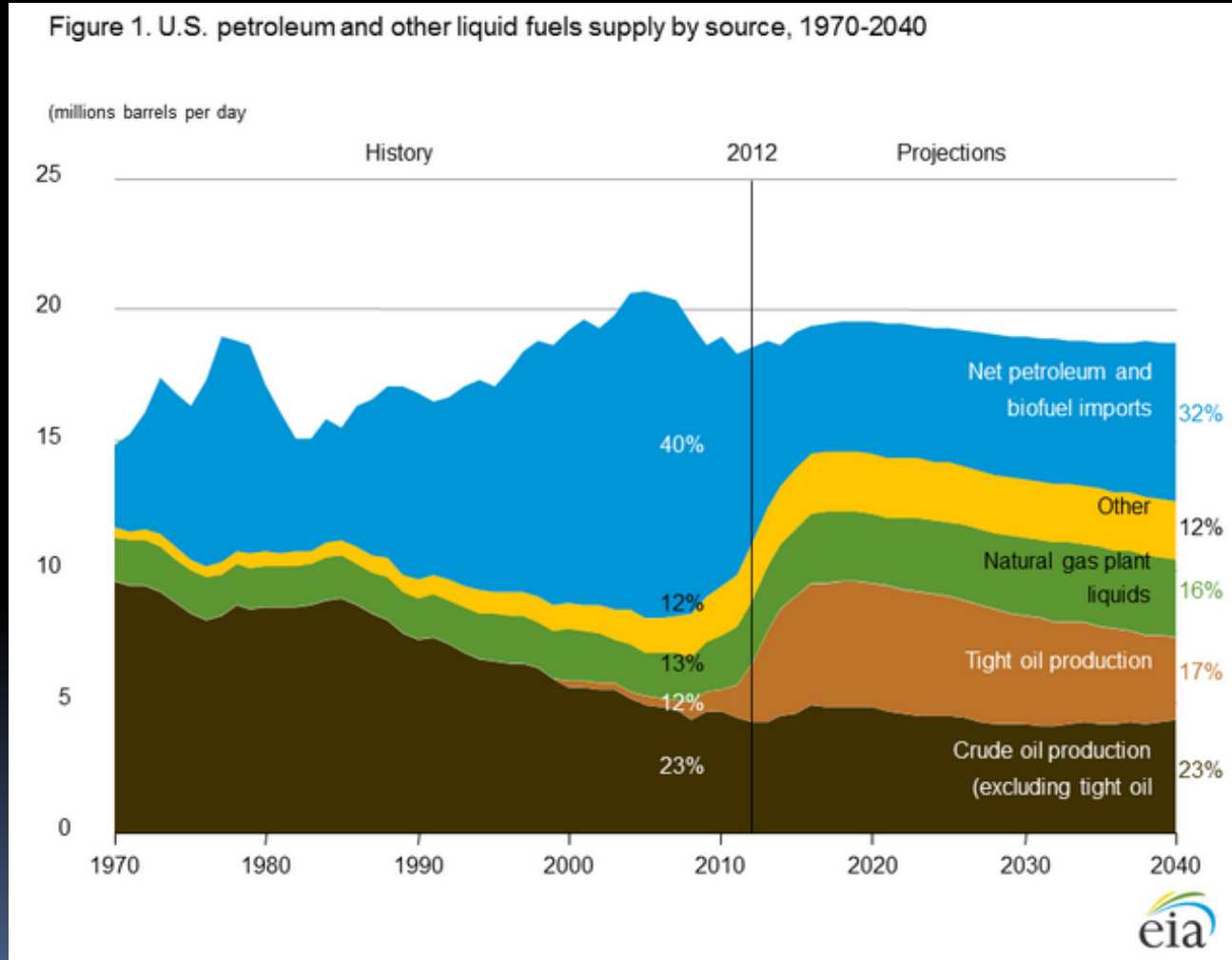


Washington
Mercredi 12/2/2014



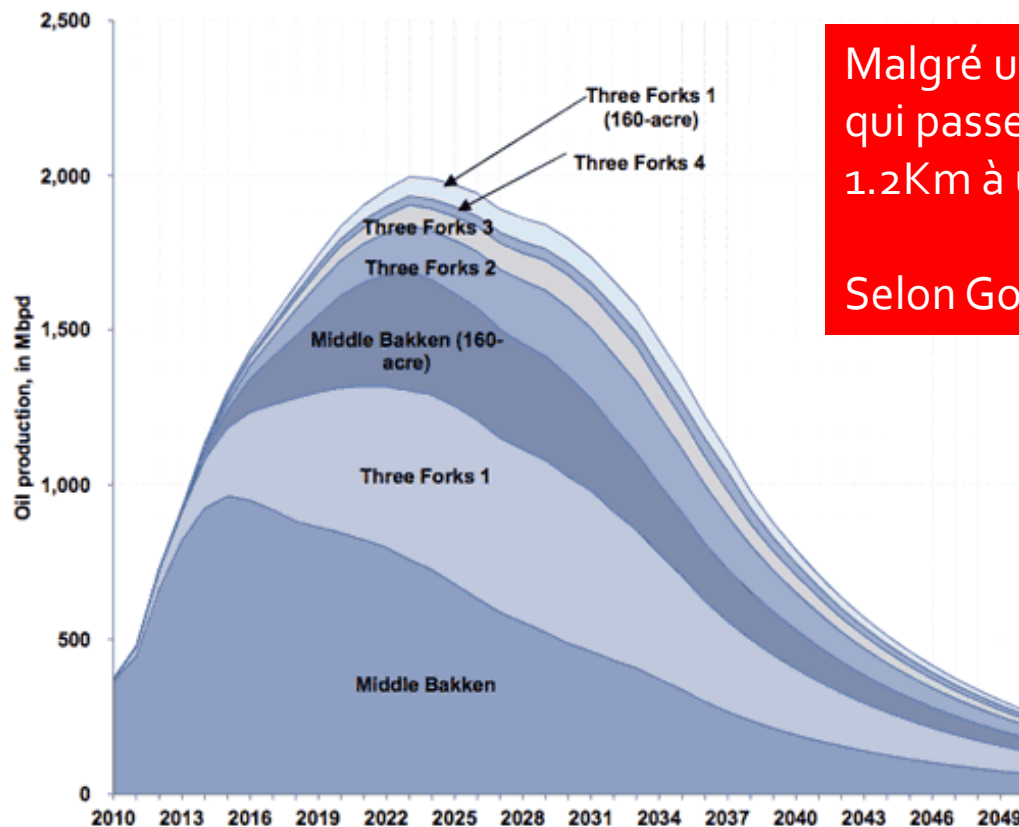
Pennsylvanie
Mardi 11/2/2014
Ph.LC Amponville 25/04/2014

non les USA ne seront pas indépendants



Déclin rapide de la production dans la plaine de Bakken

Exhibit 2: We see continued upside to production even as