

COMMISSION DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

GÉOPOLITIQUE DE L'ÉNERGIE: QUOI DE NEUF?

Pierre René BAUQUIS

*Professeur Associé IFP School et Professeur TPA
Ancien Directeur Stratégie et Planification de TOTAL*

30 Janvier 2014

PLAN

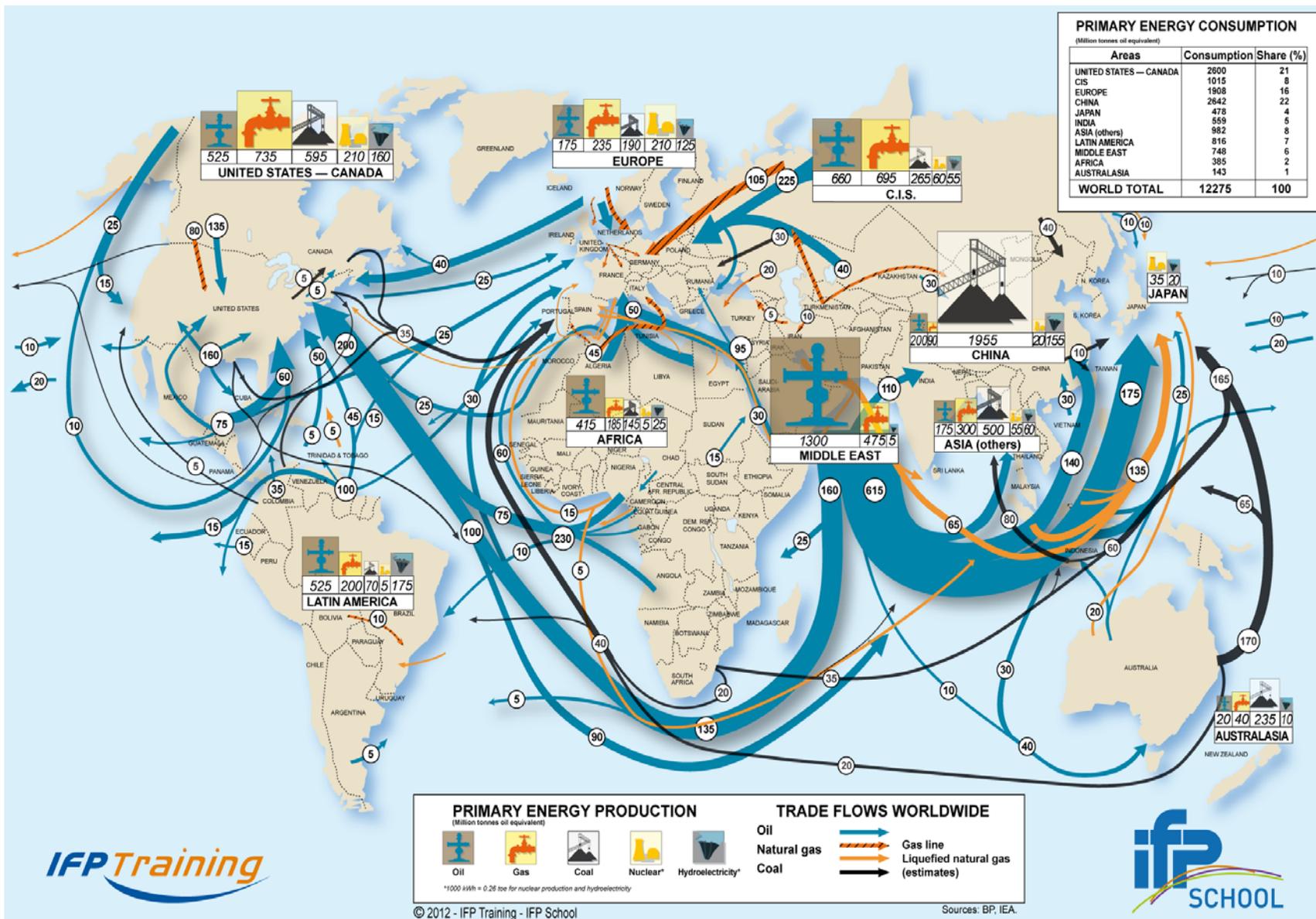
- PARTIE 1: LA GÉOPOLITIQUE DE L'ÉNERGIE EN QUELQUES CARTES
- PARTIE 2: RAPPEL DES FONDAMENTAUX
- PARTIE 3: LES GAZ ET PÉTROLES DE ROCHES MÈRES
- PARTIE 4 : RÉSERVOIRS DE ROCHES MÈRES
- PARTIE 5 : COMMENT PRODUIRE LES ROCHES MÈRES
- PARTIE 6 : CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES
- PARTIE 7 : LE CAS DES ÉTATS-UNIS
- PARTIE 8 : LE CAS DE L'EUROPE
- PARTIE 9 : CONCLUSIONS ET RÉFLEXIONS

PARTIE 1 : LA GÉOPOLITIQUE DE L'ÉNERGIE EN QUELQUES CARTES

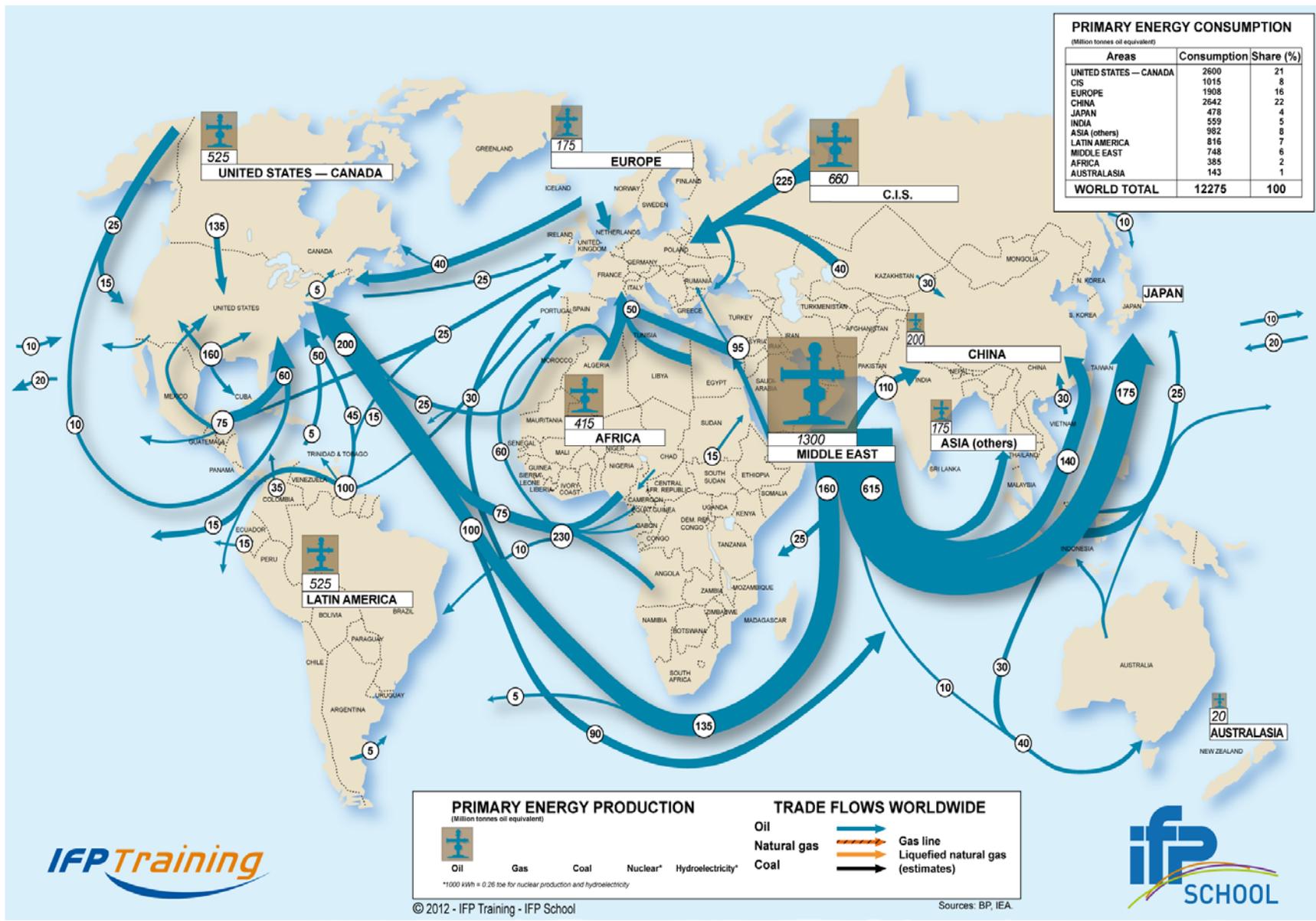
Rappels fondamentaux

Le rôle central de l'électricité à l'avenir

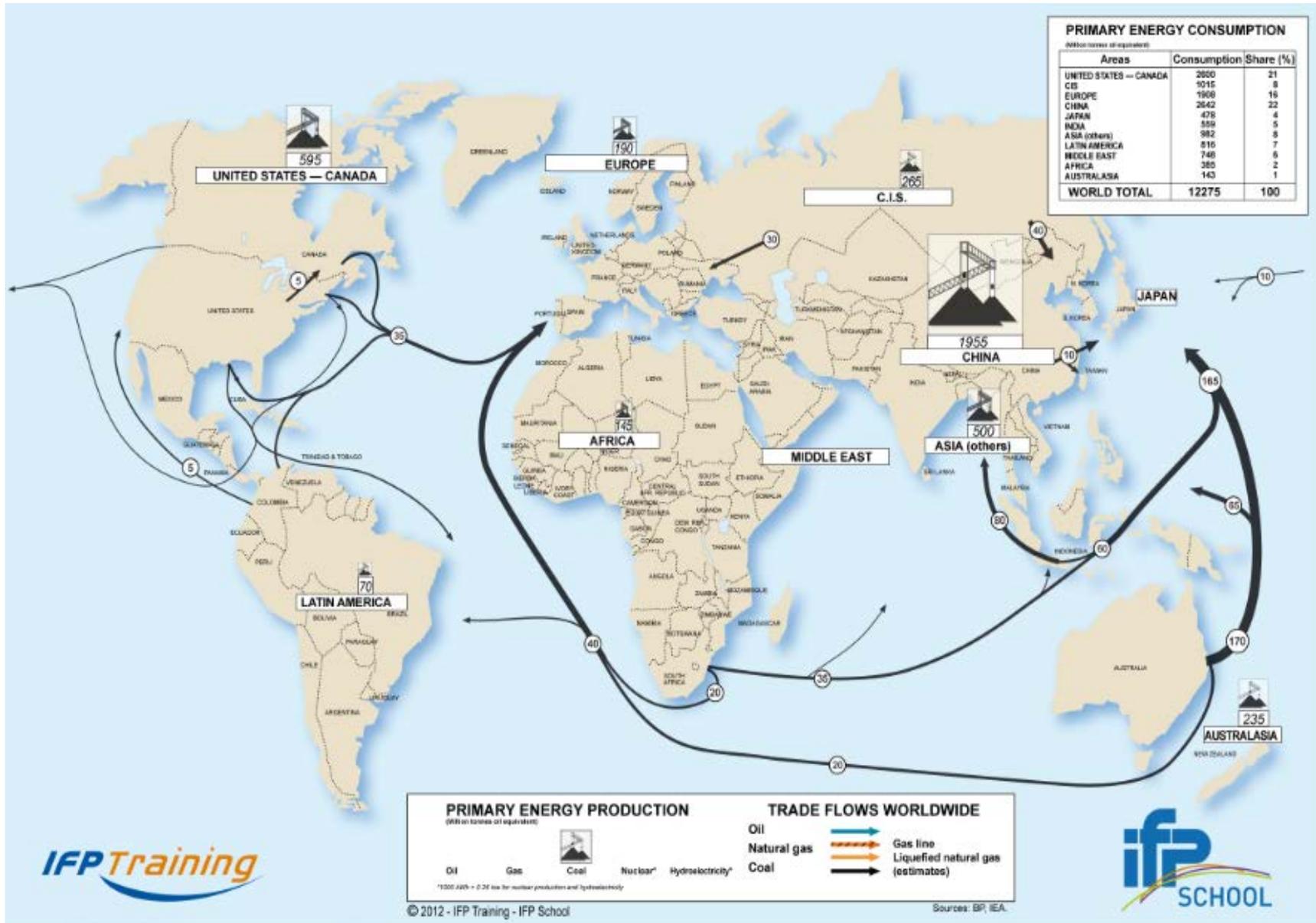
LES GRANDS FLUX ÉNERTIQUES MONDIAUX (2011)



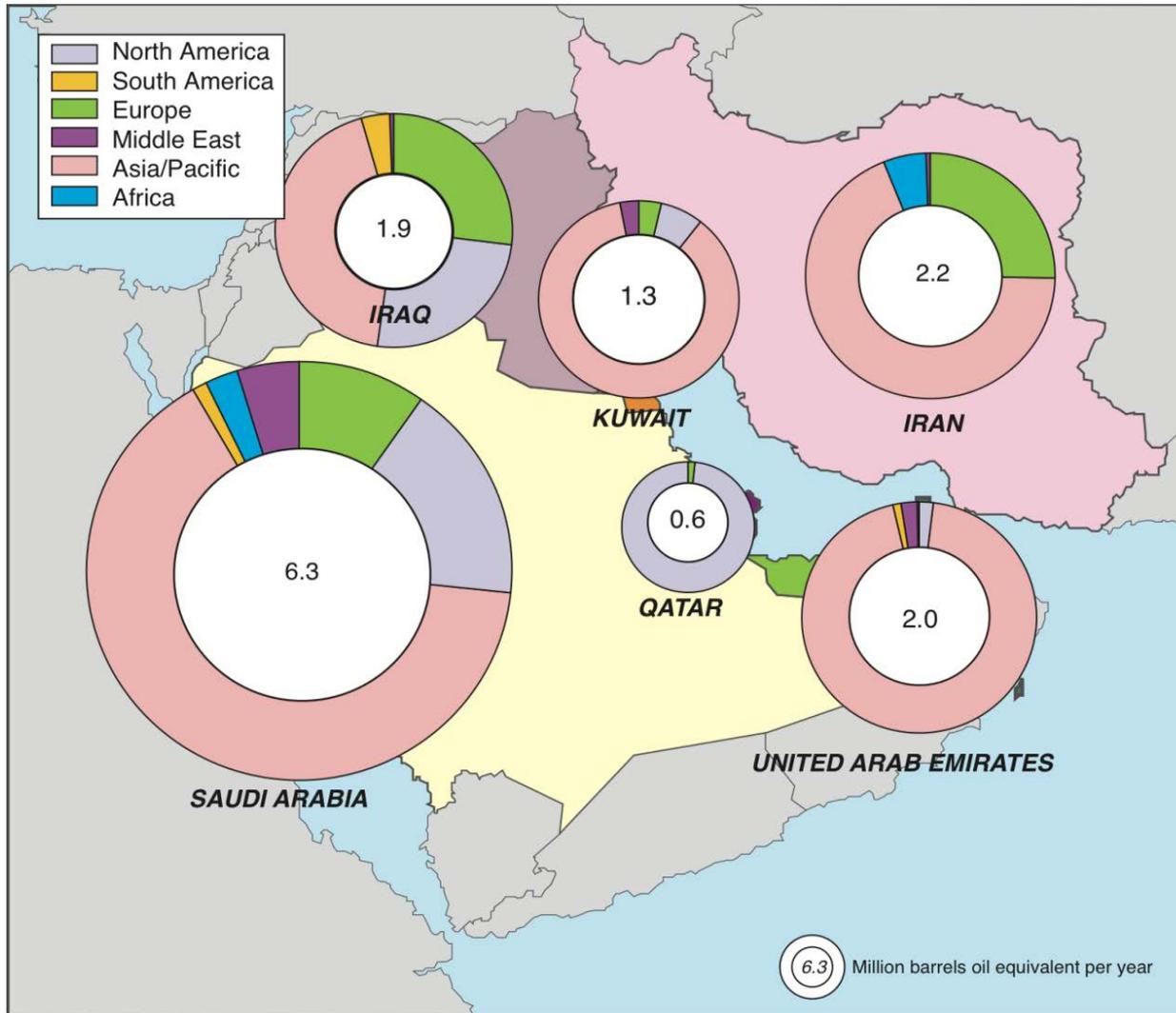
LES GRANDS FLUX PÉTROIERS MONDIAUX (2011)



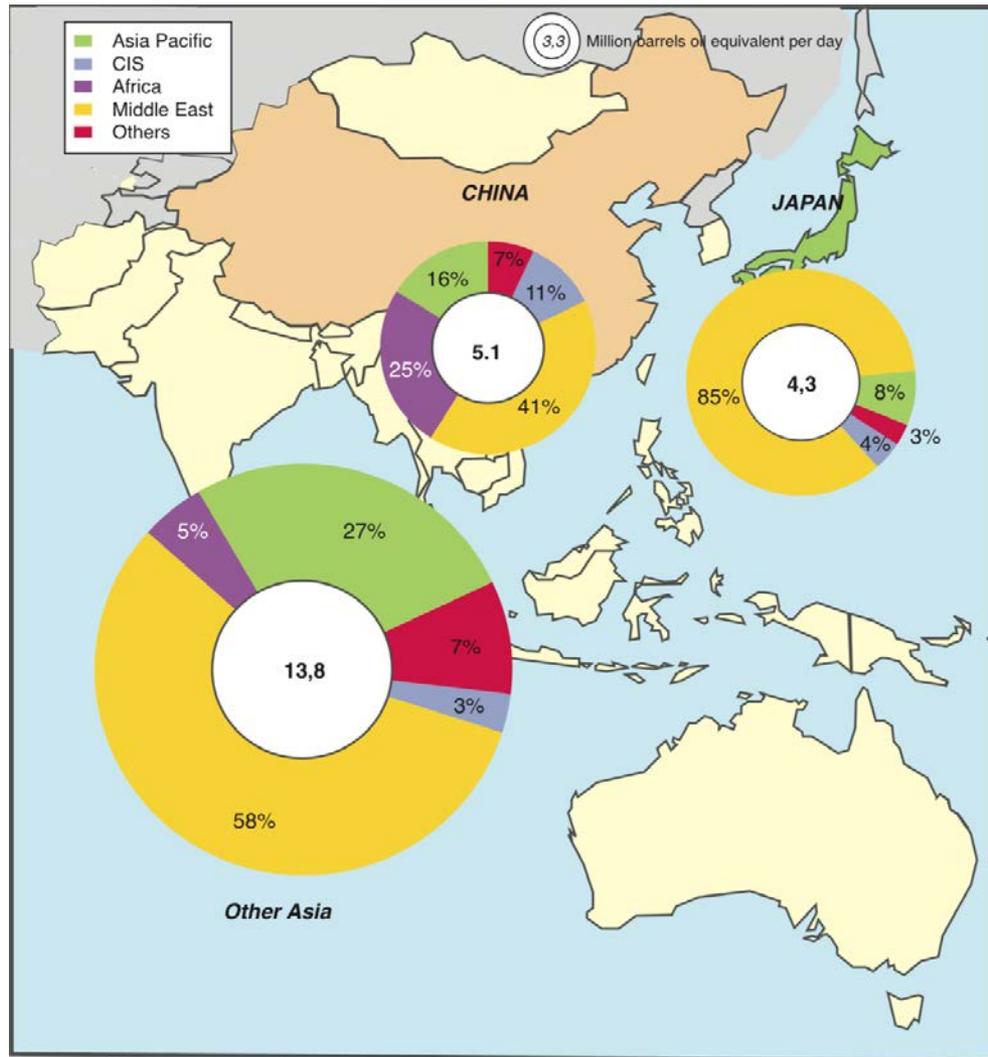
LES GRANDS FLUX CHARBONNIERS (2011)



