

Fondation Tuck

Ruptures technologiques... ... et impacts géopolitiques Le cas du shale gas

***Par Bruno Weymuller
Total Professeurs Associés***

Rueil – lundi 31 mars 2014

A – SHALE GAS : NATURE DE LA RUPTURE

***B – SHALE GAS : QUELLES CONSÉQUENCES
GÉOPOLITIQUES***

A – SHALE GAS : NATURE DE LA RUPTURE

- Un nouveau paradigme pour l'exploration
- Un progrès important dans les techniques d'extraction
- Un processus d'innovation expérimental et progressif
- Des retombées au-delà du shale gas

A – Une révolution « copernicienne » en exploration

Le cas conventionnel

- **Le gaz naturel conventionnel** s'est formé dans une roche sédimentaire (**roche mère**) à partir de la transformation de dépôts fossiles;
- Ultérieurement, **une partie des hydrocarbures migre vers la surface**
- Et s'ils sont bloqués dans un **réservoir** (gréseux ou calcaire) fermé par un **couvercle** (en général argileux), ils s'accumulent et forment un « **gisement** » **traditionnel...**
- ...qui peut être **découvert par des explorateurs et ensuite être éventuellement mis en production**

C'est l'approche suivie depuis 150 ans par les géologues pétroliers (et gaziers)

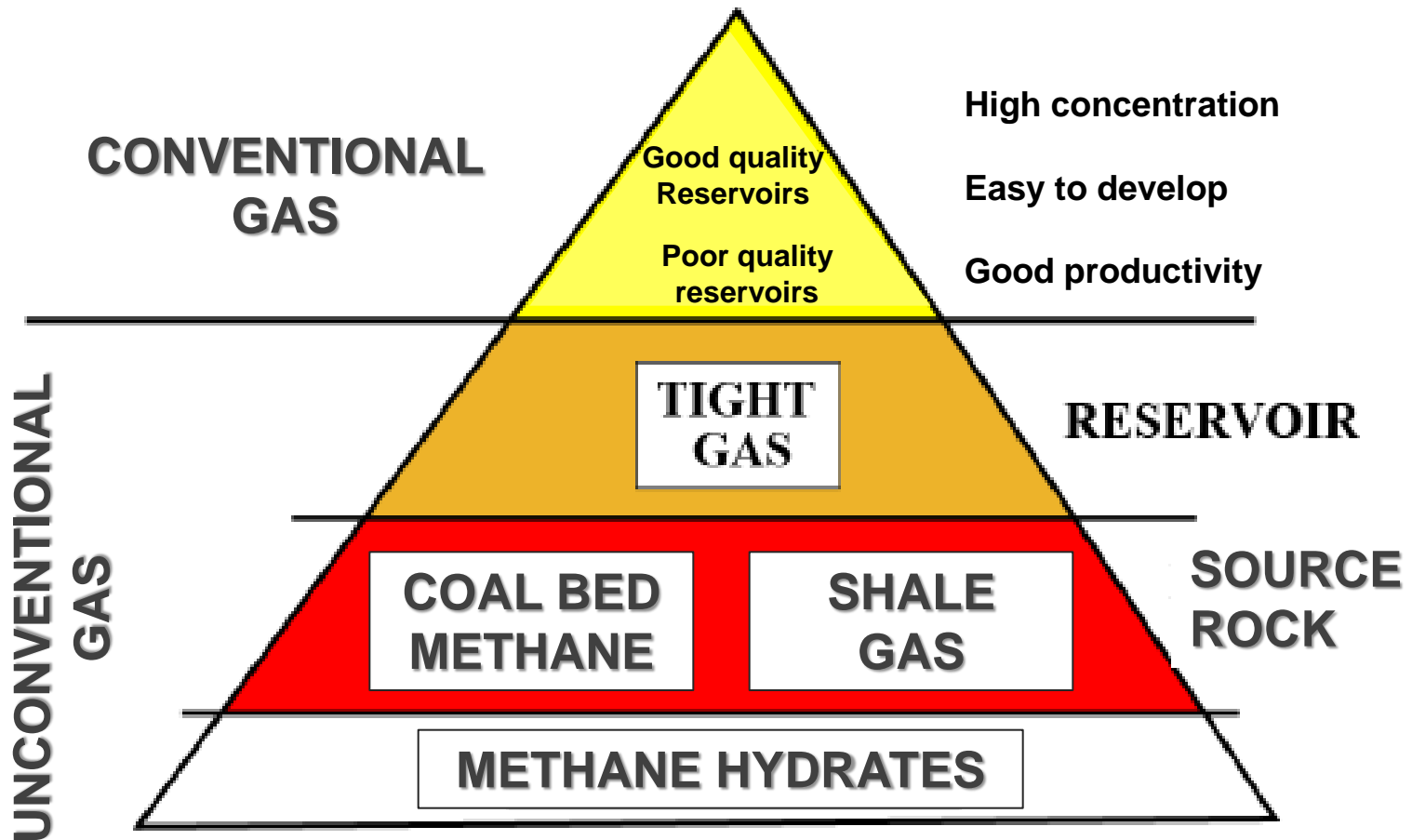
A – Une révolution « copernicienne » en exploration