production from the Middle Bakken zone at 320-acre spacing is maturing
Bakken/Three Forks oil production, thousand barrels per day



Malgré une densité de forages qui passerait de un puits tous les 1.2Km à un puits tous les 800m.

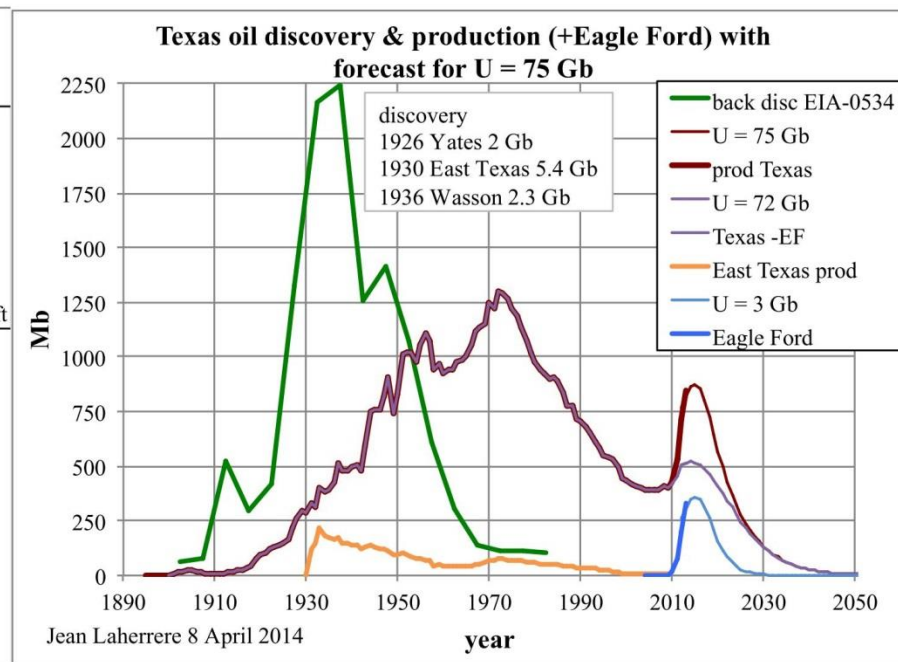
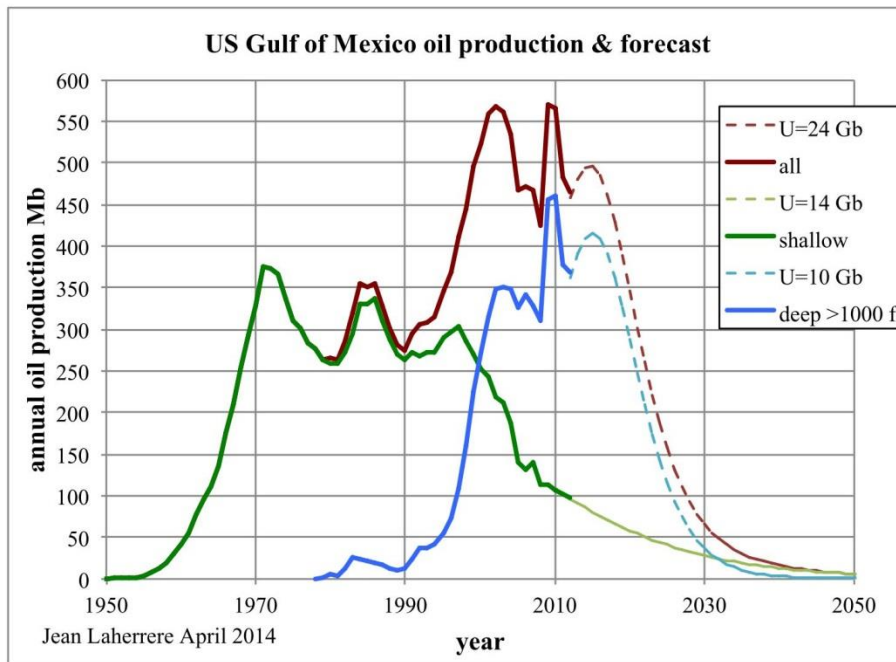
Selon Goldman Sachs