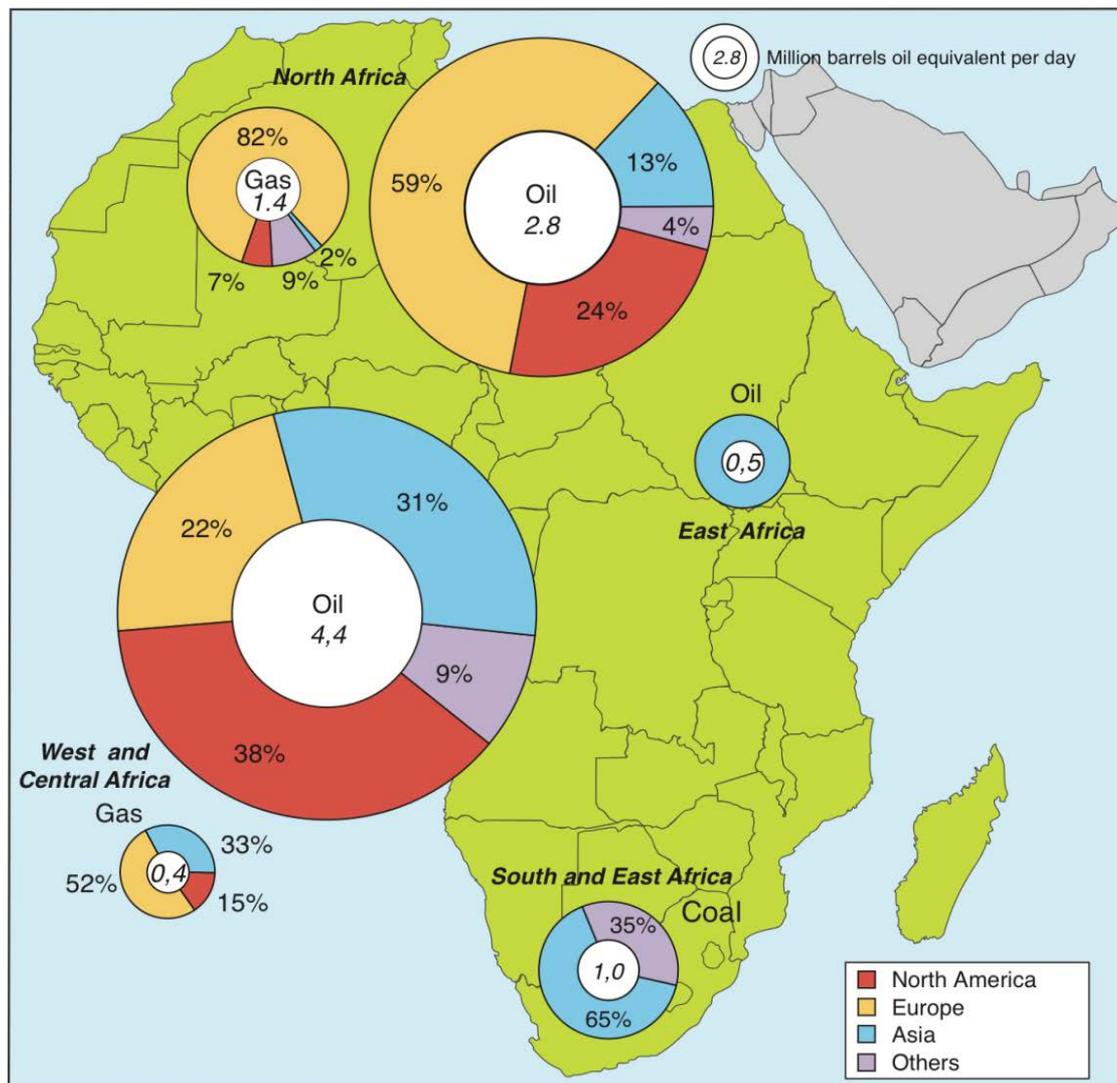
EXPORTATION DE PÉTROLE ET GAZ DU MOYEN ORIENT: UN BASCULEMENT MAJEUR VERS L'ASIE



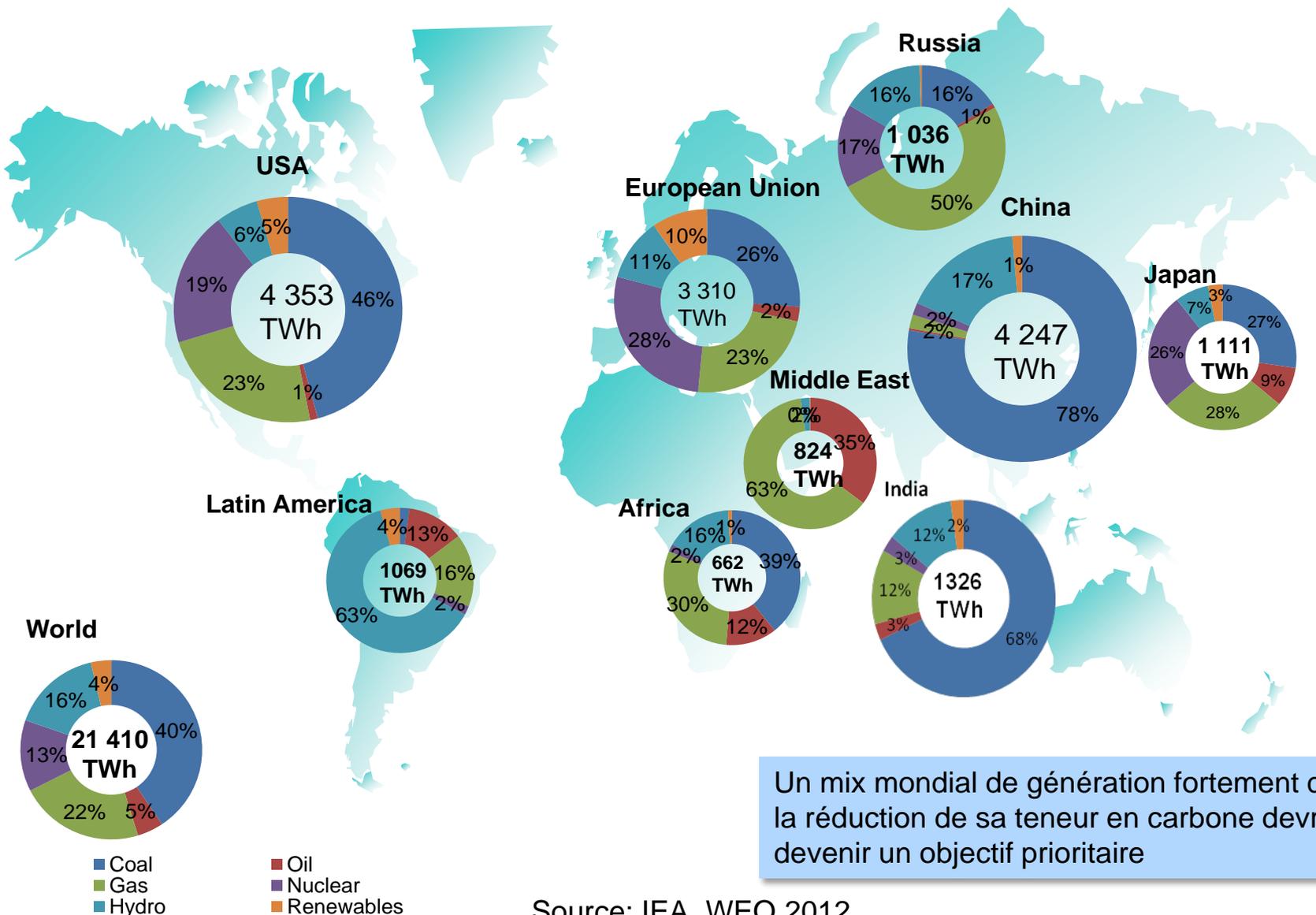
LES IMPORTATIONS ASIATIQUES DE PÉTROLE: LE RÔLE DOMINANT DU MOYEN ORIENT



EXPORTATIONS D'ÉNERGIE DE L'AFRIQUE: DES DESTINATIONS ÉQUILIBRÉES ENTRE EUROPE, USA ET ASIE (EN FORTE CROISSANCE)



LES PRODUCTIONS MONDIALES D'ÉLECTRICITÉ



Un mix mondial de génération fortement carboné: la réduction de sa teneur en carbone devrait devenir un objectif prioritaire

Source: IEA, WEO 2012

PARTIE 2 : RAPPEL DES FONDAMENTAUX DE L'ÉNERGIE AU PLAN MONDIAL

Energies carbonnées et non carbonnées

La question climatique

Des concepts simples... en apparence seulement

LES ENERGIES CARBONÉES (OU FOSSILES)

83% des énergies primaires commerciales au plan mondial (comme en 1990 ou en 2000)

- ◆ **la grande famille des énergies fossiles se trouve sous trois formes principales dans la nature :**
 - **solide** = les charbons (matière organique d'origine essentiellement terrestre)
 - **liquide** = le pétrole (matière organique d'origine essentiellement marine)
 - **gazeuse** = le gaz naturel (matière organique d'origine mixte)
 - **on pourrait ajouter la forme pâteuse (huiles "lourdes", à très forte viscosité)**
- ◆ **pétrole et gaz forment en réalité un continuum (C1 C2 C3 ...)**
 - **Il y a presque toujours du gaz dans un gisement de pétrole et il y a presque toujours du liquide dans un gisement de gaz ("condensats" ou C5+)**
- ◆ **de + en + de condensat se trouve comptabilisé avec le pétrole en terme de réserves (ce qui les augmente) et de production**
 - **nb : le condensat est un produit de qualité, qui se stocke et se transporte facilement par pipeline et par tankers, comme le "brut "**

LES ÉNERGIES NON-CARBONÉES: EnR ET NUCLÉAIRE

17% des énergies primaires commerciales au plan mondial (...comme en 1990 ou en 2000)

■ **Les EnR** : 9% du total (ou 55% des 17%)

dont { 6% grande hydraulique
3% le reste (bioénergies, solaire, éolien, géothermie).

■ **Le nucléaire** 6%

L'AIE donne des chiffres fort différents pour hydraulique et nucléaire: C'est la problématique des conventions d'équivalence (*)

(*) Des conventions aberrantes peuvent conduire à des législations aberrantes: c'est le cas de la RT 2012, normes énergétiques concernant les logements et résultant du « Grenelle de l'environnement »

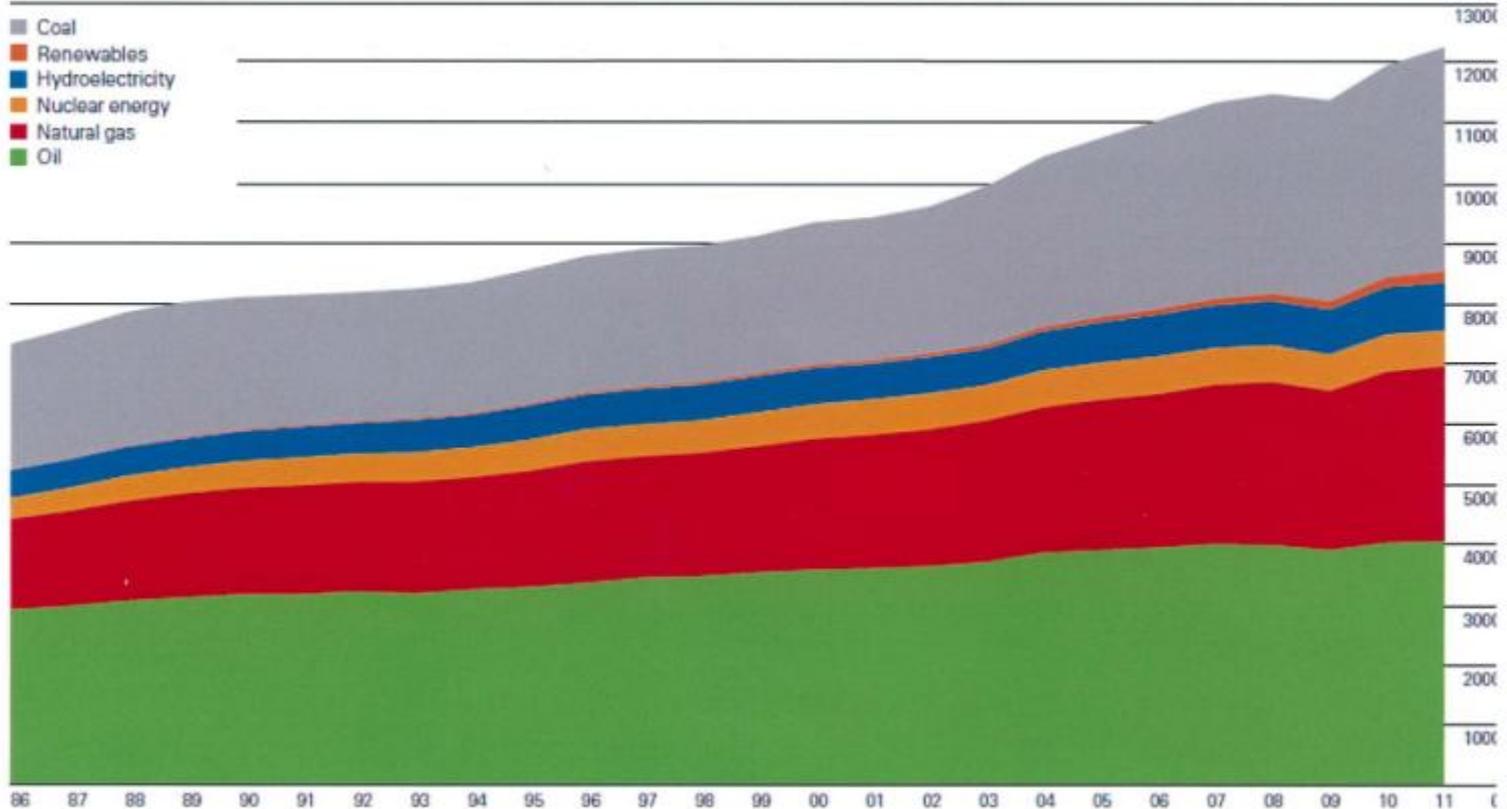
EVOLUTION DES PRODUCTIONS D'ENERGIES PRIMAIRES

World consumption
Million tonnes oil equivalent

2011/ 2010Y

Energies primaires + 2,5%
Charbon +6,5 %

- Coal
- Renewables
- Hydroelectricity
- Nuclear energy
- Natural gas
- Oil



BP STATISTICS June 2012

LES ÉNERGIES CARBONNÉES ET LA PROBLÉMATIQUE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

- 1. Les changements climatiques (hausse des températures moyennes et instabilité accrue des climats) liés aux activités humaines sont désormais une quasi-certitude.**
- 2. Les consommations d'énergies fossiles des dix dernières années nous placent sur une trajectoire « catastrophe ». Augmentation de la température moyenne d'ici 2100 non pas de 2°C mais de 4 à 6 °C.**
- 3. Un consensus politique émergera... mais trop tard. Il débouchera probablement sur des coûts d'émission du CO₂ de l'ordre de 100 à 200 dollars la tonne très au-delà des objectifs actuels (20 dollars la tonne).**

LA PRODUCTION DE PETROLE BRUT: UN CONCEPT QUI PARAIT SIMPLE... MAIS EST EN FAIT COMPLEXE

	La production pétrolière US en 2011 (Mb/d)	La production pétrolière US en 2012 (Mb/d)
Selon DOE	5,64	5,75
« EIA	5,70	6,50
« AIE	8,95	9,85

On aurait des écarts similaires pour la production mondiale: l'AIE ne donne qu'un chiffre, mais l'EIA en donne 3 (qui pour 2012 vont de 77 à 87 Mb/d)

Il est essentiel de préciser les définitions retenues pour le « pétrole » et les sources utilisées

PARTIE 3: LES GAZ ET PÉTROLES DE ROCHES MERES

*Les gaz non conventionnels sont
à l'évidence un enjeu énergétique majeur
Quelques données de base pour « cadrer » le problème.
Gaz de Roches Mères et non pas « Gaz de Schistes ».*

BILAN GAZIER MONDIAL SCHÉMATIQUE 2012

■ USA = 600 G.m³

dont 50% « non conventionnels »

■ CBM	50 G.m ³	} 300 G.m ³
■ Tight gas	100 G.m ³	
■ Shale gas	150 G.m ³	

■ Reste du monde (95% conventionnel)

■ Total Monde

3000 G.m³

**Environ 15% de la production gazière mondiale est non conventionnelle:
elle provient pour les 2/3 des USA**

BILAN PÉTROLIER MONDIAL SCHÉMATIQUE 2012

- USA = 9 Mb/d
dont shale oil + Tight oil: 3 Mb/d (30%)... dont les NGL associés
- Reste du monde 78 Mb/d (pas de shale oil, environ 1Mb/d de tight oil)
- Total Monde

87 Mb/d soit 31Gb, soit 4,5 Gt

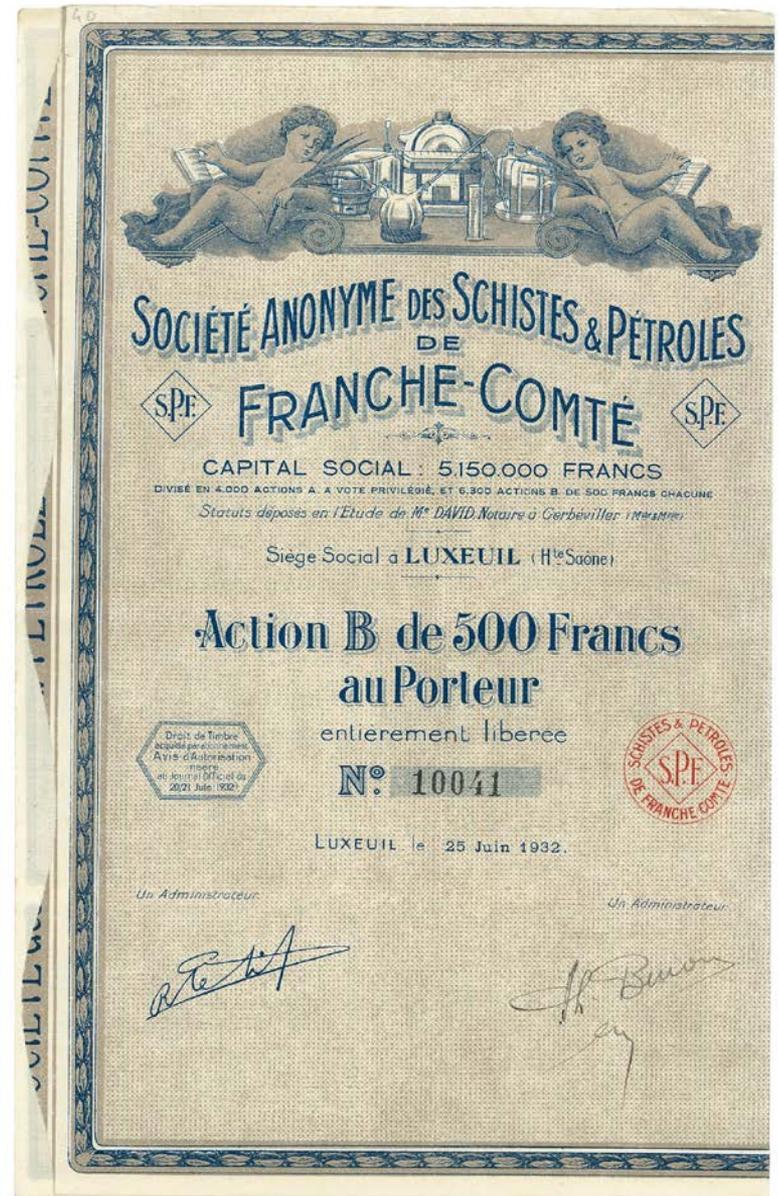
Environ 5% de la production pétrolière mondiale est du « non conventionnel » type roches mères et tight oil, elle provient pour les 3/4 des USA

PARTIE 4 : RÉSERVOIRS DE ROCHES MÈRES

De quoi parle-t-on?

Comment se présente techniquement la question des gaz et pétroles de roches mères?