Le cas du shale gas

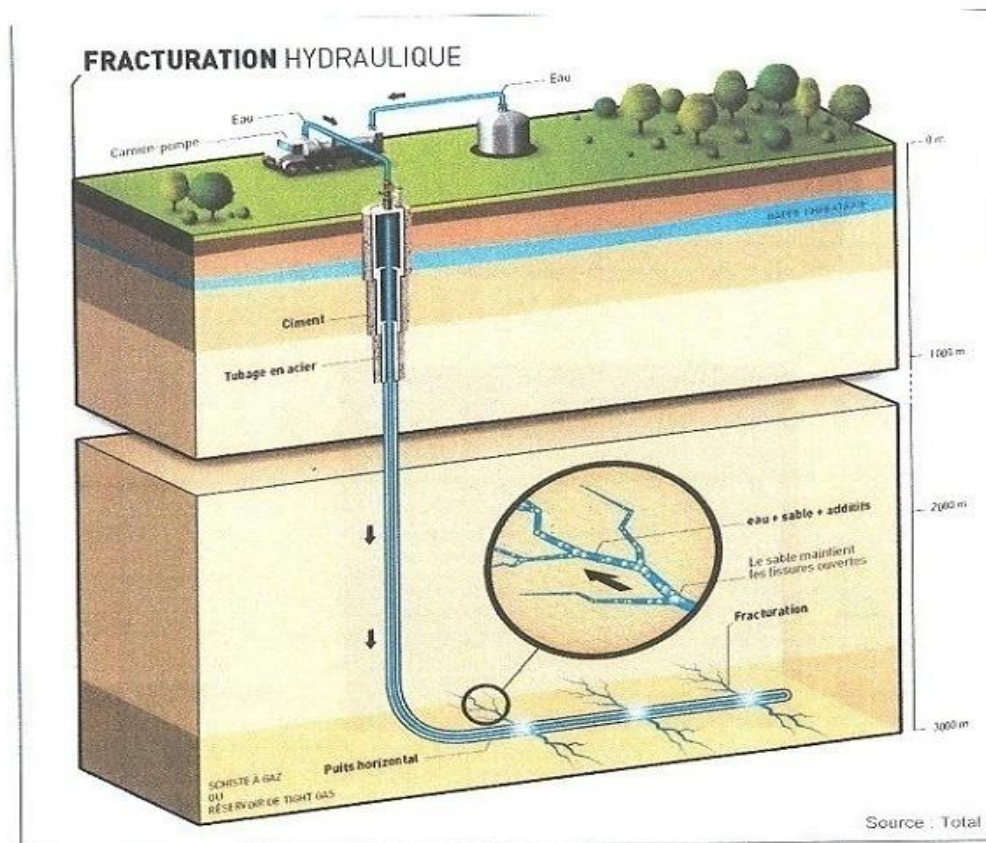
- **Une révolution copernicienne** : considérer qu'il est possible de produire des hydrocarbures contenus dans la roche mère
- **Dans le cas du « shale »**, le gaz est resté dans la roche mère (essentiellement argileuse), en raison d'une très faible perméabilité. La couche de shale est à la fois **roche mère, réservoir et fermeture.**
- Les couches d'argile sont très courantes sur la terre mais toutes ne sont pas prospectives :
 - Pour avoir un potentiel gazier, la couche de shale doit avoir un **contenu organique** suffisant (venant des dépôts fossiles et mesuré par le **Total Organic Carbon, TOC**)
 - La **lithologie doit être « cassante »** pour permettre l'efficacité des fracturations artificielles faites pour produire le gas