The American dream of oil independence will soon disappear...

Chevron reported in 2011 that 33 of the 48 largest producing countries are in decline

- The Gulf of Mexico oil peak is likely to be in 2011 & 2009 at 560 kb/d with a sharp decline after 2020
- The Texas oil discovery peak was in the 1930s, the oil peak in 1973 and the secondary peak will be in 2014
- The Eagle Ford oil production will peak soon with an ultimate of 3 Gb
- The Permian Basin (Texas & New Mexico) has already produced 35 Gb since 1923. Its ultimate is 40 Gb with a first peak in 1973 at 2 Mb/d and a second peak in 2016 at 1.5 Mb/d



Impact sur le prix de l'énergie

- Forte baisse du prix du gaz aux USA (8 à 4 \$ le BTU) entre 2005 et 2013, mais le gaz ne représente que 13% de la consommation des particuliers
- Le prix de l'électricité augmente de 25%

Croissance et emploi

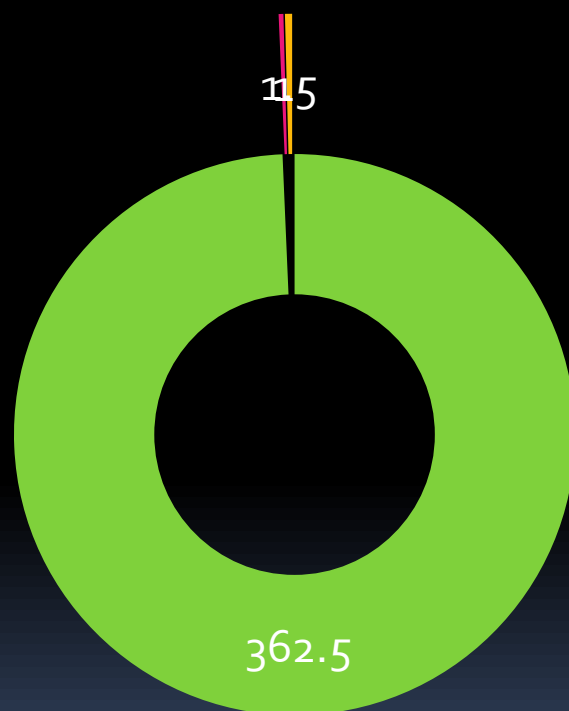
source IDDRI

- Impact global sur le PIB **+0.04% de croissance** par an
- 200 000 emplois directs créés entre 2005 et 2013 - chiffre à rapprocher de 250 000 nouveaux forages dans la même période - soit de l'ordre **1 emploi par forage**

Déficit commercial croissant du au pétrole aux USA



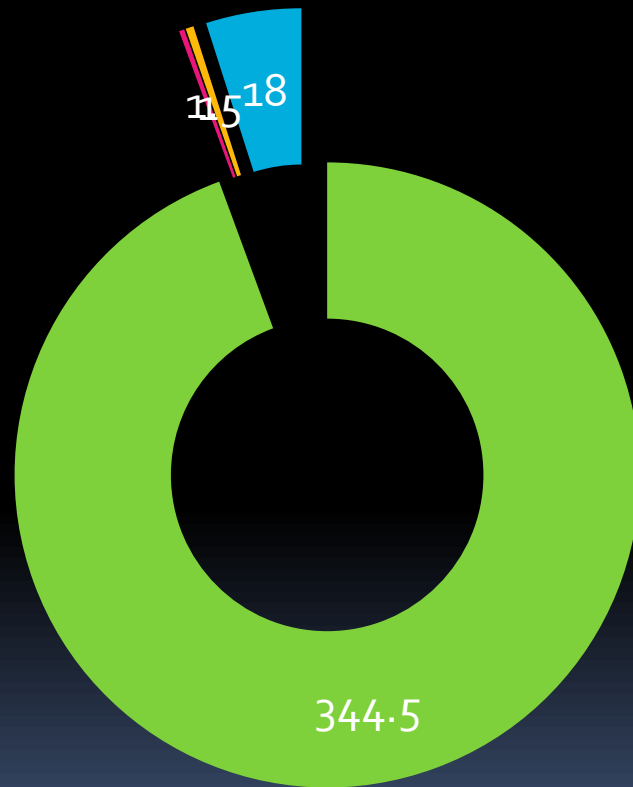
production pétrolière en France et importations ?