RECHERCHE DE SCHISTES PETROLIERS EN FRANCE: UN EXEMPLE D'ACTION EMISE EN 1932

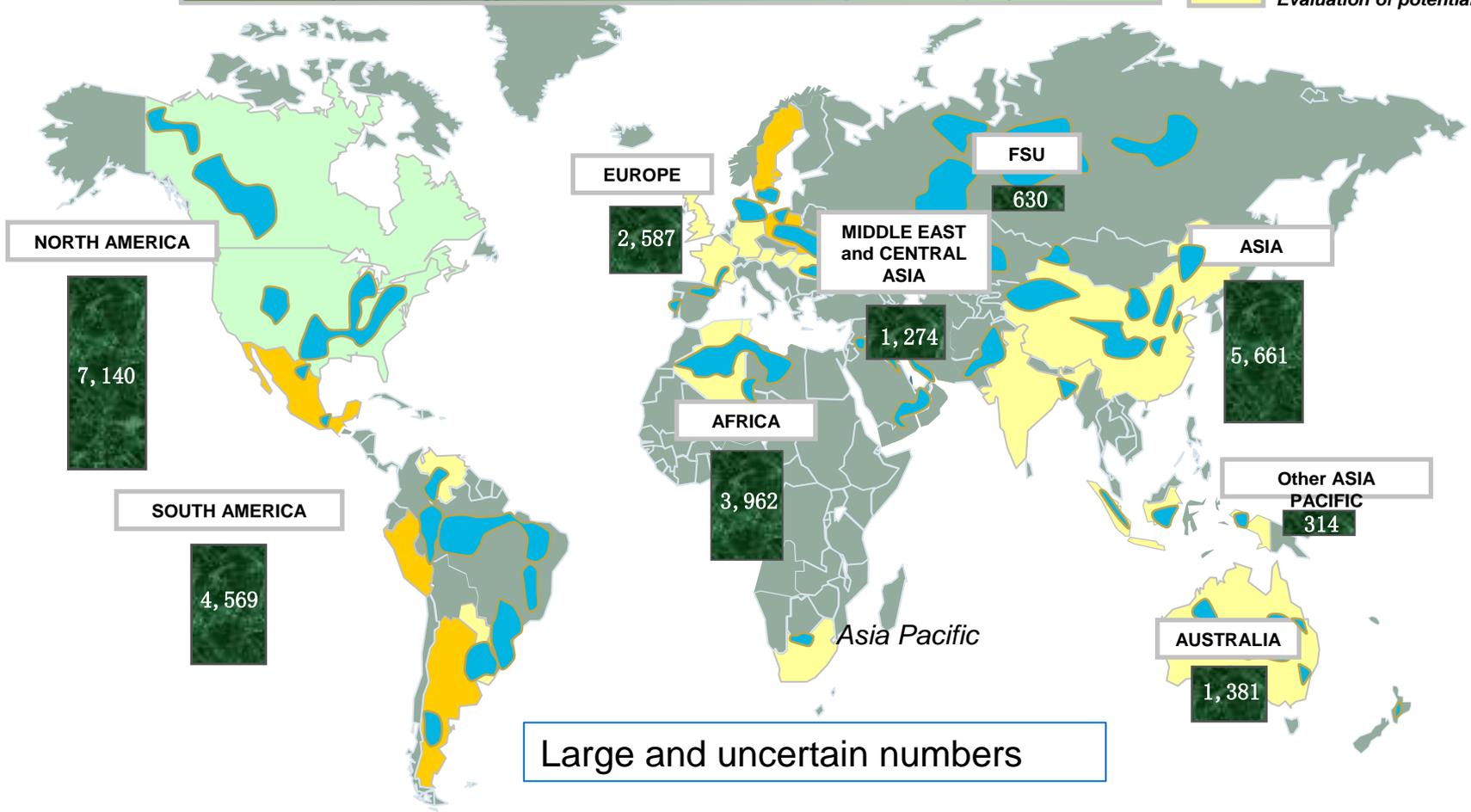


ESTIMATION DES VOLUMES EN PLACE DE GAZ DE ROCHES MÈRES

SHALE GAS IN PLACE ~ 27,500 Tcf

(EIA US Energy Information Administration – April 2011 report)

- Producing
- Wells in 2010-2011
- Evaluation of potential



EIA 2011 figures + Rogner's 1996 figures for FSU(630Tcf), others Asia Pacific (314 Tcf), part of Middle East and Central Asia (1,274Tcf)

QUELQUES EXEMPLES HISTORIQUES DE GAZ ET PETROLES DE ROCHES MERES

Exemples d'anciennes productions de «Shale gas »

- Premier puit de gaz de roches mères : Frédonia en 1821
(substitution de l'huile de baleine qui valait 2000 \$ le baril en valeur actuelle)
- Shale gas de Big Sandy produit depuis 1926 dans le Kentucky
(10 000 puits fracturés à la nitroglycérine dans les Ohio shales du Dévonien – gisement encore en production)
- Depuis 1978 production de « Tight Gas » dans le synclinal de l'Alberta
(Grès crétacés d'Elmworth)

A chaque fois les limitations sont économiques et l'idée de stimuler la perméabilité au cœur des stratégies pour améliorer l'économie

QUELQUES EXEMPLES HISTORIQUES DE GAZ ET PETROLES DE ROCHES MERES

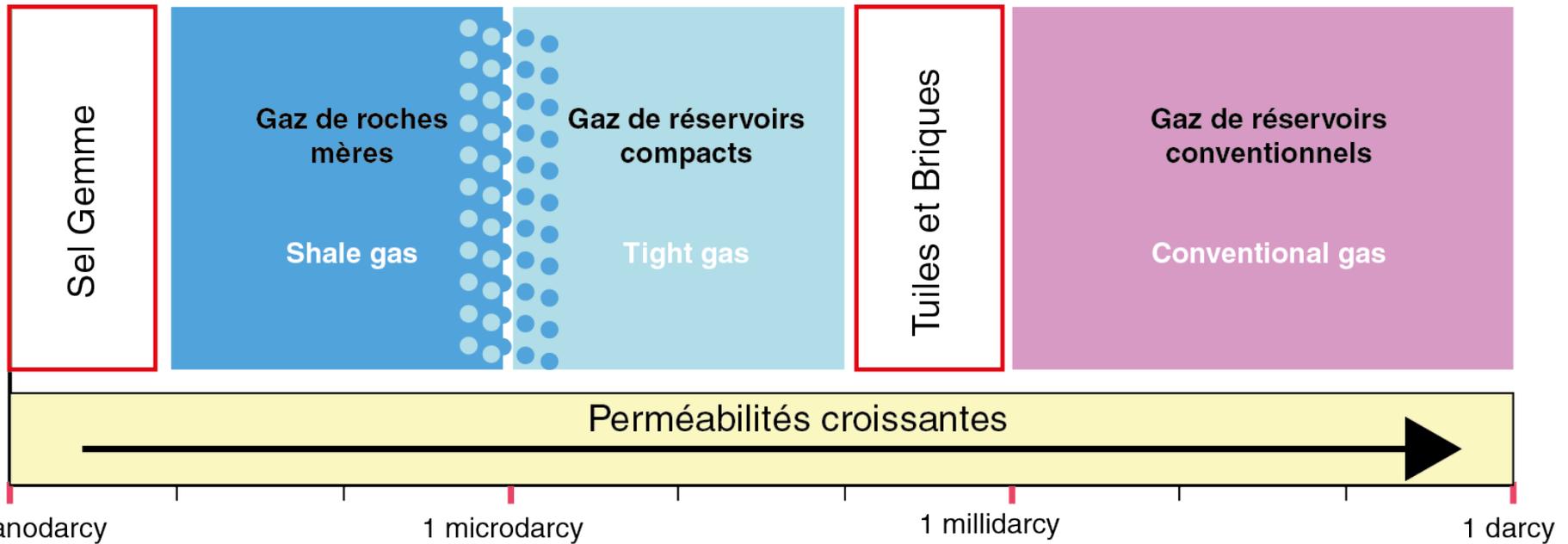
Exemples d'anciennes productions de « Shale Oil »

à ne pas confondre avec les Oil Shales (roches mères non matures) très largement produits à la fin du 19 ème siècle aux USA et même en France : Autun jusqu'à la fin des années 50!!)

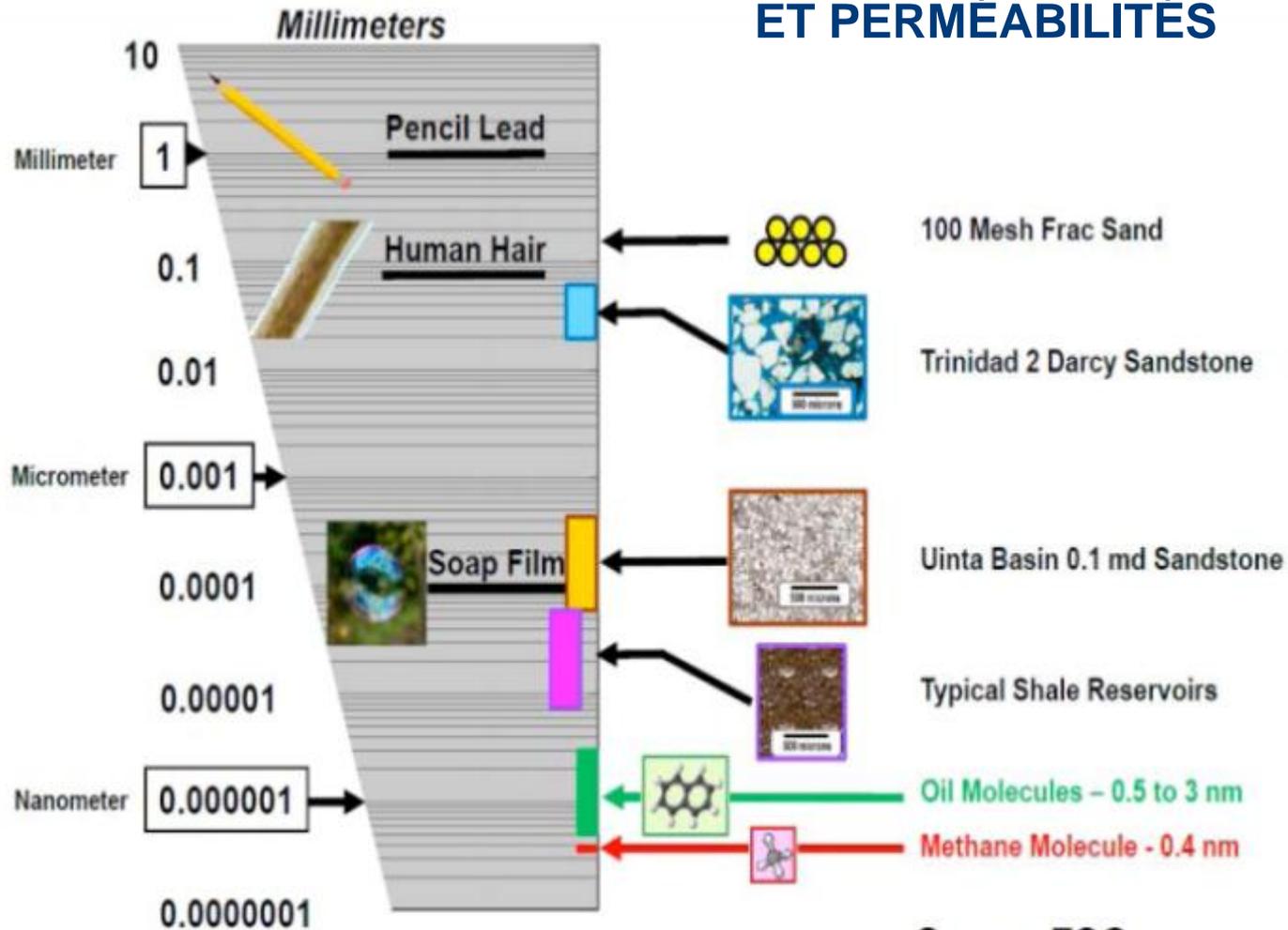
- Début années 50 : production dans l'ouest du Texas (**Shales du permien inférieur du « Spraberry trend »**)
- Début années 60 : production en Sibérie Occidentale (**Champ de Salym : roches mères du Jurassique supérieur du Bazhenov – tentatives de fracturation nucléaire!**)
- Début années 80 : premières créations de réserves par fracturations hydrauliques (**bassin Californien de « San-Joaquin », formations à diatomites de Monterrey**)

A chaque fois les limitations sont économiques et l'idée de stimuler la perméabilité au cœur des stratégies pour améliorer l'économie

GAZ CONVENTIONNELS ET NON-CONVENTIONNELS



DIMENSIONS DES PORES ET PERMÉABILITÉS



Source: EOG

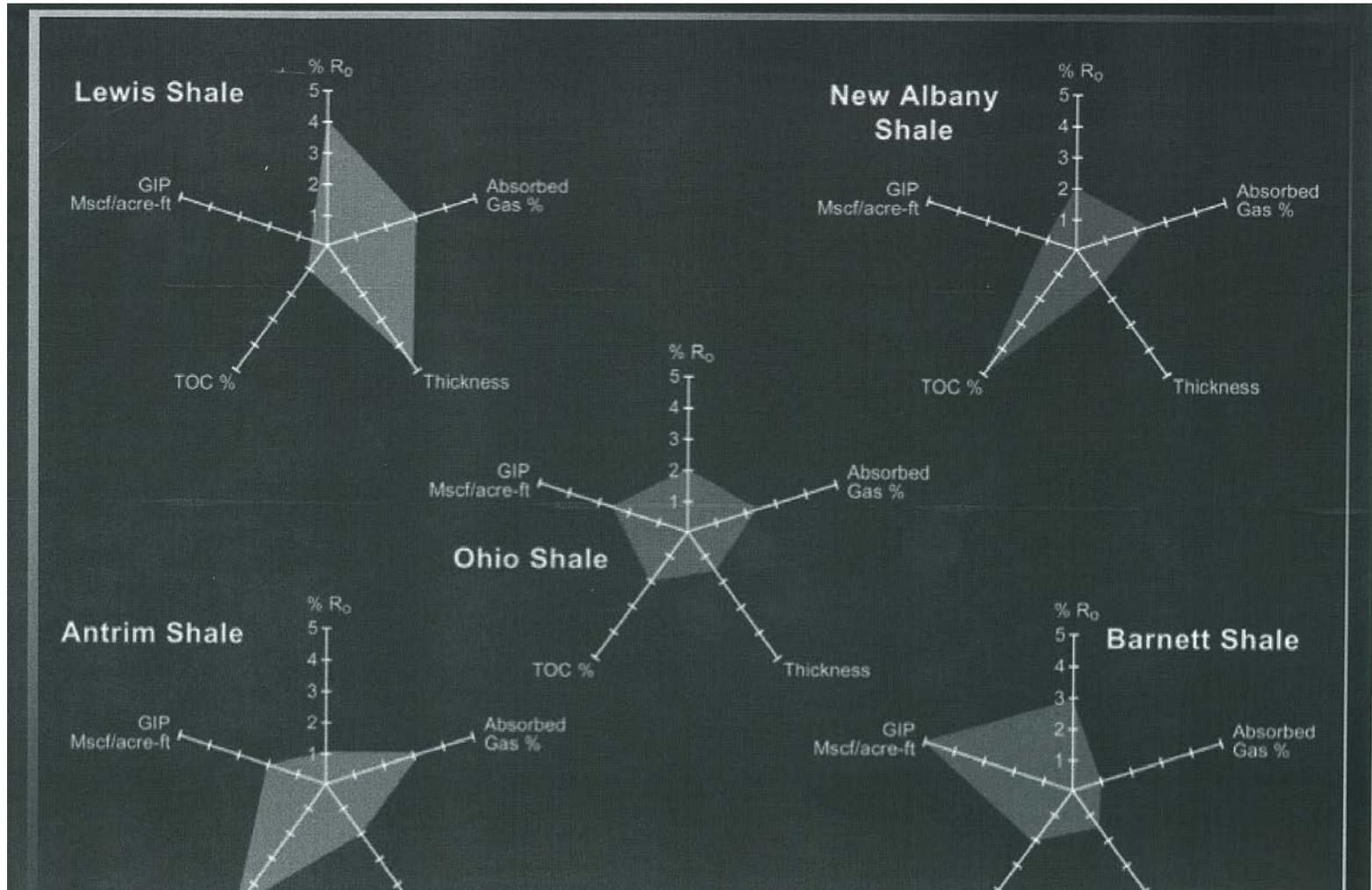
PROPRIÉTÉS DES ROCHES MÈRES « PROSPECTIVES »

HOT SHALE PROPERTIES

Propertty	Eagle ford	Barnett	Haynesville	Marcellus	Horn River	Hot shale
TOC, %	2-8%	3-8%	1-5%	1-5%	2-5%	0,5-10%
Porosity, %	8-18%	3-9%	6-15%	3-9%	3-7%	1-9%
Water saturation, %	7-31%	30-40%		20-45%	20-30%	10-30%
Permeability, nD	1,8-8,000	0,08-2,000	100-3,000	50-3,000	1,8 ^e -4 – 2,0 ^e -1	<1,000 - 2,0 ^e 7
Static YM, Mps	1,00-2,50		1,10-2,25			4,21-5,25
Brinell Hardness Number	22	80	18	32		
Poisson's ratio	0,25-0,27	0,15-0,6	0,15-0,35		0,15-0,35	0,21-0,28
Pressure Gradient, psi	0,4-0,8	0,5-0,6	0,7-0,9	0,3-0,8	0,5-0,7	0,43
Thickness (m)	15-150	90-150	45-105	15-107	60-150	10-40+

Sources SPE et US Doe

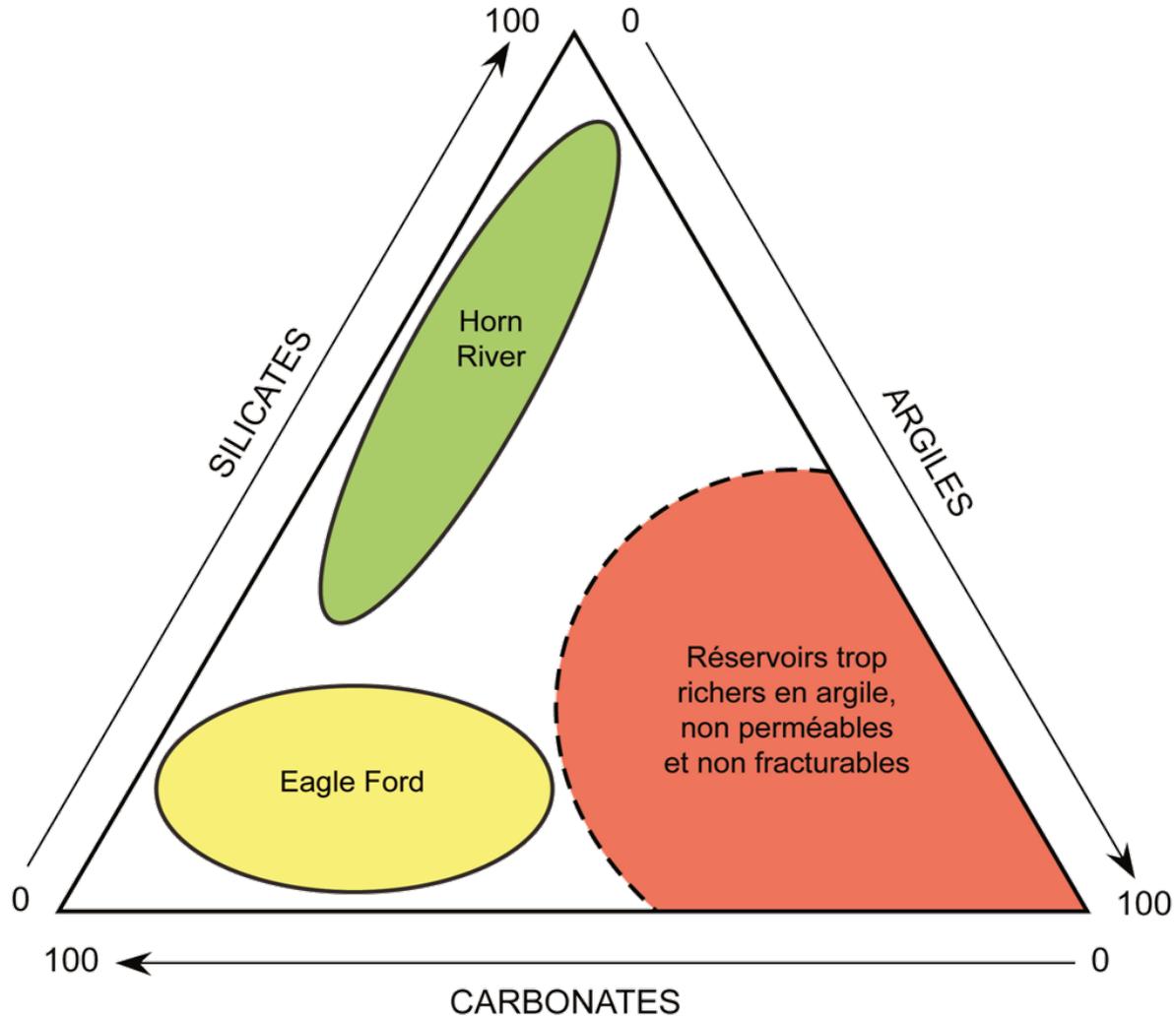
QUELQUES EXEMPLES DE « HOT SHALES AMÉRICAINS MONTRANT LEURS TRÈS GRANDES VARIABILITÉS DE CARACTÉRISTIQUES »