A – Une révolution « copernicienne » en exploration

Les ressources de gaz naturel

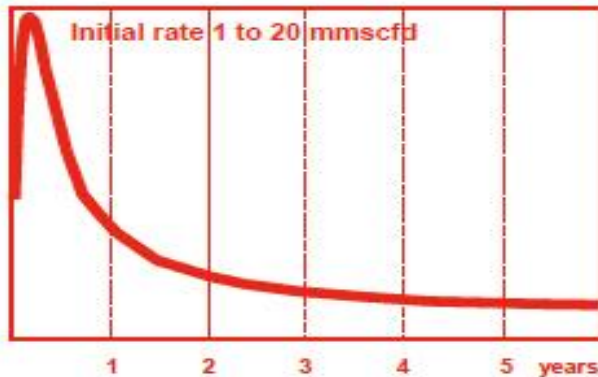
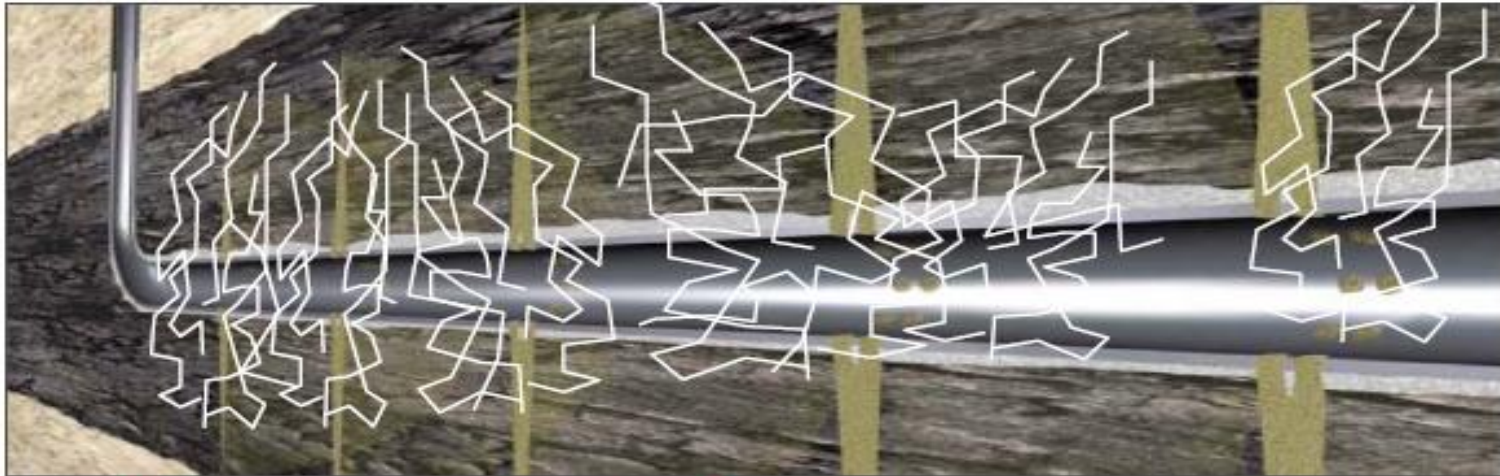