Sur 365 jours

- importations
- production bassin aquitain
- production actuelle bassin parisien
-

Indépendance énergétique (pétrole: hypothèse 1000 puits en IdF)

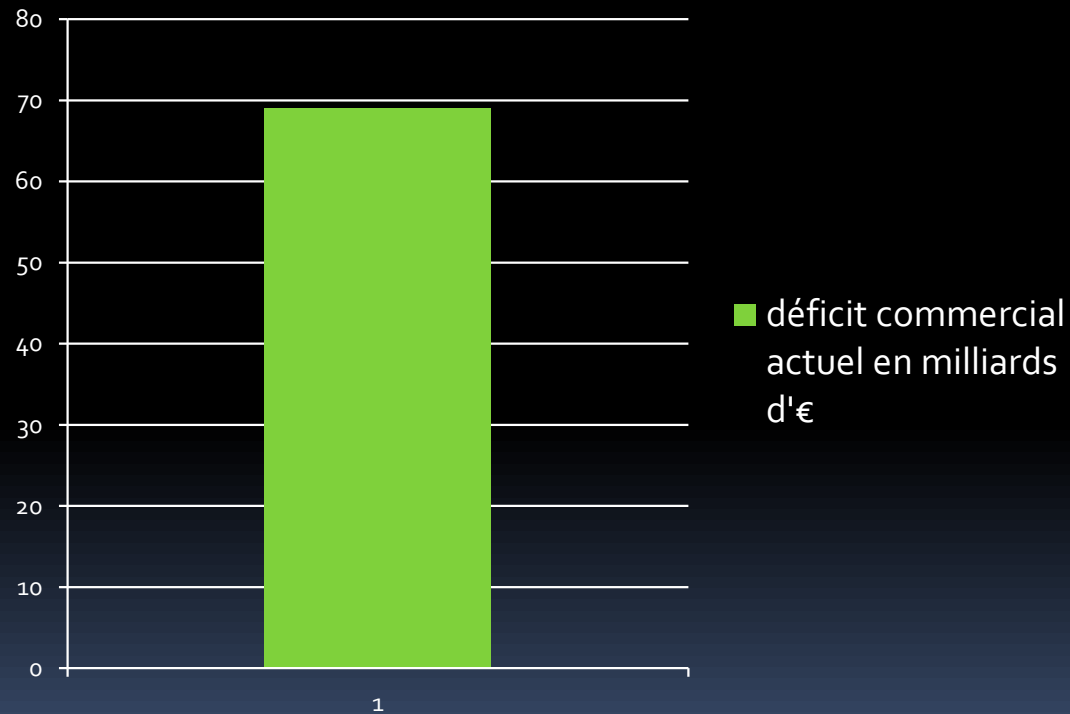


Sur 365 jours

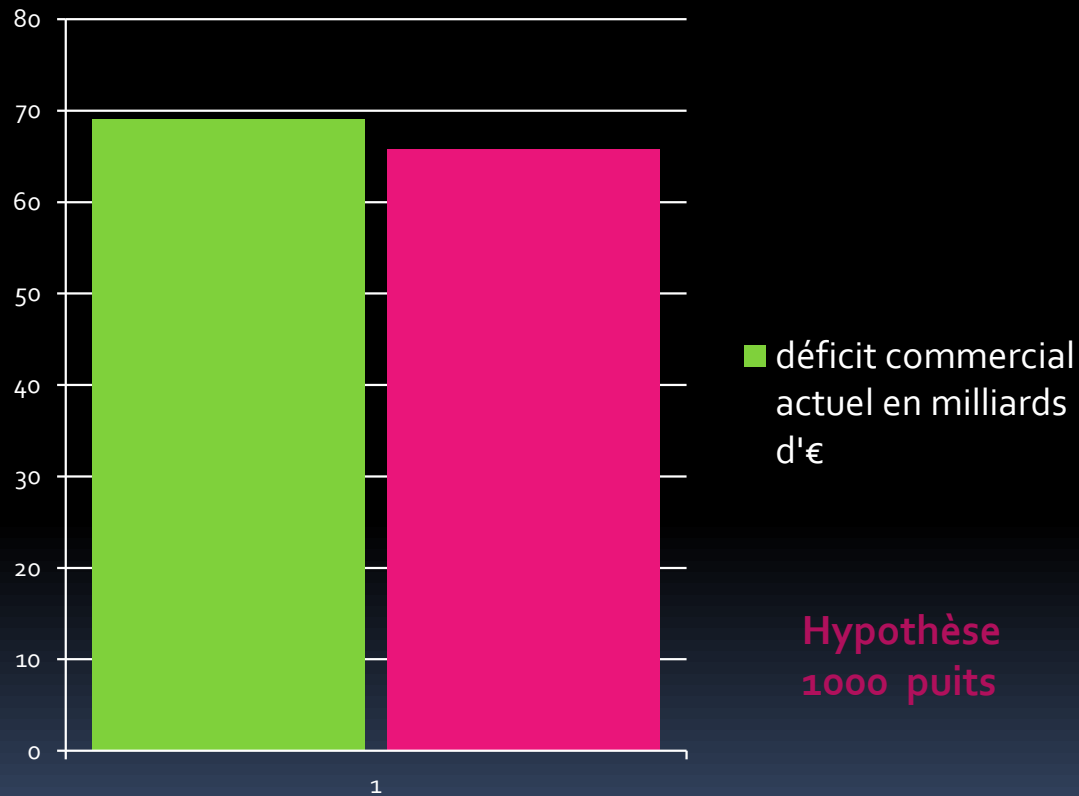
- importations
- production bassin aquitain
- production actuelle bassin parisien
- hypothèse 1000 puits