PARTIE 5 : COMMENT PRODUIRE LES GAZ ET PÉTROLES DE ROCHES MÈRES

*Identification des zones propices : « Hot Shales et Sweet Spots »
Création artificielle de perméabilité : des explosifs à la fracturation hydraulique*

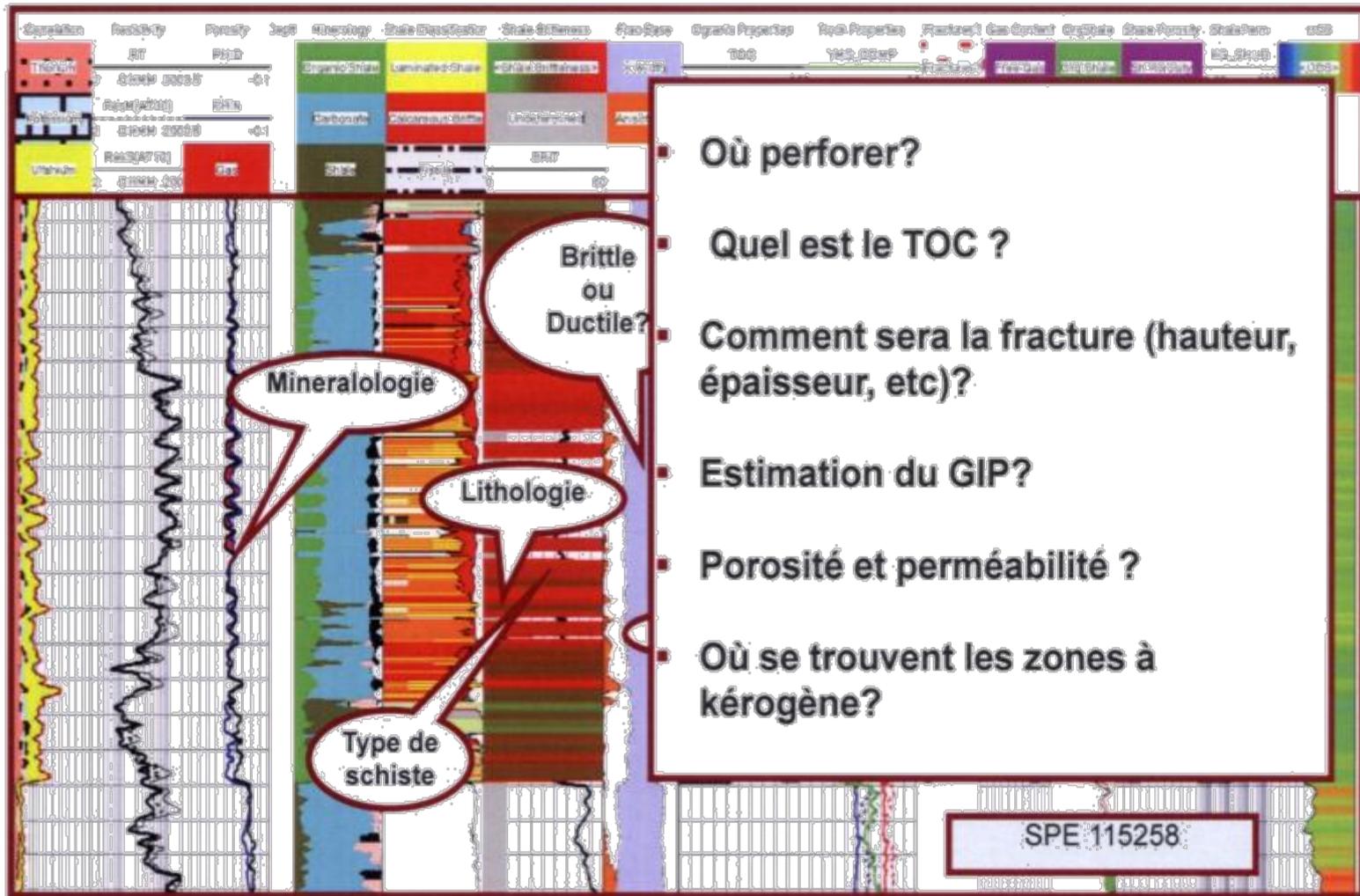
MINÉRALOGIE DES « HOT SHALE »



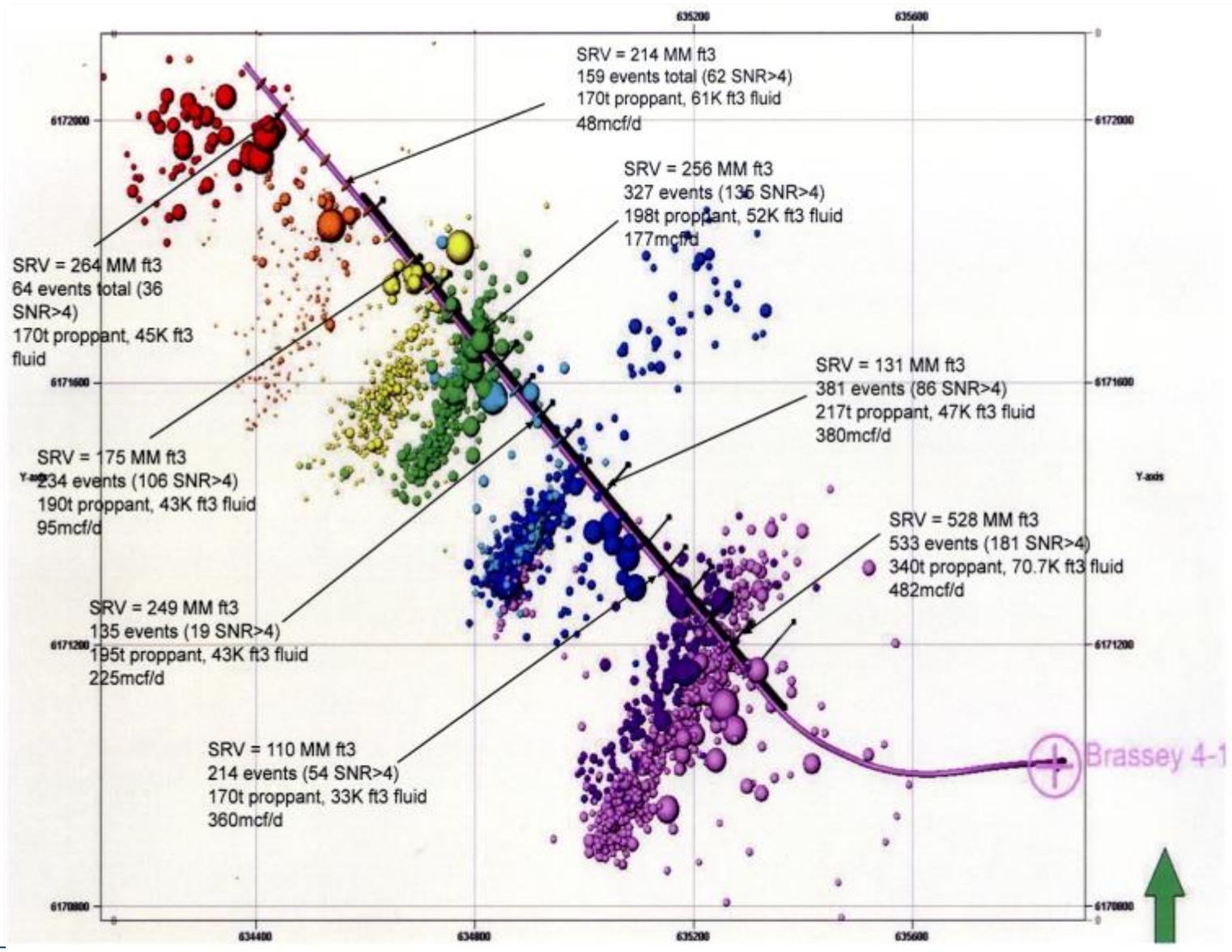
PR Bauquis - Sept 2012

Source : d'après Jim Buckee. Talisman ASPO 2012

CONCEPTION FRACTURATION HYDRAULIQUE



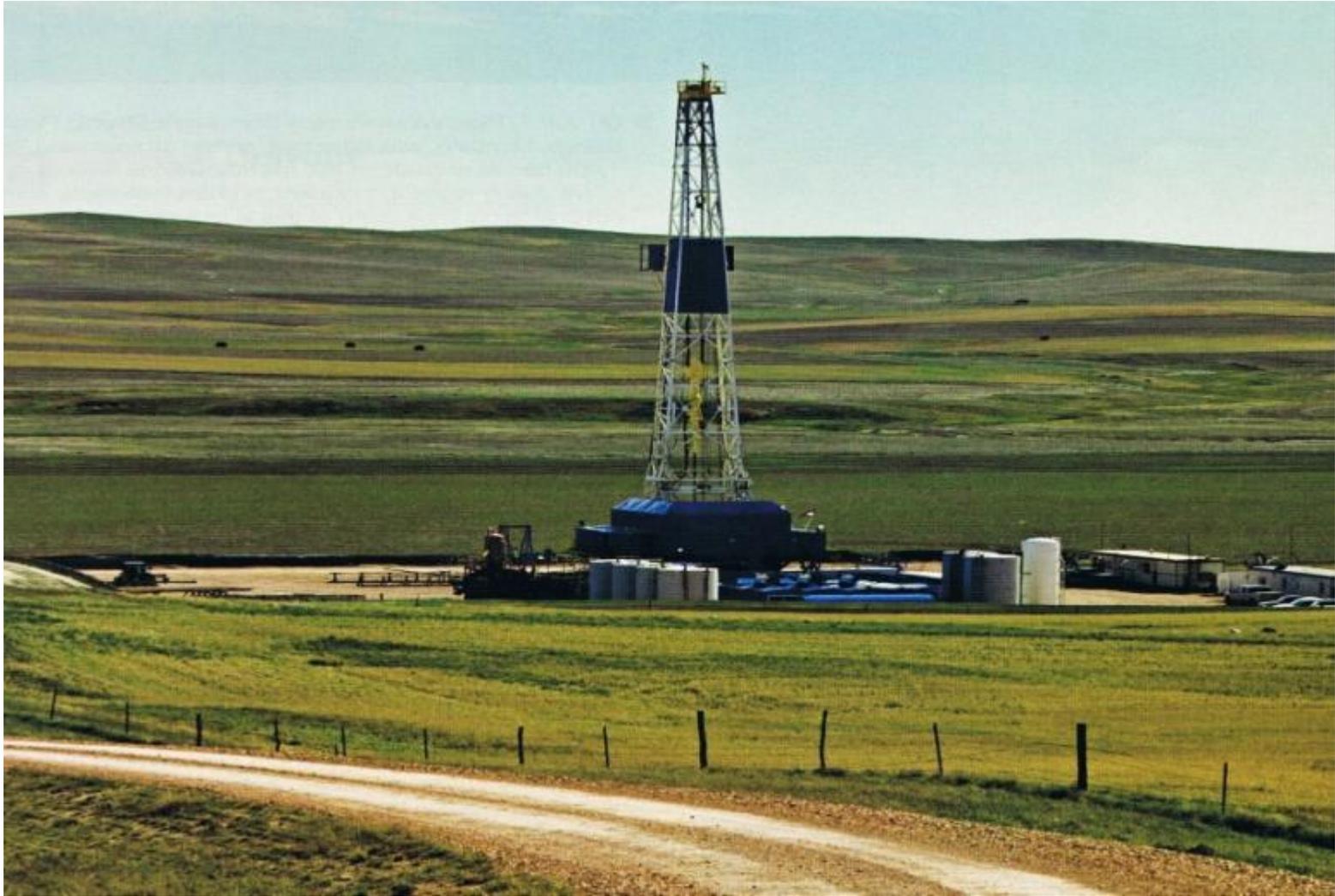
ÉVÈNEMENTS MICROSIsmIQUES D'UN TRAITEMENT MULTI-FRACTURES



LA COMMUNICATION : COMMENT “FORMATER” LES RÉALITÉS?

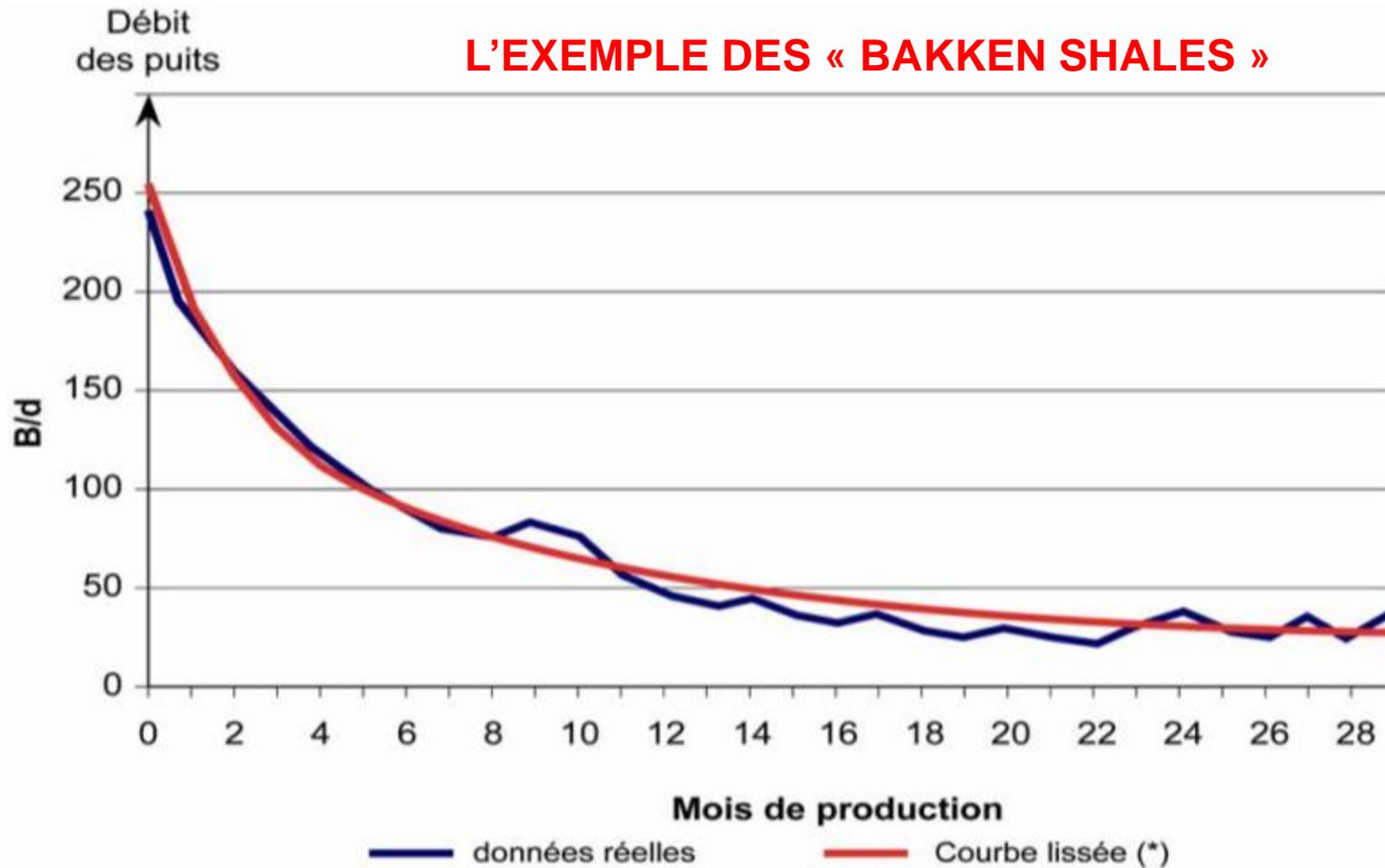


OCCUPATION DU SOL - IMPACT VISUEL DEUX VISIONS TRÈS CONTRASTÉES... ET TOUTES DEUX RÉELLES



PÉTROLES DE ROCHES MERES : UN DÉCLIN RAPIDE DES PRODUCTIONS

L'EXEMPLE DES « BAKKEN SHALES »



PR Bauquis - Sept 2012

Source : North Dakota et Montana - Ressources Departments
Sommaton des puits 2009 et 2010

PARTIE 6 : CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES

Des modèles physiques complexes

Nécessité d'un nombre élevé de puits d'évaluation

Une économie très sensible aux conditions locales

ORDRES DE GRANDEURS TECHNICO-ÉCONOMIQUES CONCERNANT LES GISEMENTS DE PÉTROLES ET DE GAZ

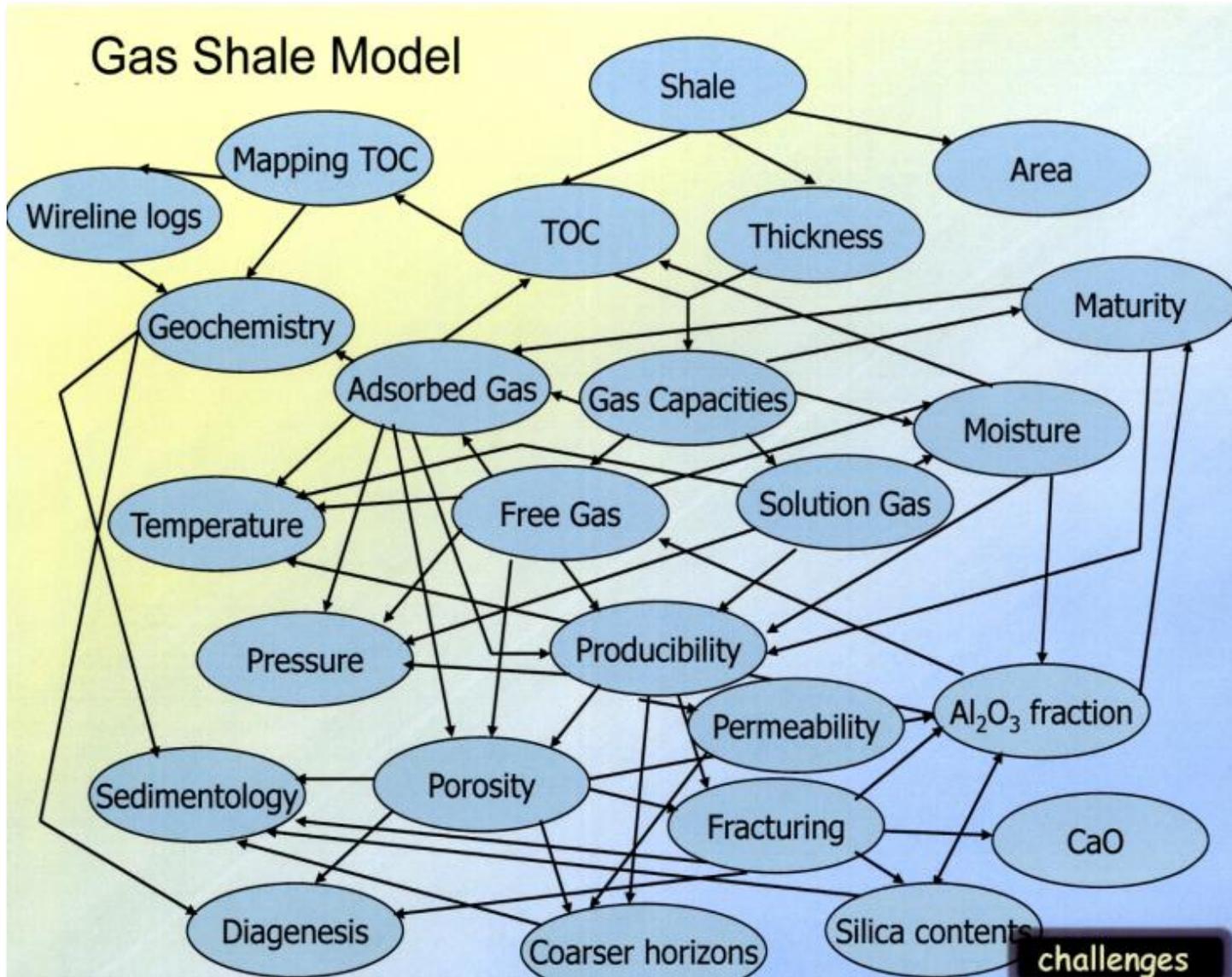
de la vie d'un gisement

- typiquement 30 à 40 ans
(= une carrière de pétrolier, ou de chercheur !!)