A - L'extraction du shale gas



TOTAL

A – L'extraction du shale gas, fracturations hydrauliques massives



- 1500 m horizontal wells
- Up to 16 fracturation stages
- 2000 t of sand injected
- 100 000 bl of water injected
- Microseismic monitoring

KAZERNERGY forum 2010, 5-6 Oct 2010, Almaty, Kazakhstan



A – L'extraction du shale gas

Les enjeux environnementaux : **Les vrais sujets**

- **Les besoins en eau** (10 000 m³ à 20 000 m³ pour un puits avec plusieurs fracturations)
 - à concilier avec la situation hydrographique locale
 - réduire l'usage de l'eau douce
- **La gestion du retour des eaux saumâtres** (réinjecter, recycler, traiter)
- **Le risque de pollution des eaux douces**
 - **Nappe phréatique :** → **intégrité du puits** (standards devant être appliqués pour tous les puits pétroliers et gaziers)
 - **Eaux de surface :** → **traitement approprié des fluides de retour**
- **Autres préoccupations :**
 - pollution de l'air (y compris les émissions de GES)
 - radioactivité naturelle, sismicité induite...

Tous ces risques peuvent être contrôlés par des opérateurs compétents appliquant les standards très performants de l'industrie :

→ « **If done responsibly, it can be done safely...** »

A – L'extraction du shale gas

Les enjeux environnementaux : les nuisances locales

Actions pour réduire les nuisances du voisinage, surtout pendant les semaines de préparation du puits (et pendant les jours où sont pratiquées les opérations de fracturation).

- **Utilisation de terrains** en surface mais possibilité de regrouper l'arrivée de plusieurs puits (pad drilling...)
- **Bruit (murs de sable...)**
- **Infrastructures à prévoir** (routes, pipes)
- **Circulation de camions...**