Déficit commercial

déficit commercial actuel en milliards d'€

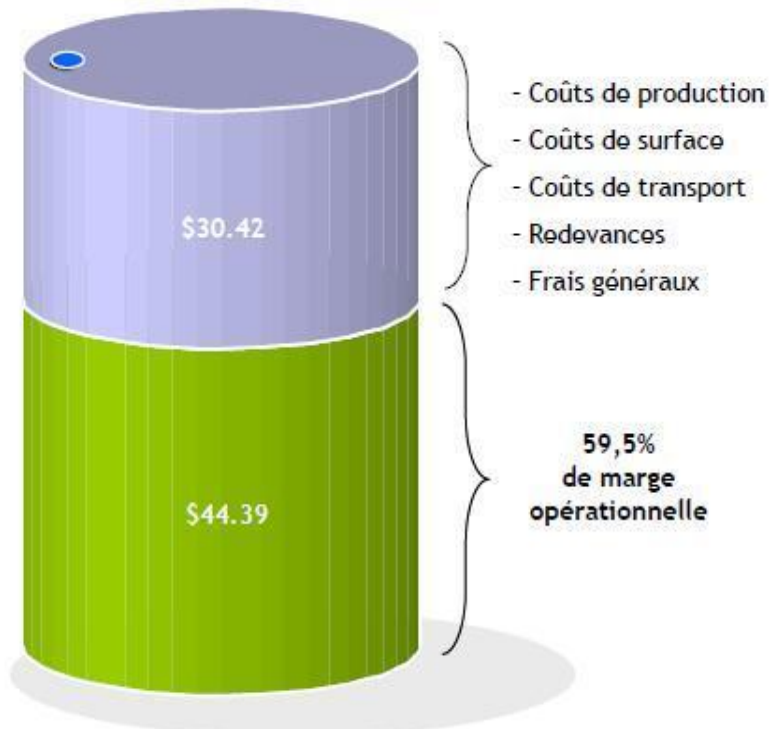


Déficit commercial



Combien ça rapporte ? À qui ça rapporte ?

Marge Opérationnelle pour les
9 premiers mois de 2010
(à partir d' US\$74,81/bbl)