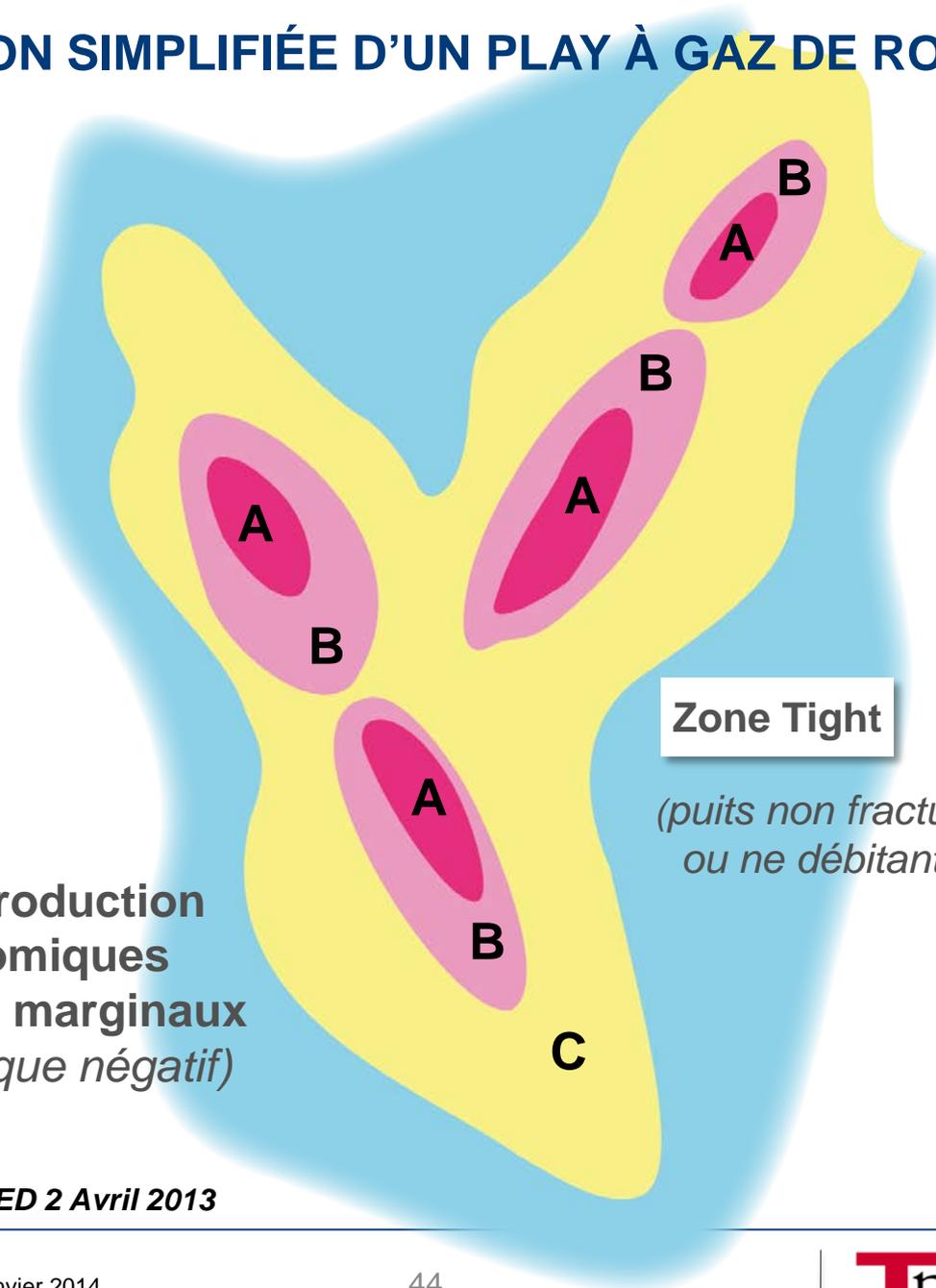
de taux de récupération

- **pétrole conventionnel**
 - moyenne mondiale : estimée aujourd'hui autour de 35 % ;
pourrait croître dans le futur vers 45% (voire plus pour les plus optimistes ??)
- **huiles lourdes**
 - impact énorme sur les réserves : ressource Orénoque estimée à 1200 / 1500 Gb et autant en Athabasca (+ 10% de récupération = Arabie Saoudite)
- **huiles de roches mères**
 - un impact majeur aux USA : un plateau mondial vers 2030, entre 2 et 5 Mbd (???)
- **gaz naturel conventionnel**
 - typiquement de l'ordre de 80 % pour les gisements conventionnels
- **gaz de roches mères (gaz de schiste !!)**
 - réserves très élastiques aux prix : à la limite la notion même de réserves perd son sens

LA MODÉLISATION DES RÉCUPÉRATIONS DANS LES ROCHES MÈRES!!!



REPRÉSENTATION SIMPLIFIÉE D'UN PLAY À GAZ DE ROCHE MÈRE



- A : Puits à bonne production**
- B : Puits sub-économiques**
- C : Puits productifs marginaux**
(à bilan économique négatif)

Source : PR BAUQUIS – LIED 2 Avril 2013

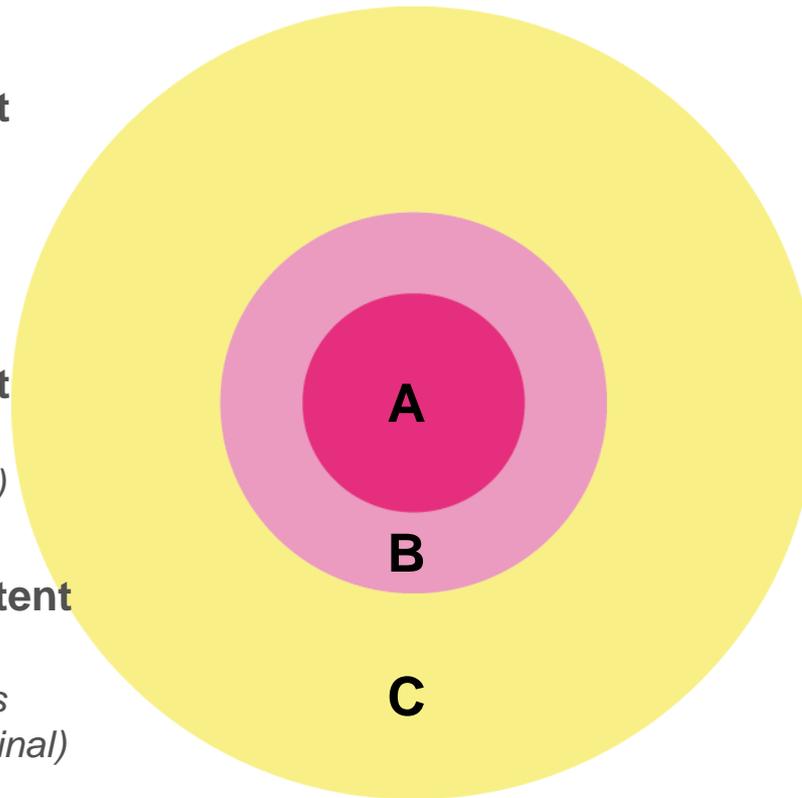
REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE D'UNE DISTRIBUTION DE PUITES DANS UN PLAY DE ROCHES MÈRES

- Exemple théorique de distribution des puits dans un play de roches mères de 100 km² (**puits supposés implantés selon une grille systématique**)

A Les puits rapportent en chiffre d'affaires (huiles + gaz) 3 à 20 fois leur coût

B Les puits rapportent 1 à 3 fois leur coût (*puits sub-économiques*)

C Les puits ne rapportent que 0,1 à 1 fois leur coût (*non économiques mais productifs en marginal*)



A 20 Km²
20% des puits
60% des productions cumulées
(i.e. des réserves)

B 20 Km²
20% des puits
20% des productions cumulées

C 60 Km²
60% des puits
20% des productions cumulées

Source : PR BAUQUIS – LIED 2 Avril 2013

ÉCONOMIES COMPARÉES DES DEUX GRANDES FAMILLES DE PÉTROLES NON-CONVENTIONNELS

- Deux grandes familles de pétroles non-conventionnels :
 - Famille des huiles non-conventionnelles dans des réservoirs conventionnels (typiquement les pétroles ultra-lourds et les sables bitumineux ou asphaltiques)
 - Famille des huiles conventionnelles dans des réservoirs non-conventionnels (« Shale oil » et « Tight Oil » de plus en plus confondus dans les publications et statistiques américaines « ajoutant une couche » dans la confusion terminologique, déjà considérable : voir « Shale Oil » versus Oil Shale

Ces deux familles de pétroles non conventionnels auront des caractéristiques économiques pratiquement opposées : l'économie des premières se compare à celle du nucléaire ou de la grande hydraulique, l'économie des secondes se compare à celle d'une chaîne de construction automobile travaillant en flux tendu

Source : PR BAUQUIS – LIED 2 Avril 2013

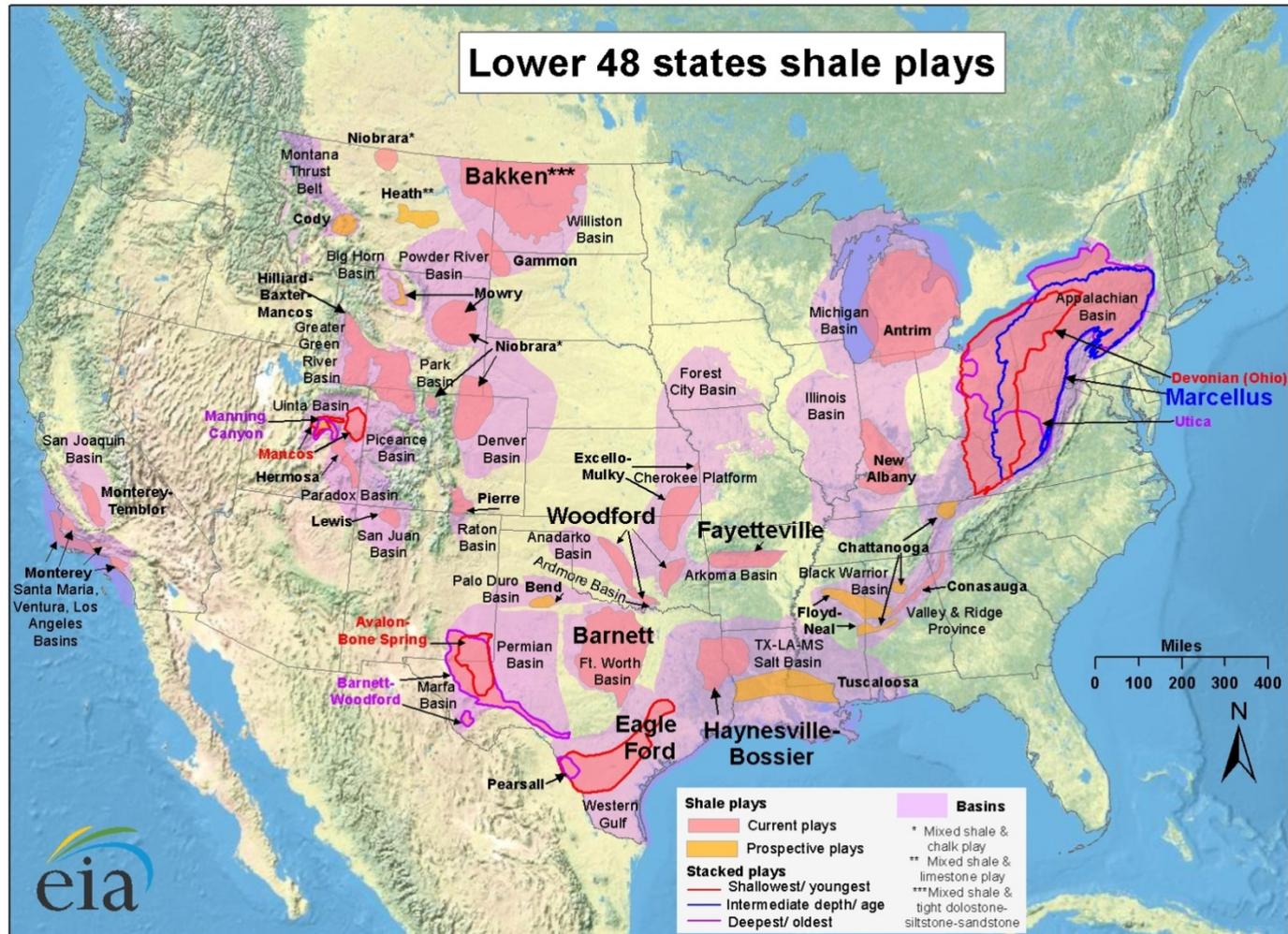
PARTIE 7 : GAZ ET PÉTROLES DE ROCHES MÈRES AUX ÉTATS-UNIS

Quelques données de base

La révolution des prix du gaz naturel

Le desserrement de la contrainte pétrolière

BASSINS AMÉRICAINS (ROCHES MÈRES)



Source: Energy Information Administration based on data from various published studies.
Updated: May 9, 2011



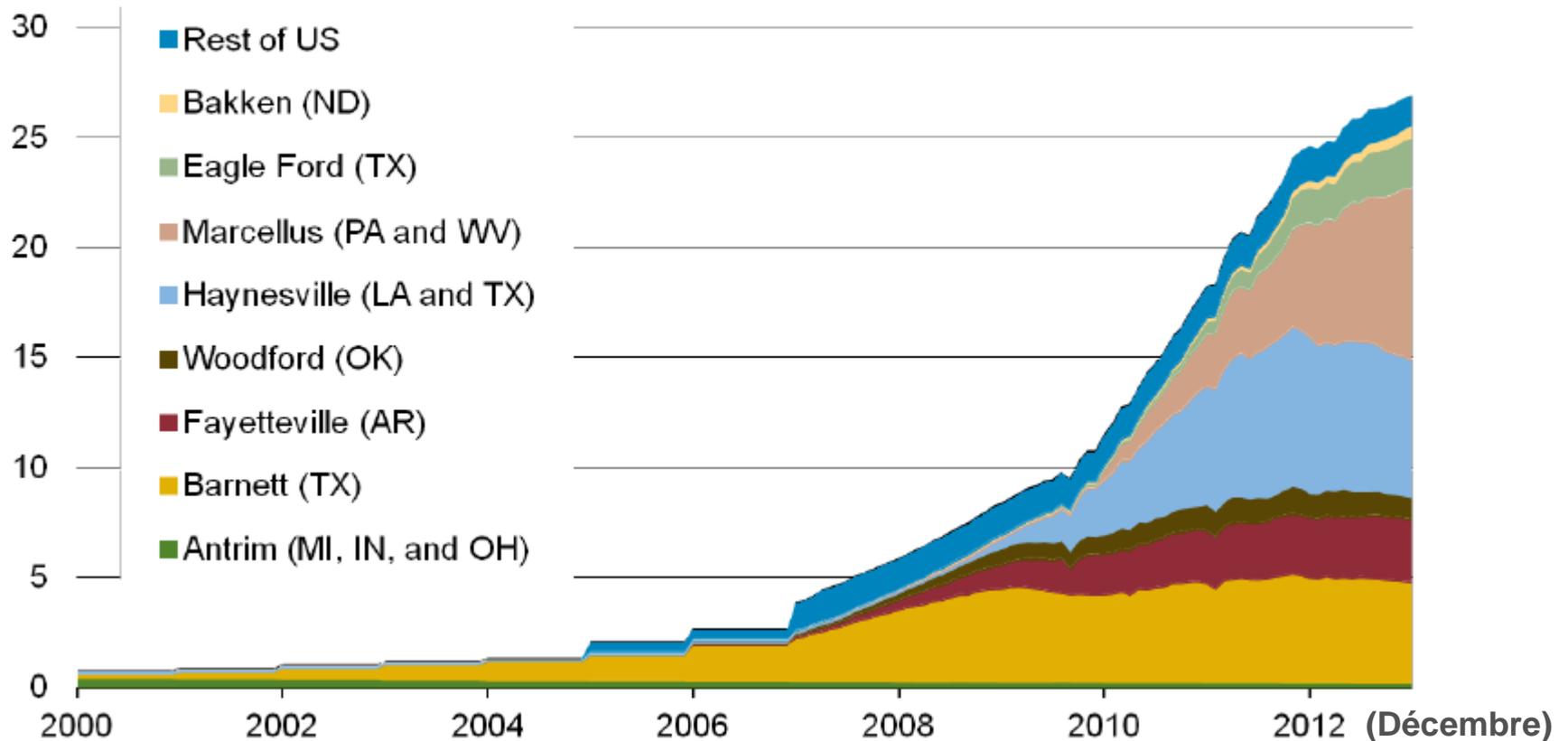
Guy Maisonnier 3 octobre 2013

LES SPÉCIFICITÉS DU MODÈLE AMÉRICAIN

- Il est économiquement motivant pour une partie de la population locale: royalties pour les nombreux détenteurs de droits miniers (le sous-sol appartient aux propriétaires du sol), taxes locales, emplois etc.
- La législation est en général favorable à ce type d'activités (fiscalité, autorisations d'opérer, environnement).
- De nombreuses sociétés de service, principalement de forage, sont présentes sur les sites avec les équipements et un personnel expérimenté dans les techniques, d'où des prix très compétitifs.
- Les populations sont habituées aux travaux des pétroliers dans de nombreuses régions mais n'est pas toujours le cas.