A – L'extraction du shale gas

Opérations de préparation d'un puits de shale gas



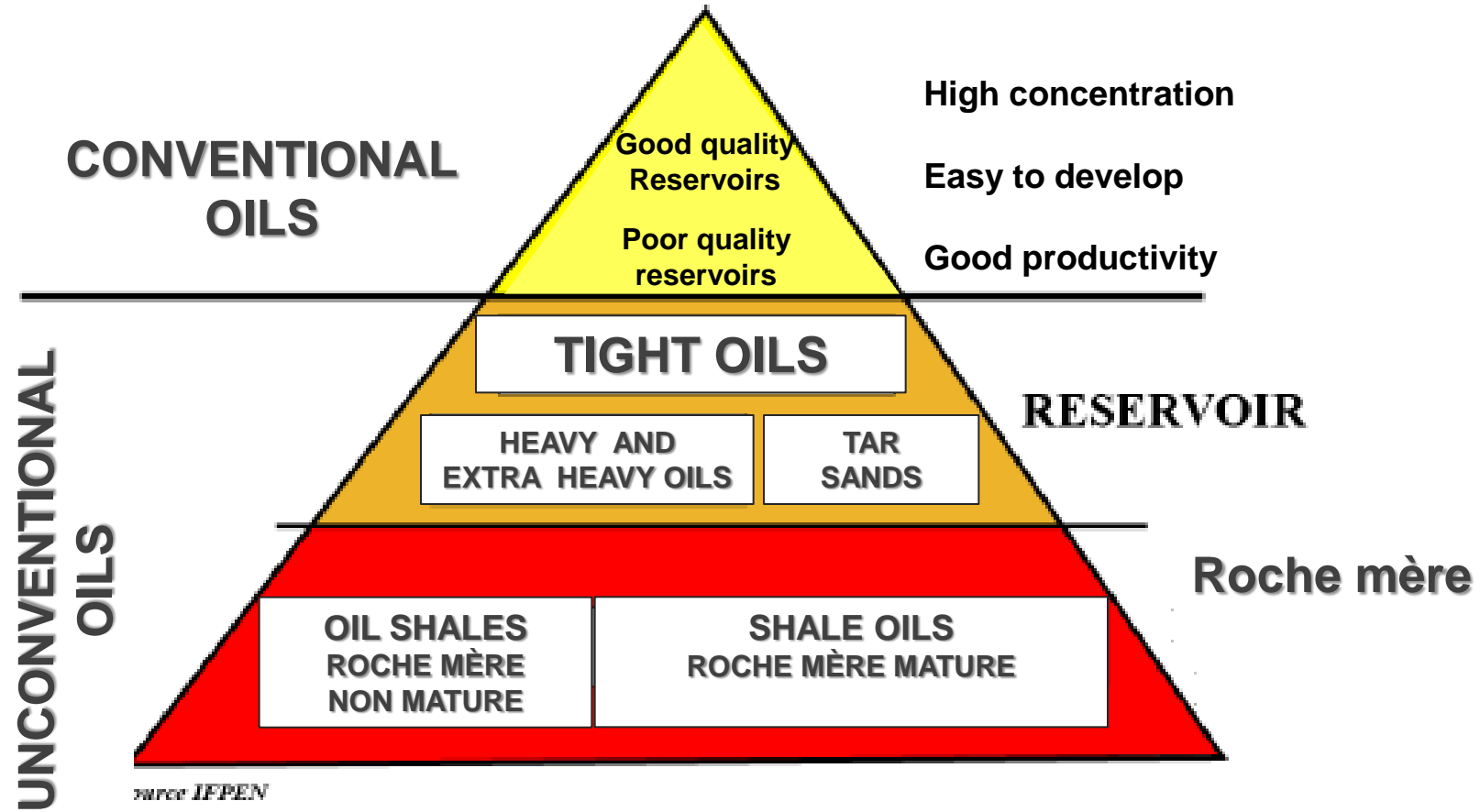
A - L'extraction du shale gas

Impact environnemental



A – Des retombées au-delà du shale gas

Les ressources de pétrole



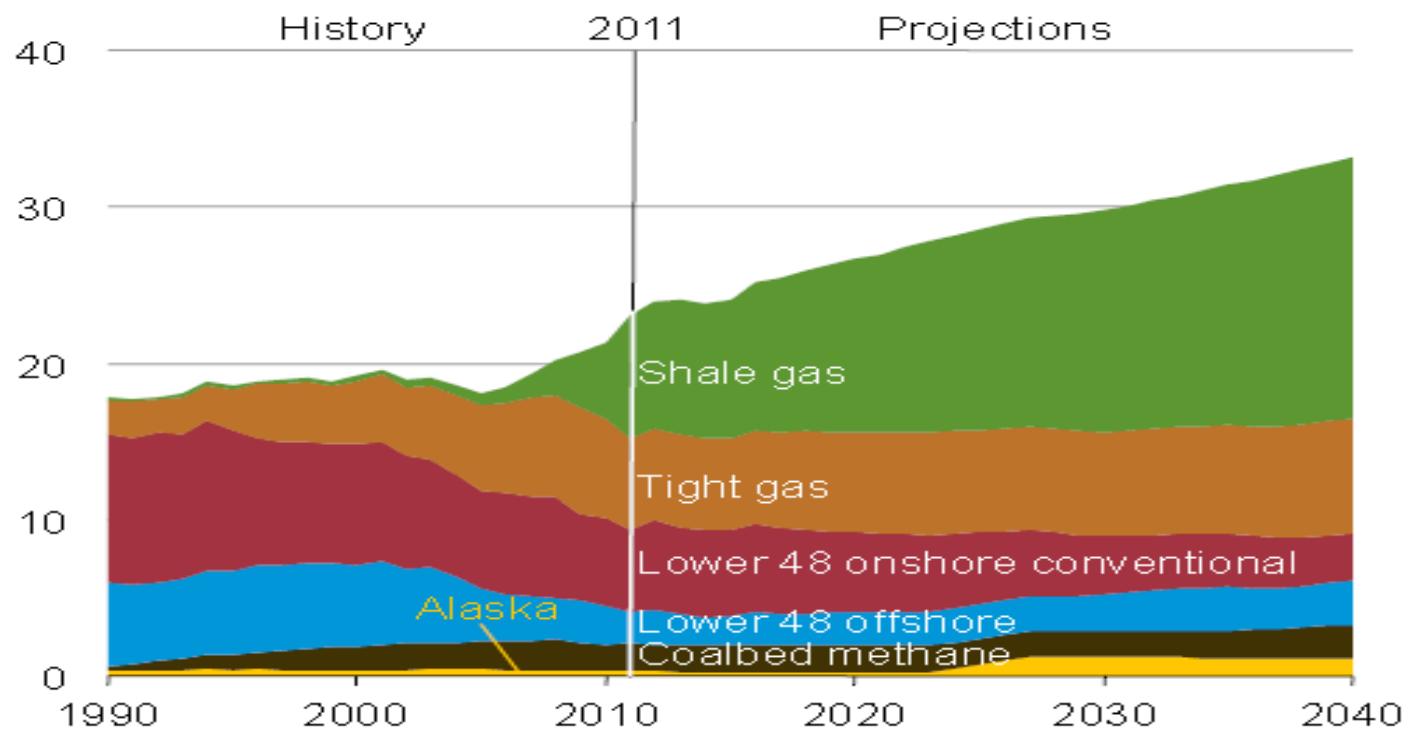
B – SHALE GAS : QUELLES CONSÉQUENCES GÉOPOLITIQUES

- Une modification radicale de la situation énergétique US
- Les effets sur les marchés gaziers internationaux
- Modification du positionnement des acteurs gaziers
 - . Amérique du Nord
 - . Asie : Australie, Chine
 - . Moyen-Orient – Afrique du Nord
 - . Autres pays (Amérique Latine, Europe)

B – La nature du succès américain

Production US de gaz naturel par sources, 1990-2040

en Tcf (trillion cubic feet)
(1 Tcf = 28 milliards de m³)



Source EIA : Annual Energy outlook 2013

B – La nature du succès américain

L'essor récent des activités « tight oils et shale oils »

- **Une retombée des progrès obtenus pour les shale gas dans les techniques de fracturation**
- **Les shales peuvent contenir du gaz humide ou du pétrole**
- **Davantage de fracturations sont nécessaires mais l'économie reste favorable (prix élevé des « liquides »)**
- **La réussite du champ de Bakken (Dakota du Nord), puis d'Eagle Ford (Texas) → production US de shale oils de 2,3 millions de barils/jour en 2013**
- **Possibilité d'une autosuffisance pétrolière des États-Unis ?**

B – La nature du succès américain

Les conditions du succès

- **Des avancées technologiques** mais à partir de techniques connues
Le savoir-faire concerne le choix des paramètres
- **Un grand nombre d'entreprises expertes dans l'activité pétrolière et gazière**, particulièrement dans les activités de service
(forage, sismique, cimentation, fracturation, mesures,...)
- **Un inventaire géologique très riche** (« US Geological Survey »...)
- **Des lois minières favorables** (droit du sol), **un soutien fiscal à l'innovation**