Source: Toreador 10-Q, résultats financiers 9 mois au 30 Septembre 2010

Production d'un puits = 100 b:/j

Profit environ 70\$ par baril

Soit pour 5 ans près de
13 millions de \$

240 nouveaux forages / an en permanence pour 5 % de notre consommation

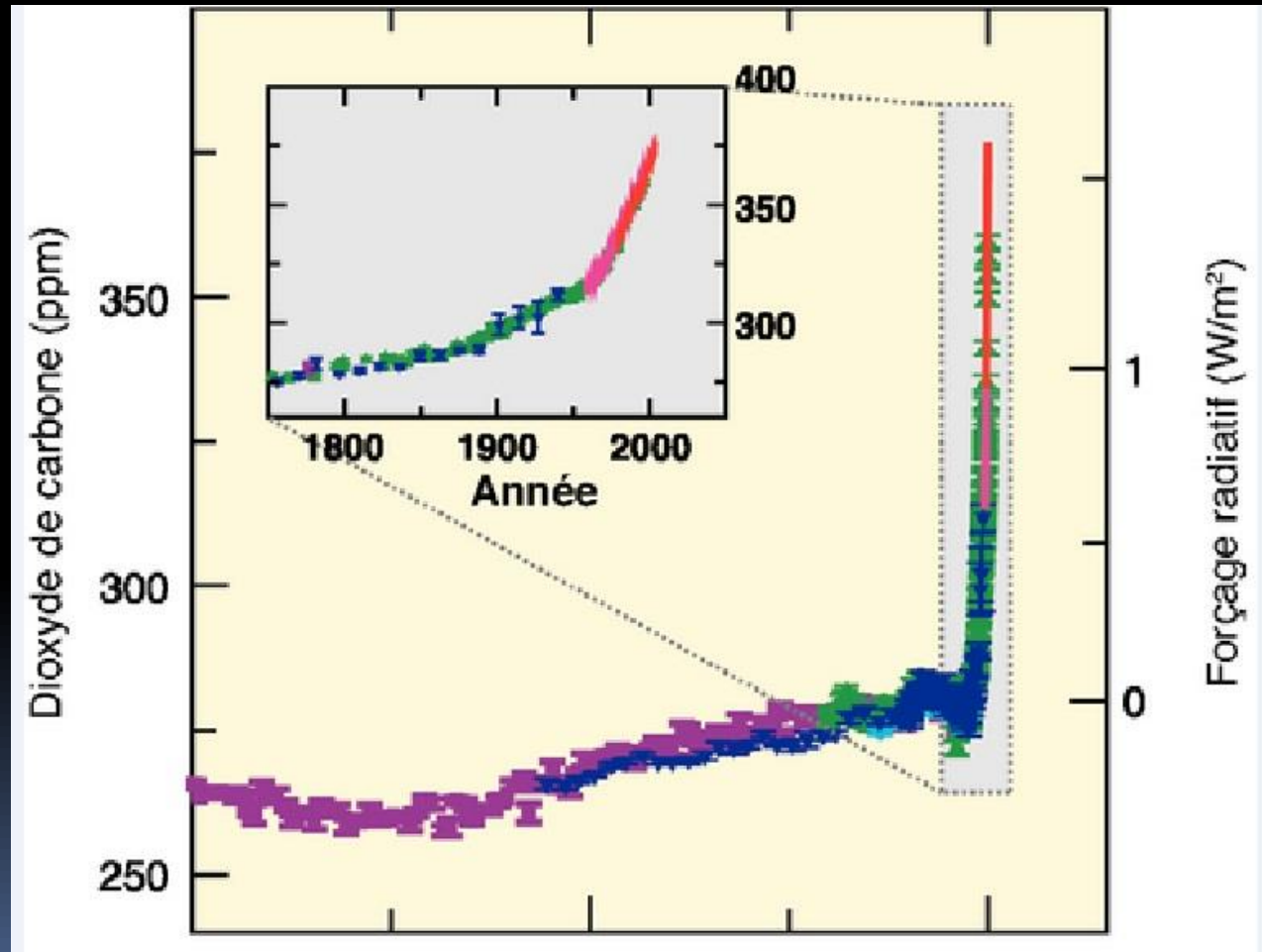


60 foreuses et installations de
fracturation fonctionnant en
permanence

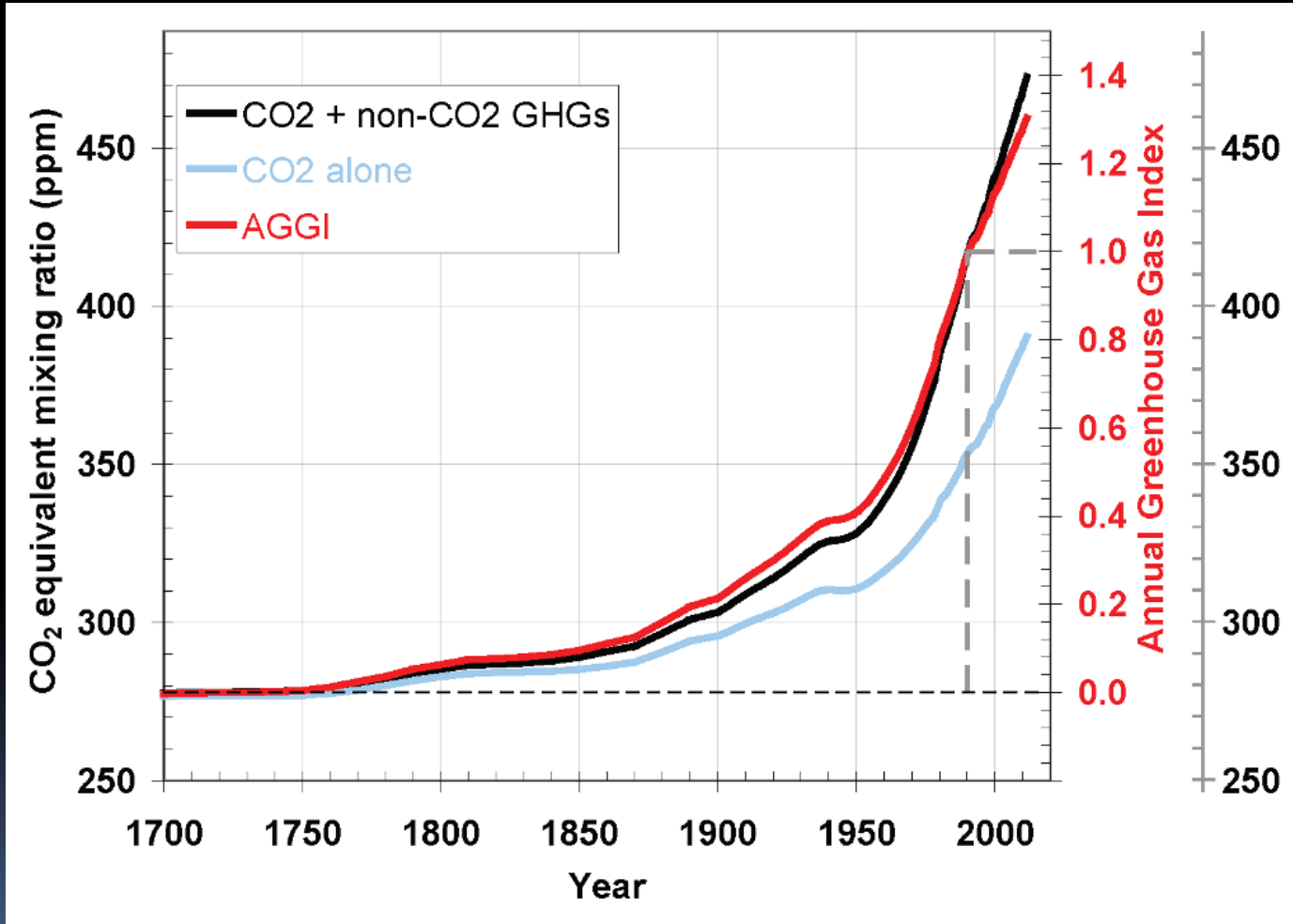


Consomment par an
4 800 000 m³ d'eau
480 000 tonnes de sable
48 000 tonnes de produits chimiques