GAZ DE SCHISTE PAR BASSINS AUX USA

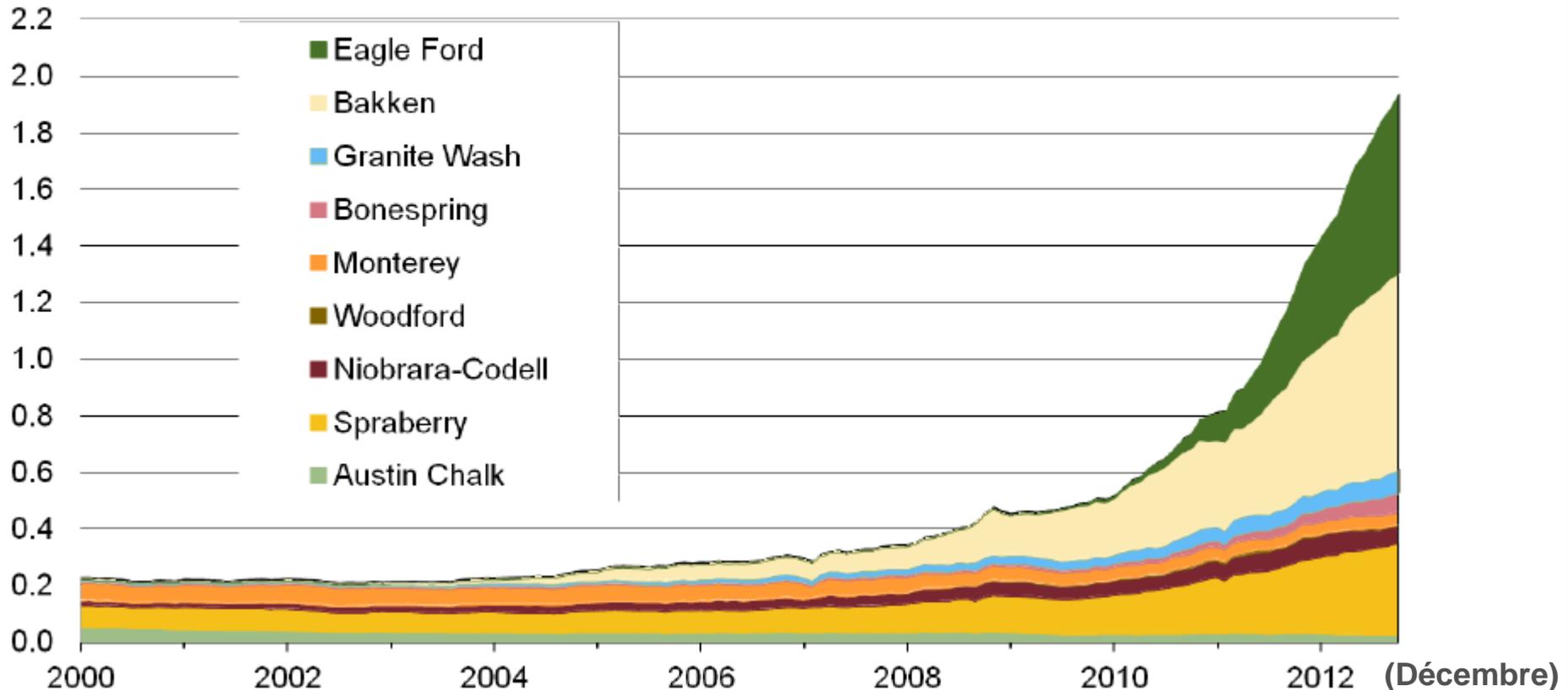
shale gas production (dry)
billion cubic feet per day



Guy Maisonnier 3 octobre 2013

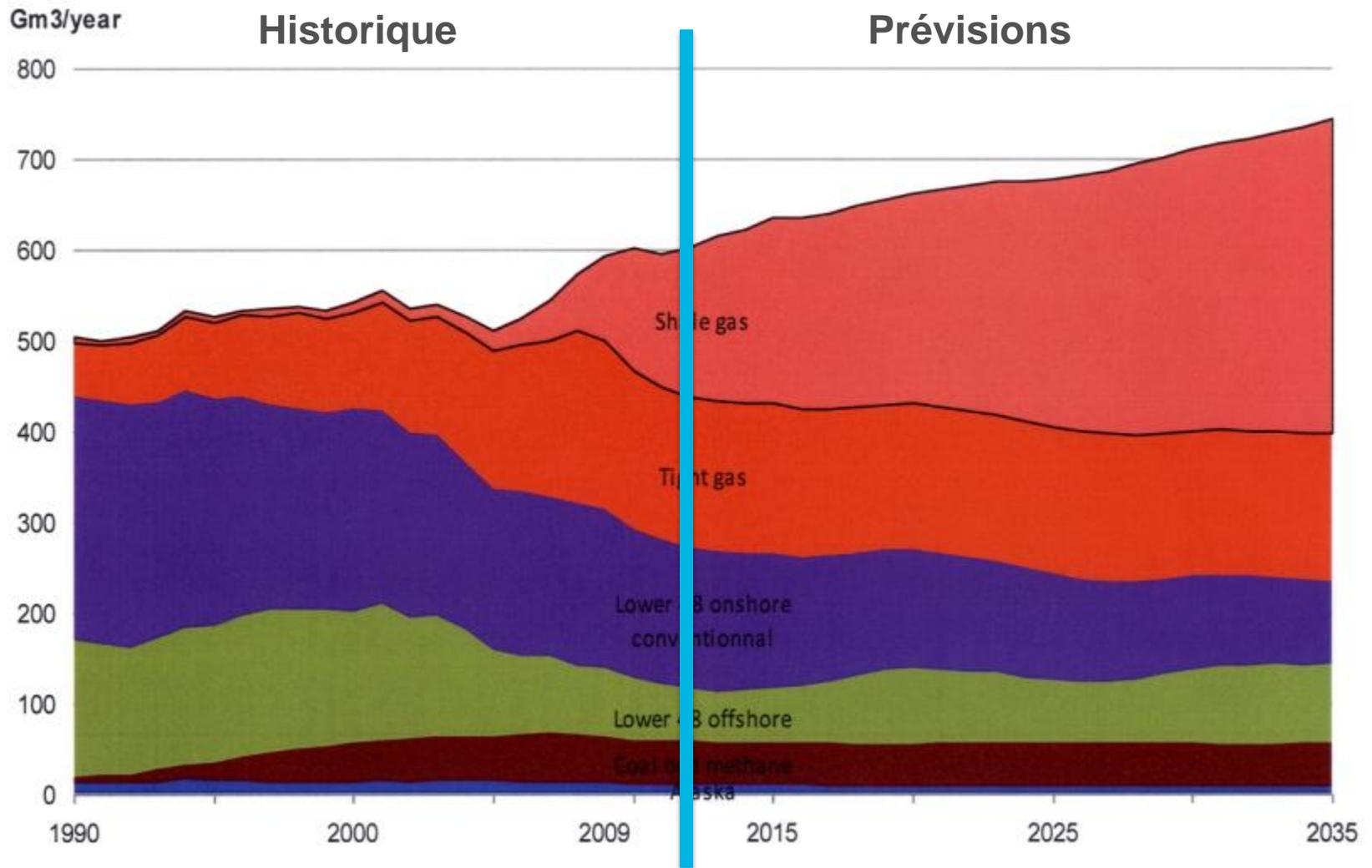
HUILES DE SCHISTE PAR BASSINS AUX USA

tight oil production for select plays
million barrels per day



Guy Maisonnier 3 octobre 2013

IL S'AGIT BIEN D'UNE RÉVOLUTION DANS LA PRODUCTION GAZIÈRE AMÉRICAINE.



GAZ ET HUILES DE SCHISTE : MODÉLISATION BASE US « MOYENNE »

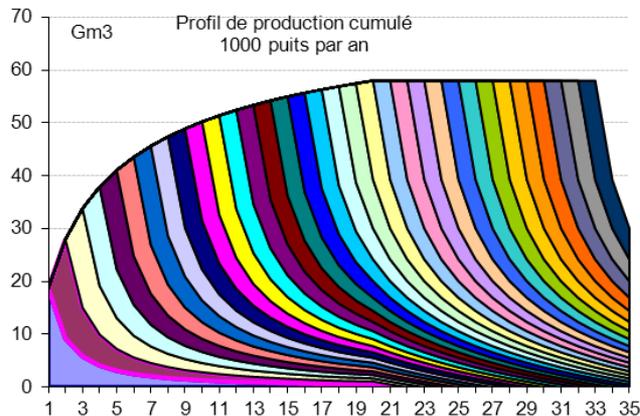
■ Technique & profil de production spécifiques

■ Nombre très important de puits de production

- US 2010 : 33 700 (50/50 P/G; 50% Hor.)
- 2030 : 58 000 puits/an (80/84 : + de 80 000 puits/an)

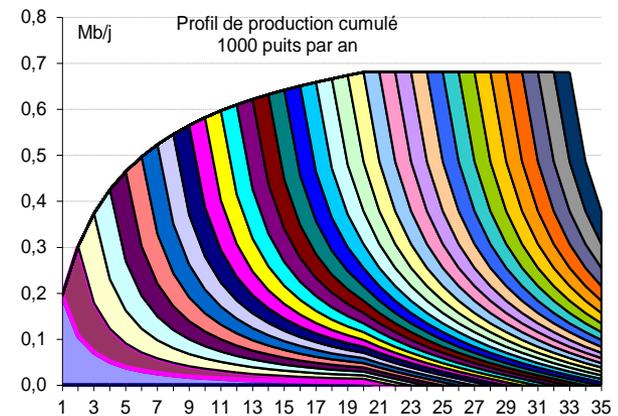
Exemple développement base 1 000 puits par an

Gaz de schiste -> 60 Gm3



Récupération par puits : 2 BCF/ 58 Mcm

Huiles de schiste -> 0,7 Mb/j



Récupération par puits : 0,25 Mbbl



D'après Guy Maisonnier 3 octobre 2013

LES ETATS-UNIS FUTURS EXPORTATEURS DE PÉTROLE ?

		Production US Pétrolière (NGL inclus) Mb/d (*)	Consommation US Mb/d	Ecart Const ^t – Prod ^t (deficit)	Déficit en % Des besoins (**)
Réalisation	2008	6,7	19,5	12,8	65%
	2010	7,6	19,0	11,4	60%
	2011	7,8	18,8	11,0	58%
	2012 (est)	(9,0)	(18,5)	(9,5)	51%
Estimation	2020 (*)	(a) (10) (b) (8)	(15,0)	5 à 7	33 à 47%
	2050	(a) (8) (b) (5)	(15,0) (12,0)	3 à 7	25 à 58%

(*) AIE (2018: 11,92!)

Estimations P.R. BAUQUIS (production version haute : a – production version basse : b)

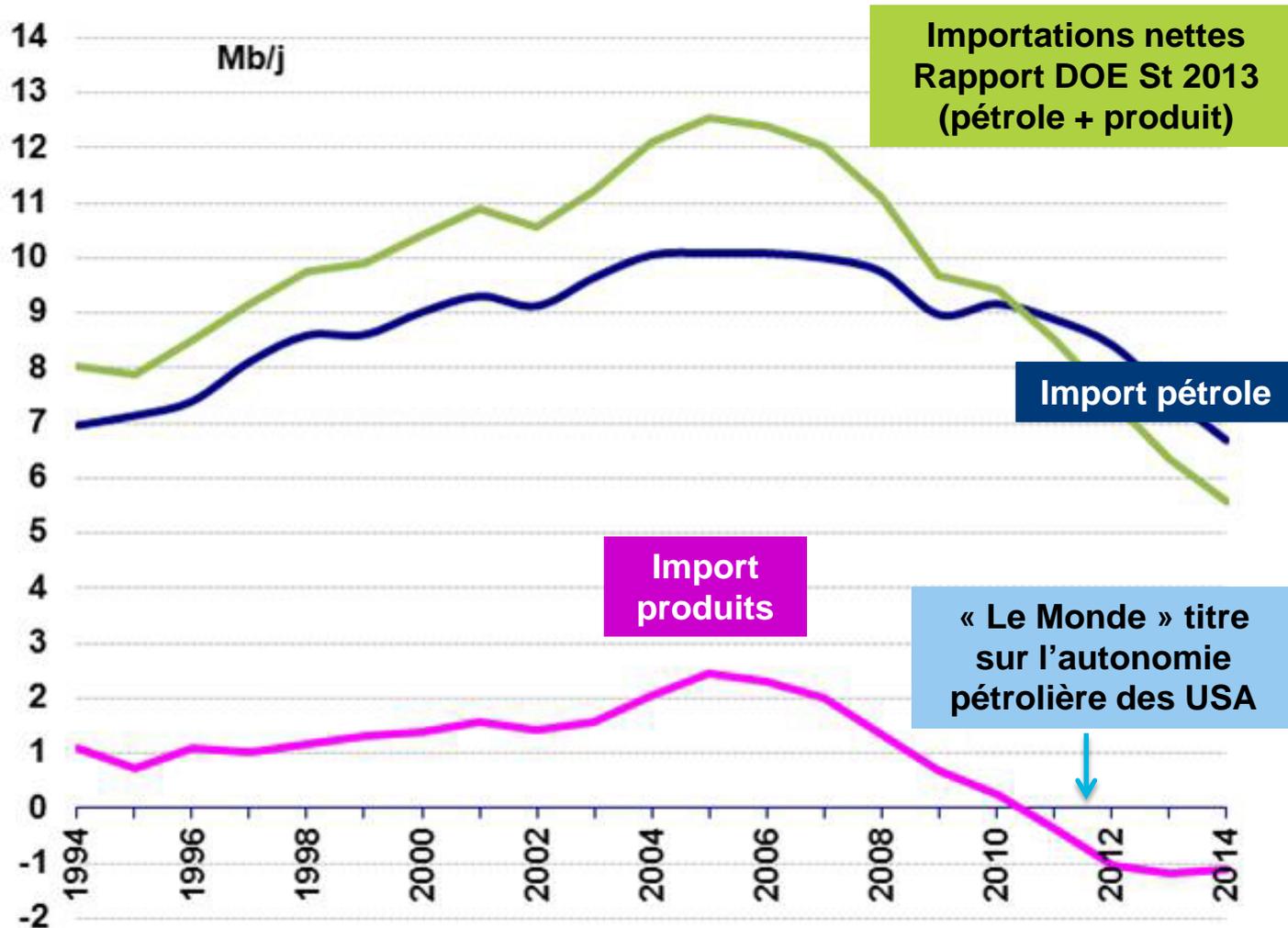
(*) Ne sont inclus que les NGL's allant dans le raffinage. Les « refinery gains » et les biocarburants ne sont pas inclus

(**) Ces déficits seront à couvrir essentiellement par les importations mais aussi par les synthétiques produits aux US (biofuels)

Source: PR BAUQUIS (Téréos: 06 2013)

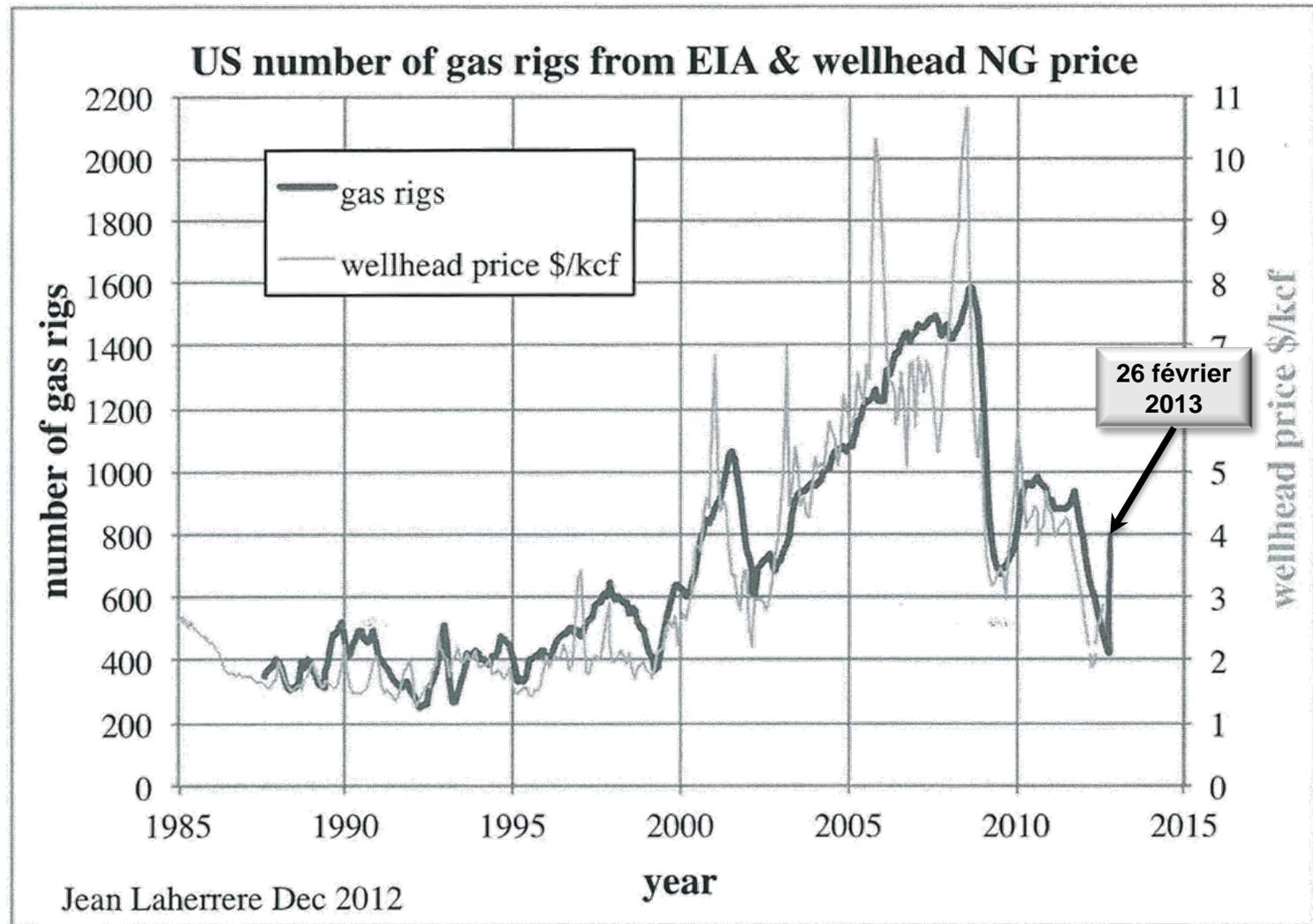
**Les USA ne semblent pas
pouvoir devenir exportateurs nets de pétrole
(contrairement aux vues de l'AIE ou du CERA)**

BILAN IMPORTATIONS PÉTROLIÈRES AMÉRICAINES (1994-2014 est.)



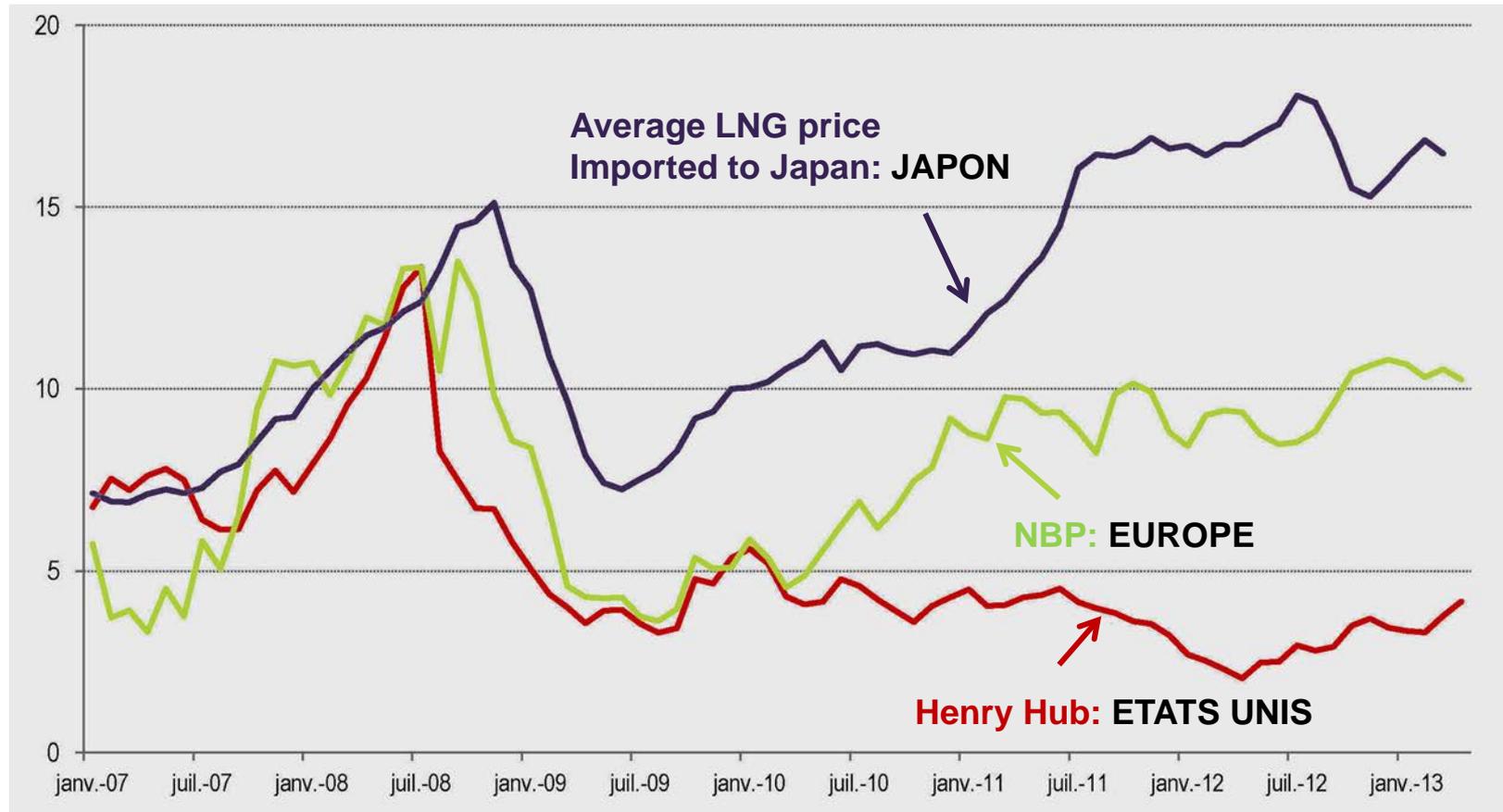
D'après Guy Maisonnier 3 octobre 2013

LA CORRELATION ENTRE PRIX DU GAZ ET NOMBRE D'APPAREILS FORANT DES OBJECTIFS GAZIERS AUX USA (L'ŒUF ET LA POULE...)



LES PRIX DU GAZ DÉCONNECTÉS ENTRE LES RÉGIONS *COMME ENTRE 1970 ET 2000...CONTRAIREMENT AUX PRÉVISIONS)*

■ Prix du gaz (moyennes mensuelles) en \$Mbtu



Sources: Platt's



03 Octobre 2013

LES ETATS UNIS, FUTURS EXPORTATEURS DE GAZ.