CO2




CO₂

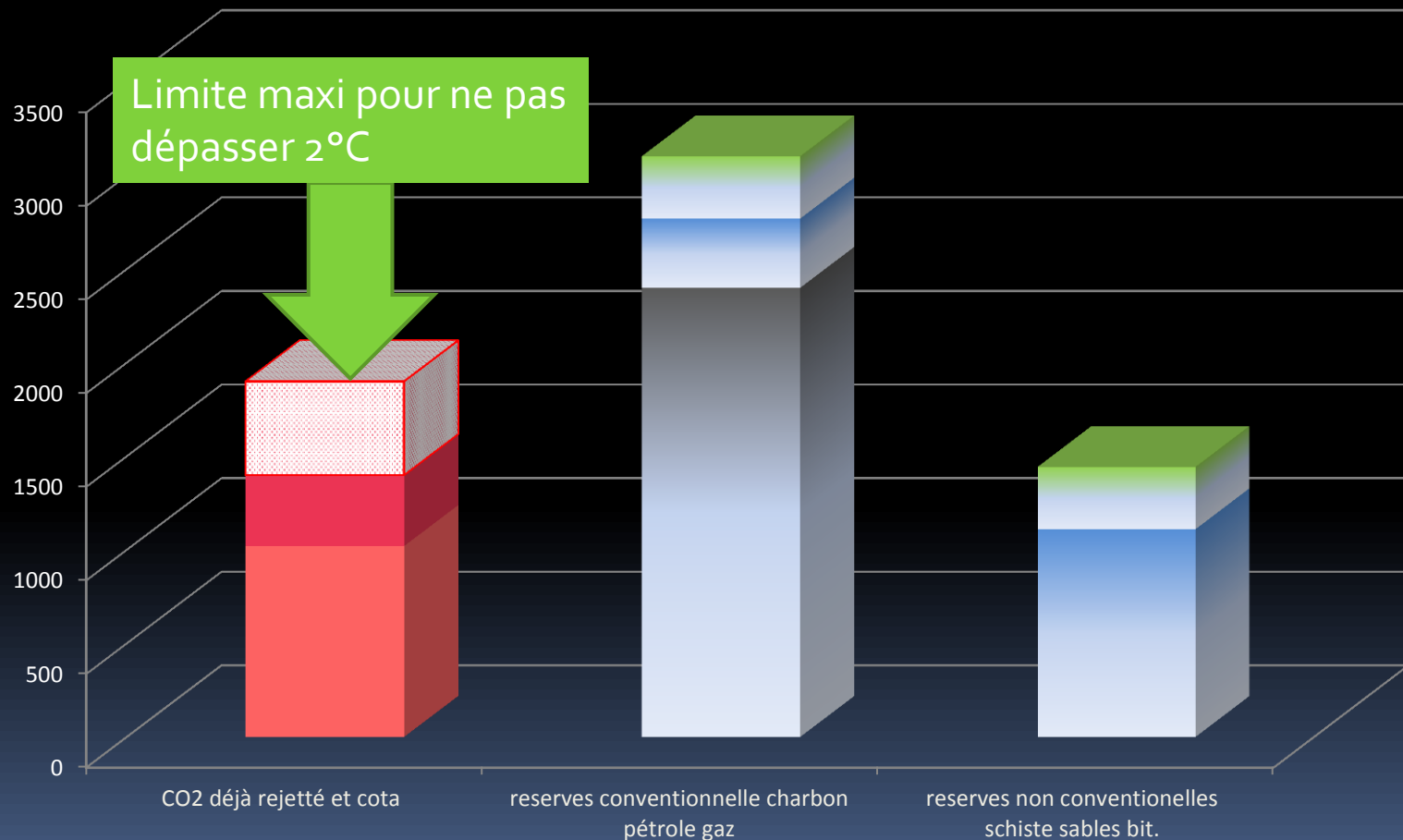




+2°C +4° +6°

- Trop d'eau ou pas assez
 - Baisse globale des ressources des océans
 - Production de blé maïs riz en baisse
 - Catastrophes naturelles plus violentes
 - Augmentation des maladies
 - Croissance ralentie
 - Pénuries menant a des exodes et des conflits violents
- 