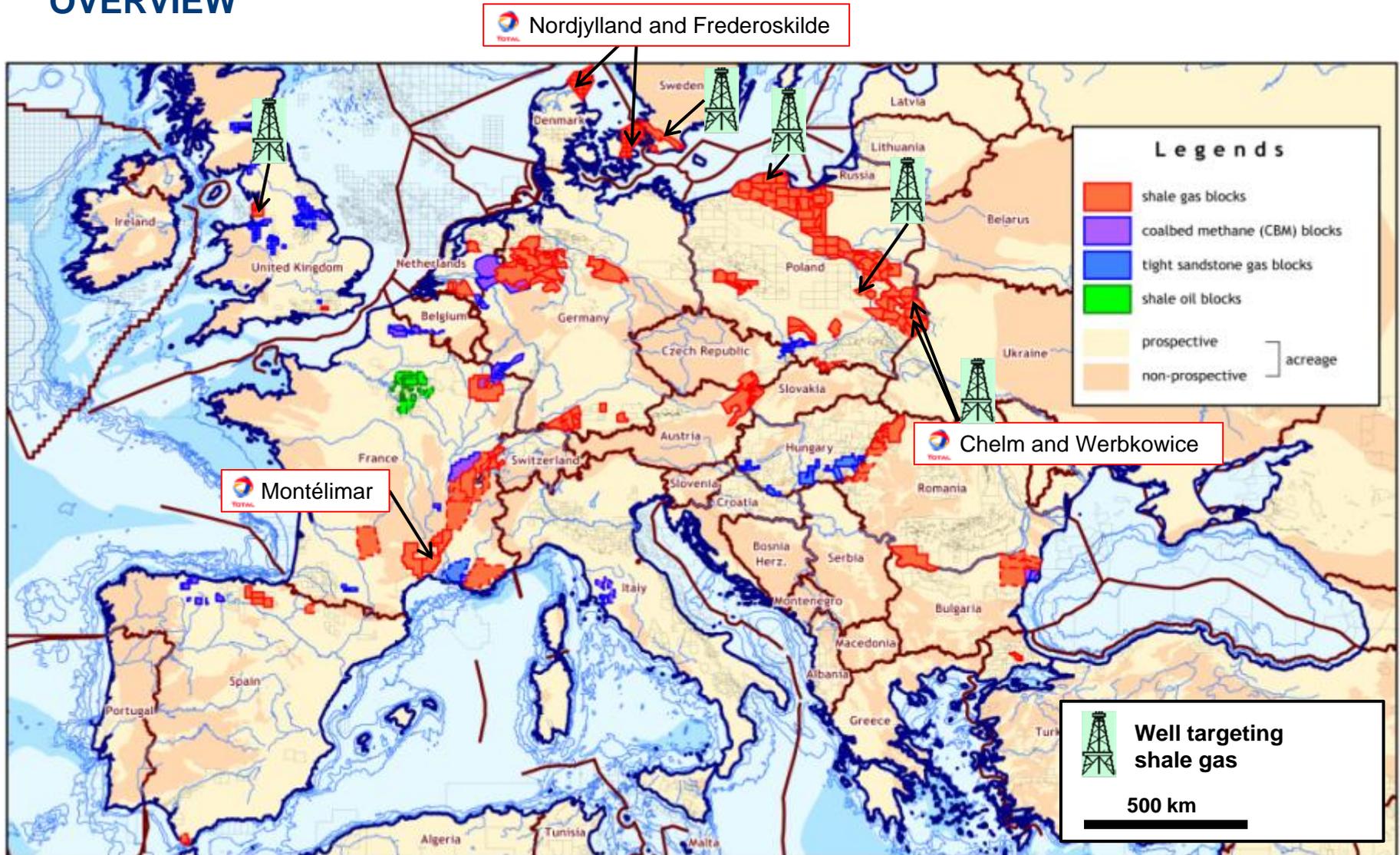
- Une autorisation d'exportation de GNL donnée dès 2012 au groupe Chenières pour la vente en Europe (UK et autres).
- Deux autres autorisations d'export de GNL données en 2013.
- Une douzaine de demandes d'exportation à l'étude.
- Une lutte politique interne aux US appelée à se durcir entre les sociétés favorables à ces exportations (pétroliers, sociétés de services, engineerings) et celles opposées (grands consommateurs de gaz : électriciens, chimistes, autres industriels).

Les USA (et le Canada) vont devenir des exportateurs de GNL dès 2016

PARTIE 8 : GAZ ET PÉTROLES DE ROCHES MÈRES: LE CAS DE L'EUROPE

*Des conditions fondamentales différentes des USA
L'absence d'alternatives à la fracturation hydraulique
Un potentiel géologique... à confirmer au plan économique
Un danger majeur pour le raffinage et la pétrochimie en Europe*

SHALE GAS - EUROPE LICENSING SITUATION AND EXPLORATION ACTIVITY - GENERAL OVERVIEW*



*: from IHS 2010 - Unconventional Resources in Europe Focus on Shale Gas and CBM

PEUT-ON ESSAYER DE COMPARER LES CONDITIONS ÉCONOMIQUES AUX USA ET EN FRANCE ?

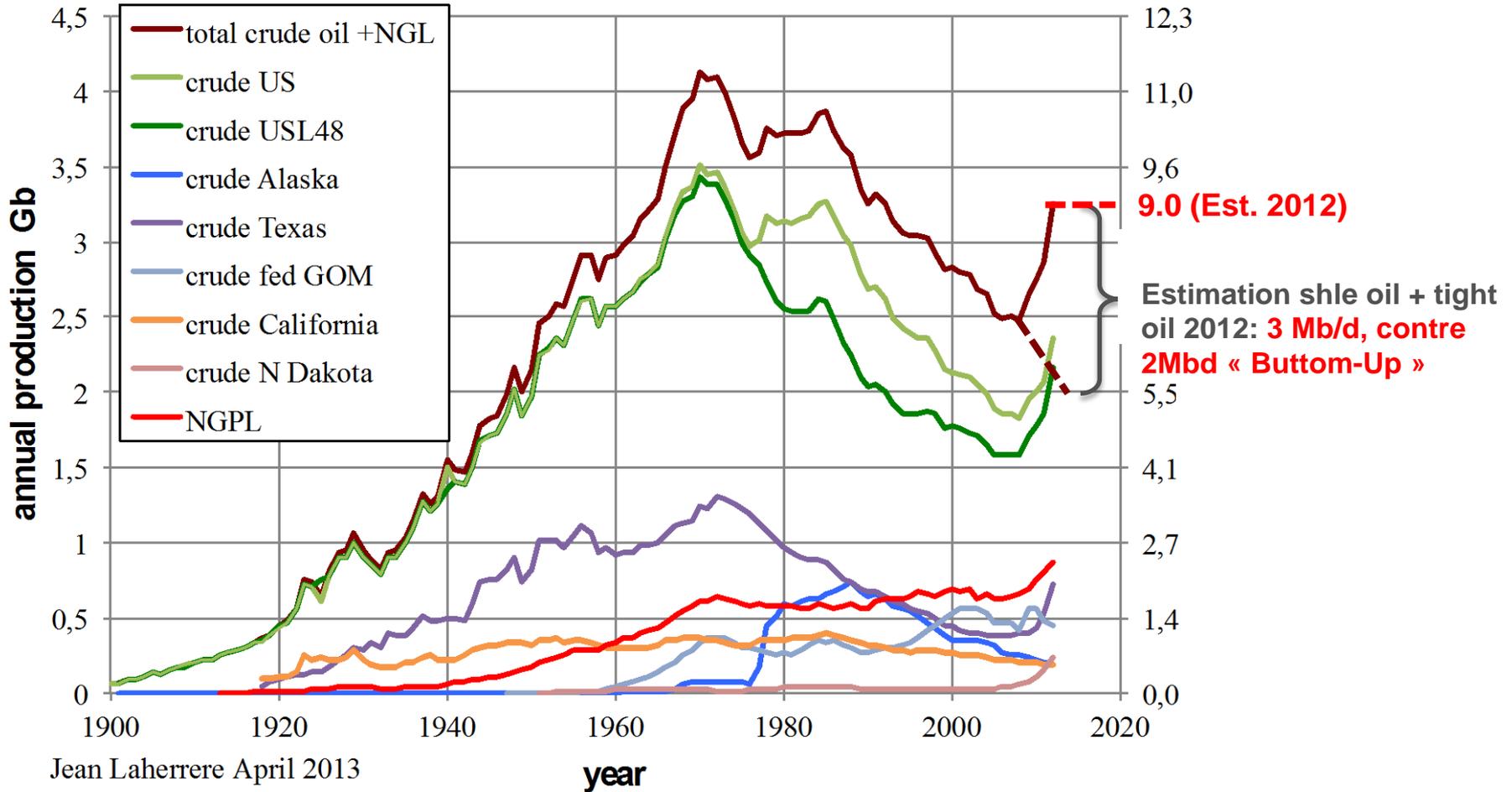
- (estimations « doigt mouillé » et « compte de cuisinières »)

Hypothèse d'un contrat de 10 forages	USA Exemple des « Barnett Shales »	France Bassin Parisien (Coûts théoriques)
COÛT DES PUITES Profondeur 2500 m Drain horizontal 1000 m	Roche mère à 2500 m Durée forage 11 jours Coût forage : 3 M\$	Roche mère (Toarcien) à 2500 m Coût forage : 6 M\$
COÛT DE LA STIMULATION 10 « Fracks » par drain horizontal	Durée Fracking 6 jours 2 M\$	Durée fracking 10 jours 4 M\$
Coût total	5 M\$	10 M\$
Rapport volumes récupérés par million de \$ investis	1 (soit 1 Bcf / 1 M\$)	0,5 (0,5 Bcf / M\$)
Prix du gaz (sec) Pour le « break-even économique »	5 \$ /MM BTU	10 \$ / MMBTU

Source : PR BAUQUIS – LIED 2 Avril 2013

PARTIE 9 : CONCLUSIONS ET RÉFLEXIONS

US crude oil +NGL annual production



LA PROBLÉMATIQUE DU PEAK-OIL MONDIAL

- **Un sujet complexe et très controversé**
- **Peak signifie fin de la croissance de la production pétrolière mondiale**
- **Les détenteurs du savoir technico-économique:**
 - Les géologues et producteurs des majors pétrolières
 - L'ASPO (Association of Study of Peak-Oil)
- **Les optimistes...ou négationistes du Peak-Oil**
 - Les économistes: M. Adelman, Mike Lynch, L. Maugeri, JM Chevalier...
 - La communication des Majors Pétroliers
 - De grands consultants: CERA
 - La CIA (Cf: le Monde en 2030)
 - Le CAPS (Ministère Français des Affaires Etrangères: Centre d'Analyse, de Prévision et de Stratégie)

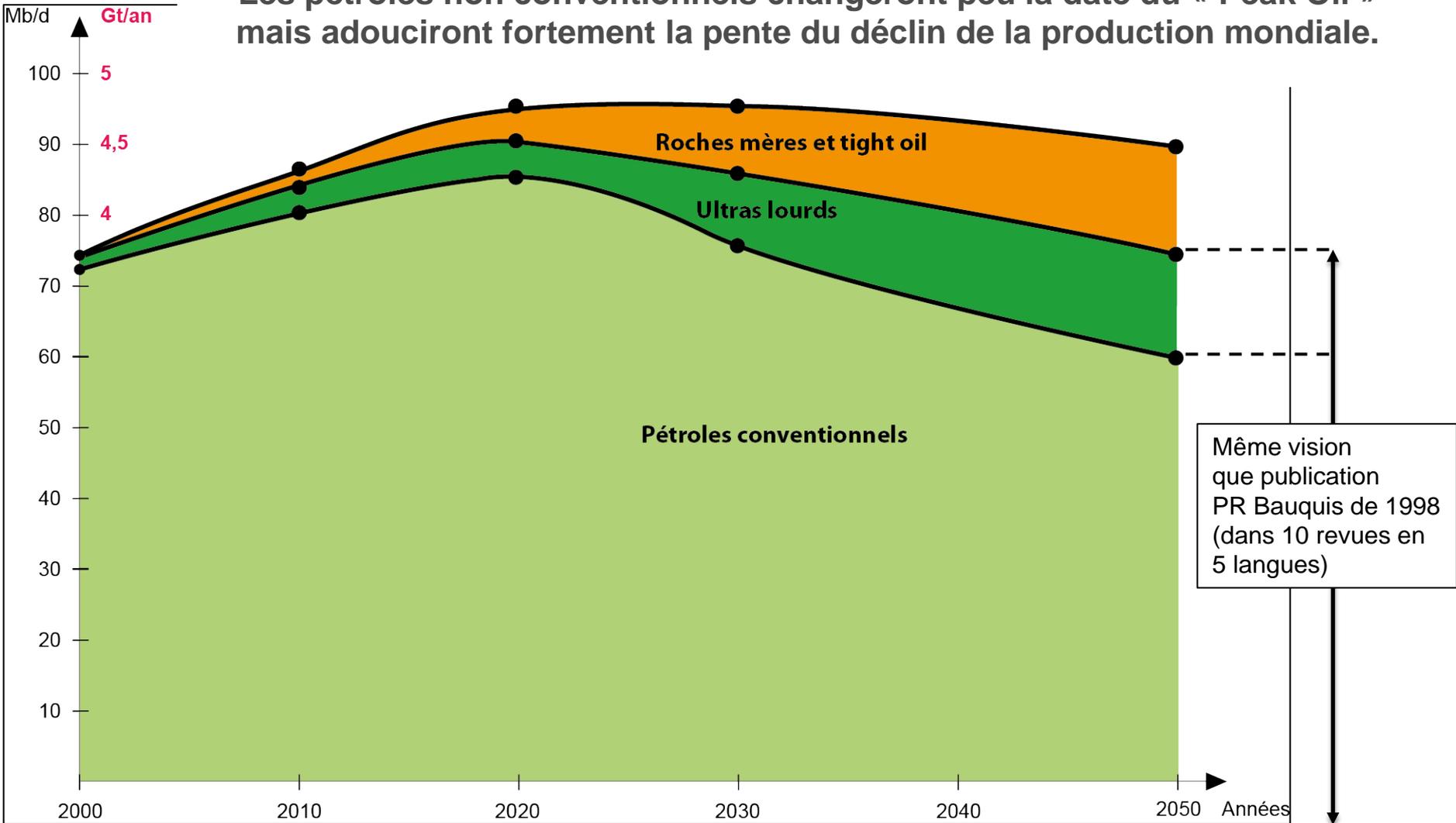
Note du 16 Avril 2013

UNE VISION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE PÉTROLE (2000-2050)

En MM bbl/jour	2000	2012	2020	2030	2050
1 -Pétroles conventionnels (y-c NGL's) <i>entrée du raffinage</i>	66	81	85	75	60
2 -Pétroles ultra lourds (sables bitumineux) <i>ex: upgraders</i>	2	3	5	10	15
3 -Pétroles de roches mères (y. c NGL ex production de pétrole ou de gaz de roches mères) <i>y.c. « tight oil » non R.M.</i>	0	3	5	10	15
Total en Mb/d	74	87	95	95	90
Equivalent en G Tep	3.60	4.35	4.75	4.75	4.50
Nombre de rigs dans le monde consacrés au forage de roches mères	100	1000 <i>(dont 950 aux US)</i>	1500 <i>(dont 1000 aux US)</i>	2500 <i>(dont 1200 aux US)</i>	3000 <i>(dont 1200 aux US)</i>

VISION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE PÉTROE (2000-2050)

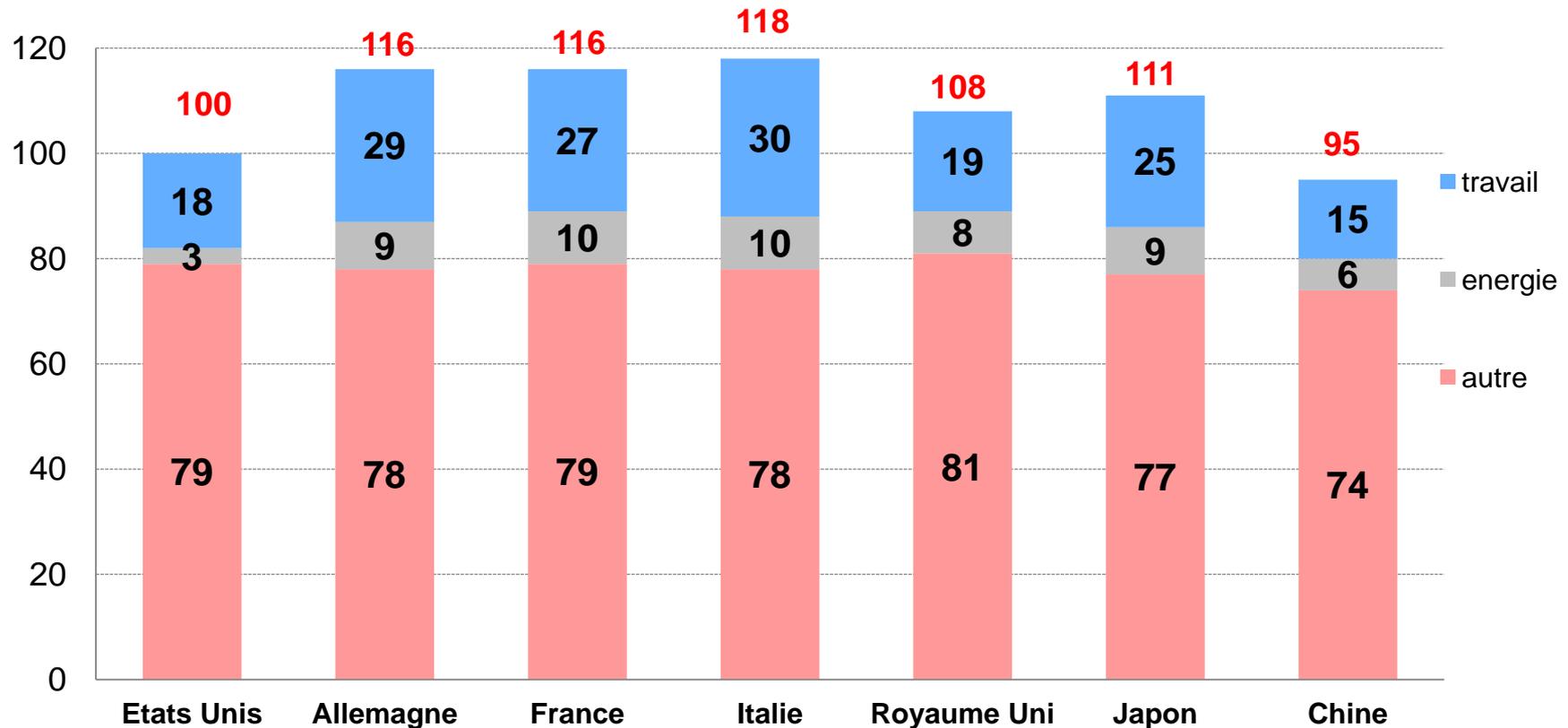
Les pétroles non conventionnels changeront peu la date du « Peak Oil » mais adouciront fortement la pente du déclin de la production mondiale.



Source PR Bauquis – Oct 2013 (Delphi ASPO France)

L'ACCÈS À L'ÉNERGIE ET À UNE MAIN D'ŒUVRE À UN PRIX COMPÉTITIF BOOSTENT LE MARCHÉ DE L'EMPLOI AMÉRICAIN

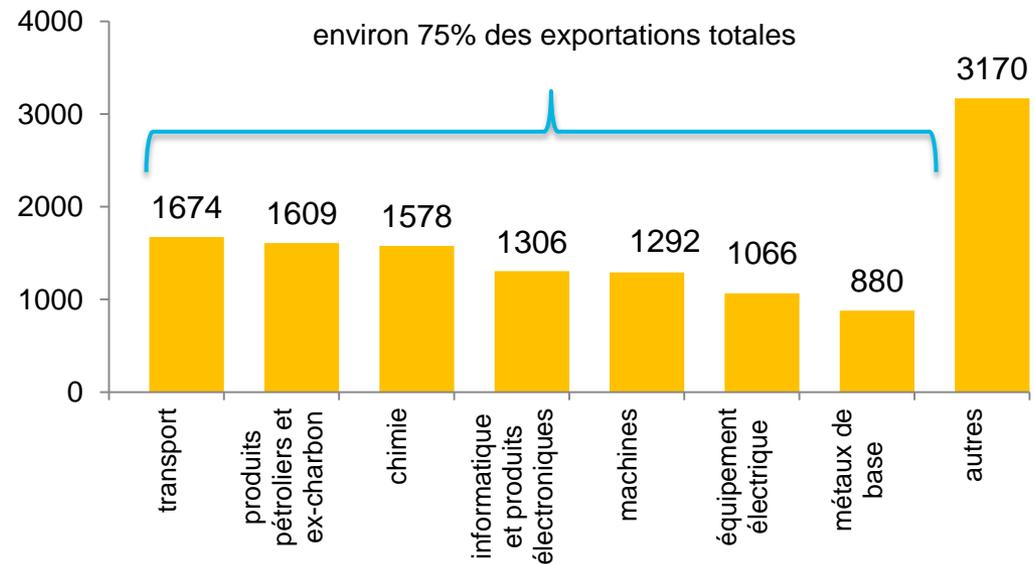
2015: Cout de production moyenne aux Etats Unis comparée à celui des principaux pays-exportateurs



Source: BCG August 2013

L'AUGMENTATION DES EXPORTS DANS UN VASTE ÉVENTAIL DE SECTEURS INDUSTRIELS

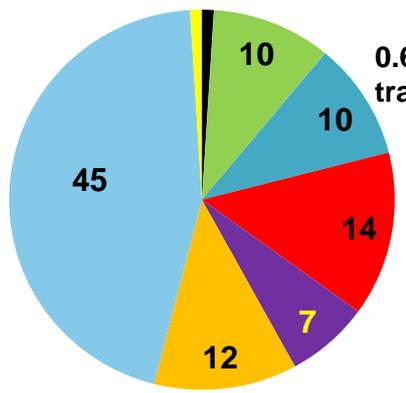
Montant des exportations principales des Etats Unis en 2011, G\$



Source: BCG August 2013

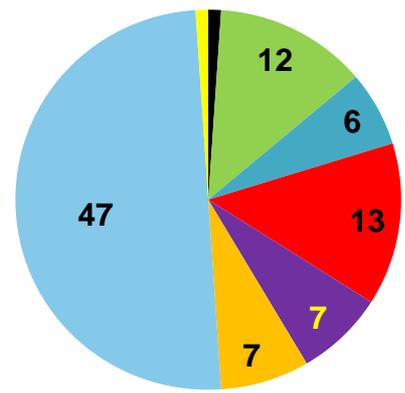
Contribution de gaz de schiste à l'emploi, 2010

- agriculture
- mines
- construction
- industrie
- transport & utilités
- commerce
- services
- gouvernement



Source: IHS dec 2011

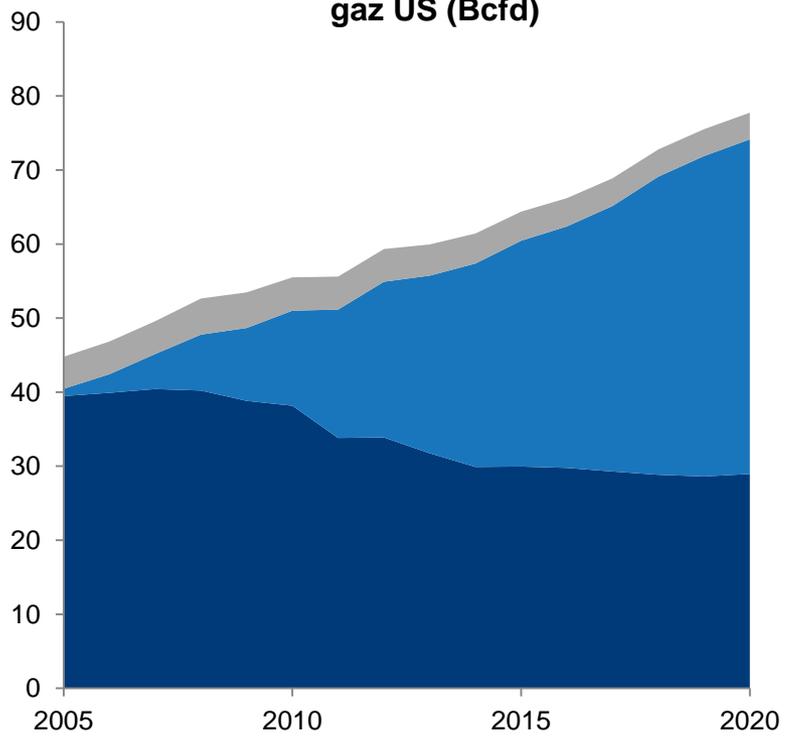
Contribution de gaz de schiste à l'emploi, 2035





LA REVOLUTION ENERGETIQUE AMÉRICAINE APPORTE A LA PETROCHIMIE UNE RESSOURCE ABONDANTE EN ETHANE...

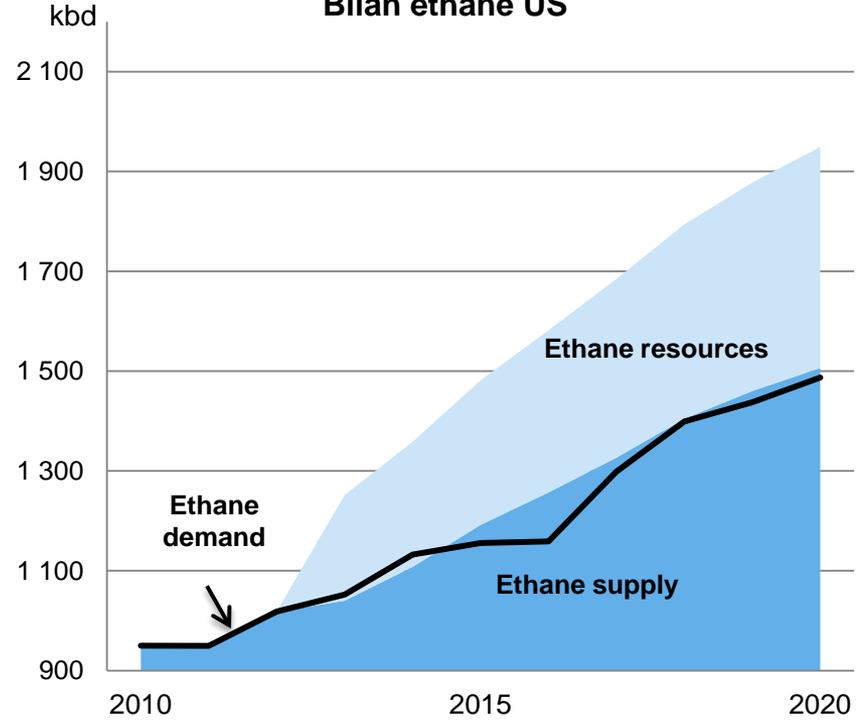
Evolution de la production de gaz US (Bcfd)



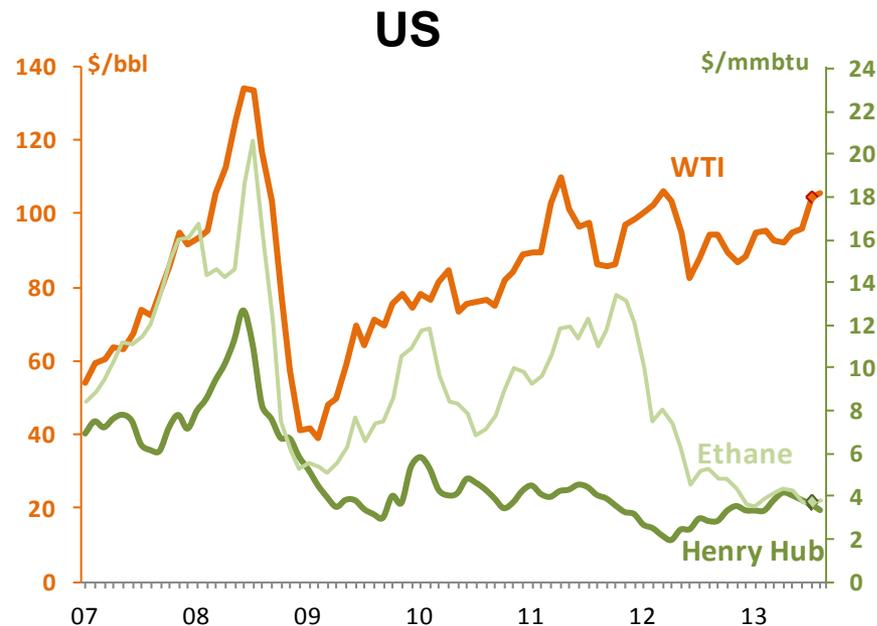
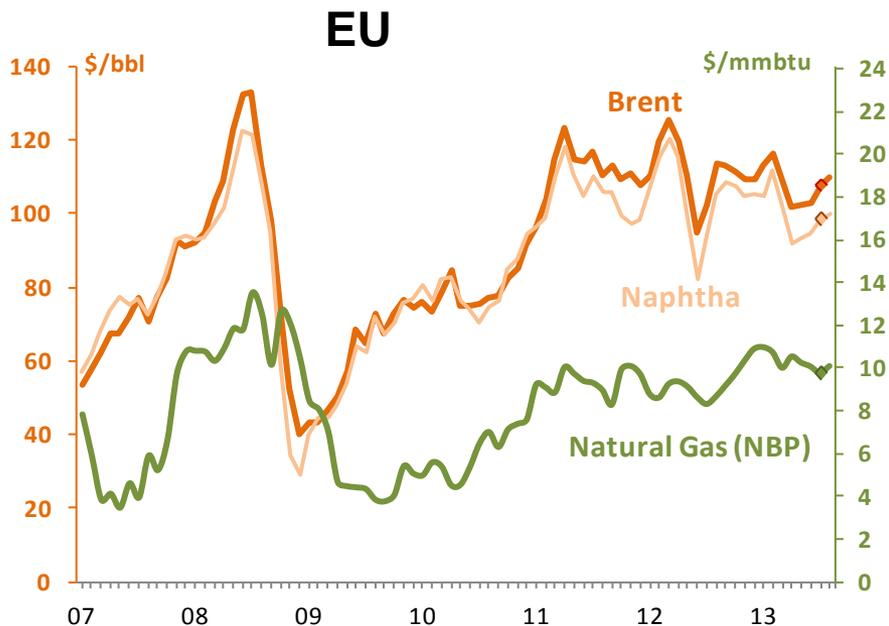
■ Conventionnel ■ Schistes ■ Gaz de houille

* Source : estimations Total

Bilan éthane US

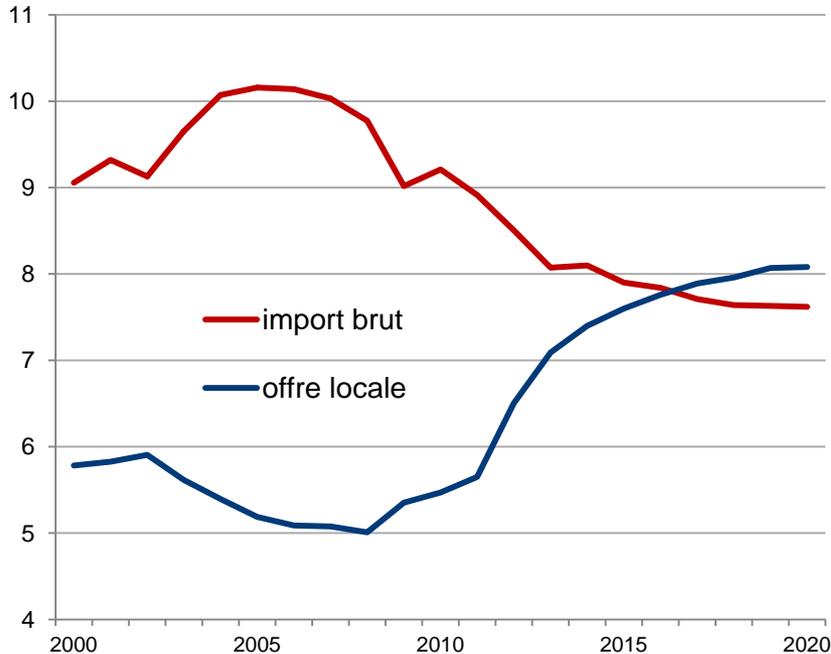


LE PRIX DE L'ETHANE AUX US EST DÉCONNECTÉ DU PRIX DU BRUT...



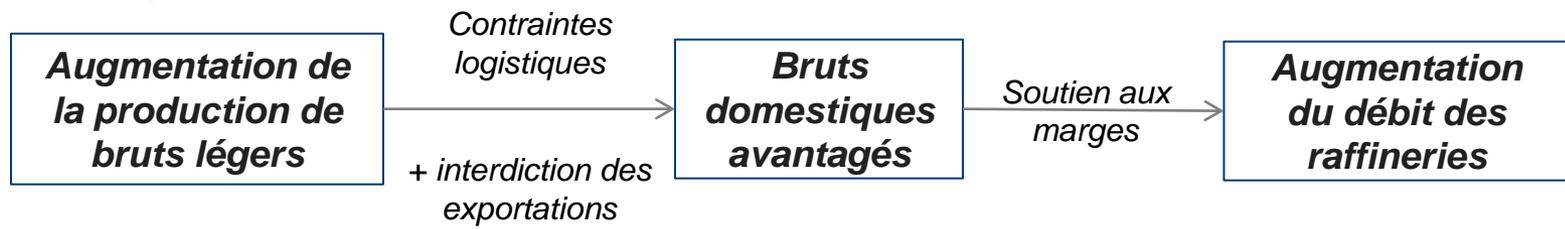
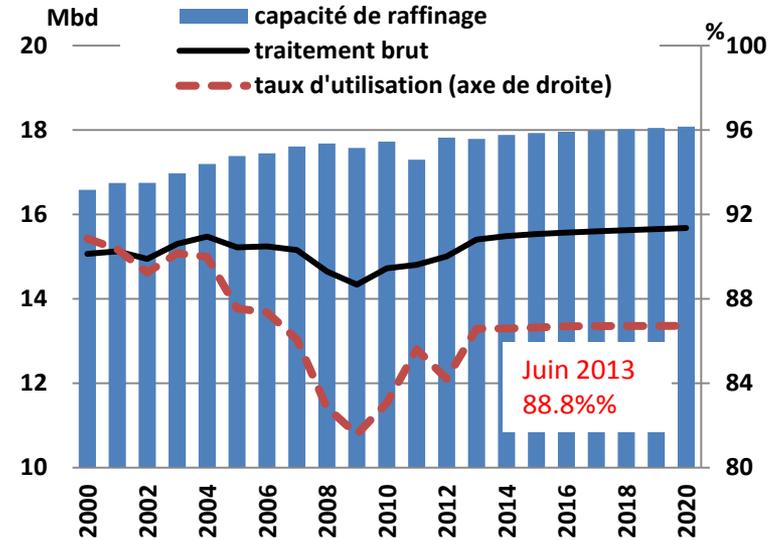
LA REVOLUTION ENERGETIQUE US ET L'INDUSTRIE DU RAFFINAGE...

Evolution de la ressource et des imports de petrole brut US (Mb/d)



source : TOTAL EP, DTS

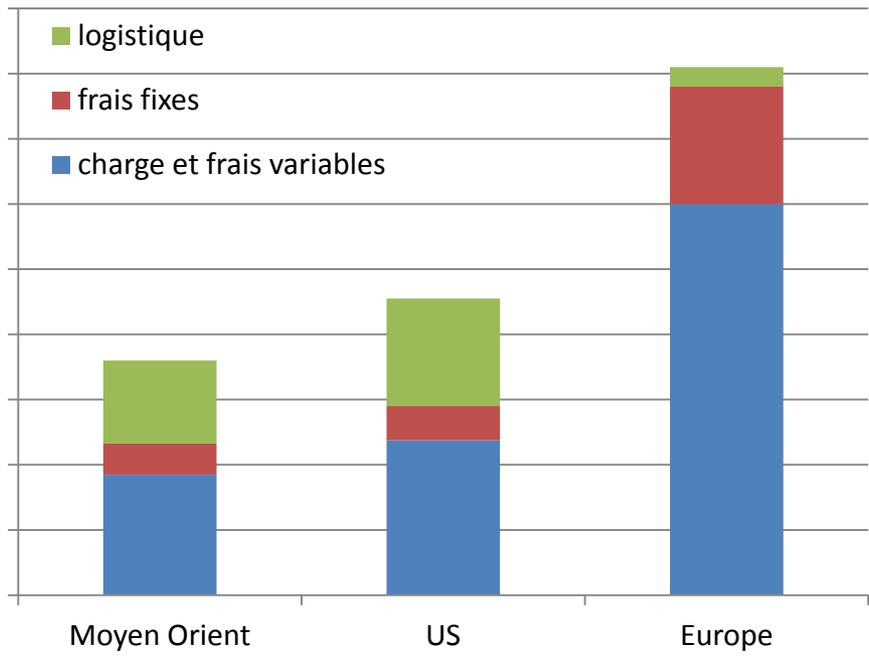
Evolution de la Capacité de raffinage (Mbd) et du taux d'utilisation





... ET GÉNÈRE UN AVANTAGE COMPÉTITIF POUR LA PÉTROCHIMIE US

Couts de production de polyethylene delivré en Europe
(hors cout d'investissement)



Base :
ME : nouveau craqueur sur éthane, avec éthane à 5 \$/Mbtu
US : nouveau craqueur sur éthane, avec éthane at 7 \$/Mbtu
Europe: naphtha craqueur- site existant

CONCLUSION 1: IMPACT DES SHALE OIL US SUR LE RAFFINAGE EUROPÉEN...

- Si la croissance des productions de bruts et NGL de roches mères aux US se confirme, cela va créer deux changements très négatifs pour le raffinage européen:
 1. Un arrêt des importations des produits européens (essences) aux US
 2. Un courant d'importations nettes de produits ex US en Europe

En conséquences dès 2020 l'Europe va voir sa surcapacité de raffinage s'accroître de 10 à 20% par apport à 2012 (2Mb/d à à fermer sur 15 Mb/d?)

CONCLUSION 2: IMPACT DES NGL ET DE L'ETHANE US SUR LA PÉTROCHIMIE EUROPÉENNE...

- La poursuite de la croissance des productions de gaz aux US et surtout des NGL et de l'Ethane va créer une situation très difficile pour la pétrochimie européenne.
- Cette industrie va se trouver en « squeeze » entre la pétrochimie du Moyen Orient et de celle des USA, à faible coût de matières premières.
- Ce squeeze sera maximum pour l'éthylène, moins fort pour le propylène, le butadiène et pour certains autres produits de base.

Des restructurations seront inévitables avec une surcapacité pour l'éthylène en 2020 de l'ordre de 15% à 20% par rapport à 2012

CONCLUSIONS SUR L'AVENIR DU PÉTROLE (AVEC TOUTES LES INCERTITUDES DE L'EXERCICE)

- Les pétroles de roches mères **ne pourront pas nous éviter d'atteindre un maximum** de la production pétrolière mondiale (dite peak oil ou pic pétrolier) entre 2015 et 2025.
- à un niveau **"plateau"** situé vers 100 Mb/j (ondulant entre 95 Mb/j et 105 Mb/j pendant 10 à 30 ans)
- **la production de pétrole déclinera ensuite lentement**: ce plafonnement puis ce déclin modifieront le monde de l'énergie et vont contraindre la croissance économique mondiale (équilibre financier, dettes pays de l'OCDE).
- **le prix du baril de pétrole devrait rester durablement élevé** :100 à 150 \$ par baril (en \$ 2013) durant cette période « plateau » (en moyenne, avec des variations chaotiques : accidents politiques, crises économiques...)

Passage d'un "demand-driven system" à un « supply constrained system »

QUELQUES MOTS POUR TERMINER

UN CHEMIN ÉTROIT ENTRE LA NÉCESSAIRE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET LA MONTÉE DES PEURS IRRATIONNELLES (DES GAZ DE SCHISTES AU NUCLÉAIRE)

UN AVENIR SANS ÉNERGIES FOSSILES NI NUCLÉAIRES AU COURS DE CE SIÈCLE SEMBLE MALHEUREUSEMENT IMPOSSIBLE.

LE SEUL JOKER PLAUSIBLE SERAIT LE SOLAIRE.

A MOINS QUE NOUS SOYONS PRÊTS À ACCEPTER DES CHANGEMENTS RADICAUX DANS NOTRE FAÇON DE VIVRE... (VOIR DERNIÈRE SLIDE AU DOS)

**QUELS VÉHICULES POUR L'AVENIR ?
SANS HYDROCARBURES, SANS NUCLÉAIRE, ET AVEC DES LÉGISLATIONS
« SHADOK » CONCERNANT LE LOGEMENT...LES SOLUTIONS SERONT LIMITÉES.**