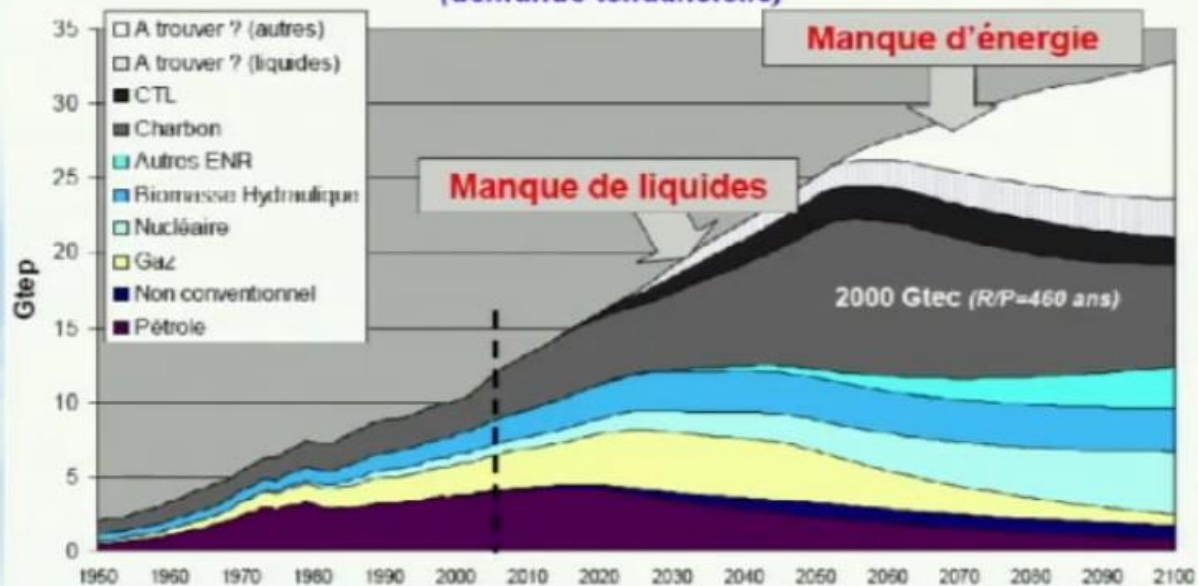
Encore combien de Gt de CO2



Cramer tout le charbon : 30 à 40 ans de rab...

Quelles énergies pour demain ?

(demande tendancielle)

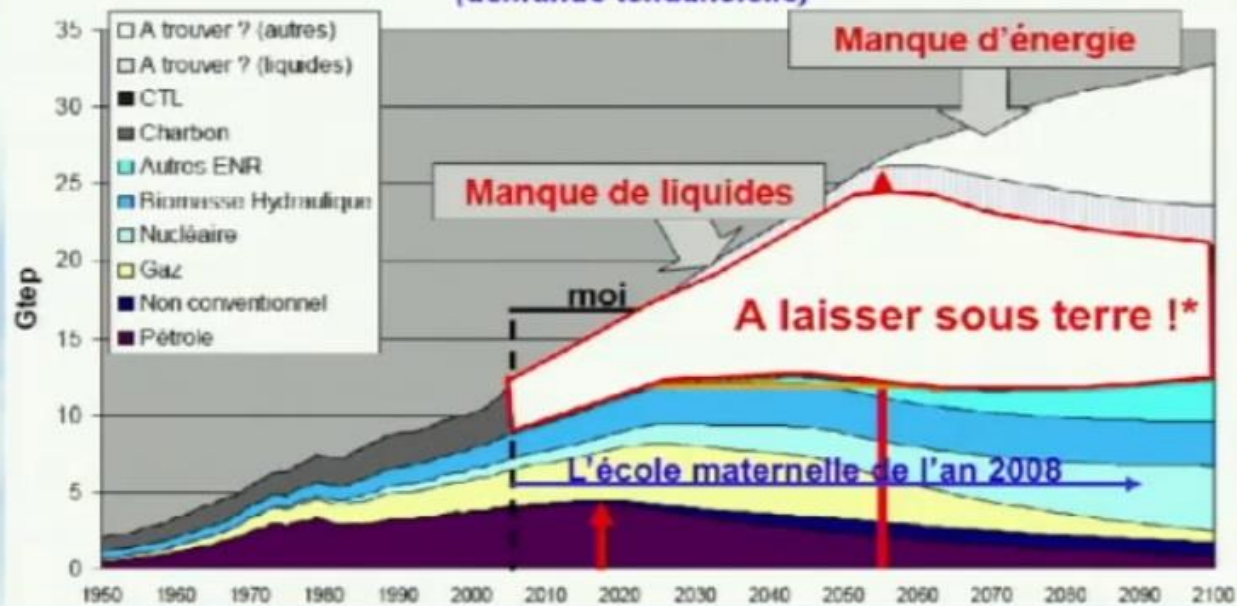


Source du graphique : Bernard Rogeaux, EDF, décembre 2007

Cramer tout le charbon : 30 à 40 ans de rab...

Quelles énergies pour demain ?

(demande tendancielle)



*Sauf pour la partie faisant l'objet d'un captage stockage...

Source du graphique : Bernard Rogeaux, EDF, décembre 2007





Plus de 1 milliard dans le monde
Parcourant 10km/jour
Consommant 8 milliard de litres

= 1000 forages et
fracturation hydrauliques