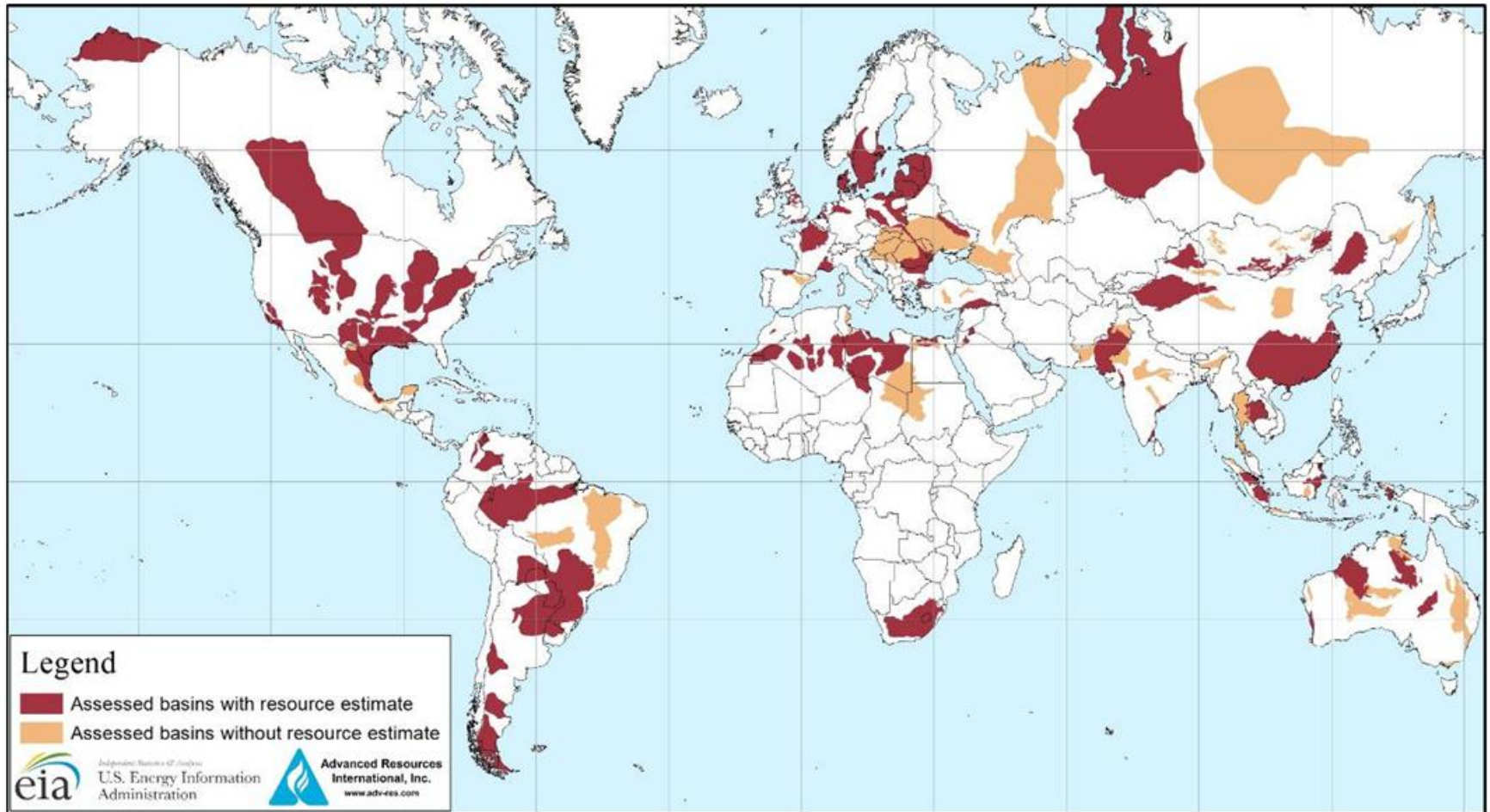
==> Tous ces facteurs ont été très utiles...

Il ne s'agit pas que d'une question de géologie.

B – Conséquences sur les marchés gaziers internationaux

- Les importations de GNL ont disparu
Les installations US de regazéification sont à l'arrêt
==> Les installations d'exportations construites dans le monde pour le marché US, doivent trouver d'autres débouchés : Europe, Asie
- Après 2008, phase de **surcapacité** (due à la crise économique et à l'accroissement de l'offre)
Mais cela est aujourd'hui résorbé (notamment suite à la hausse de la demande asiatique)
- L'impact sur les prix du gaz
Des prix différents selon les régions du monde
La question de **l'indexation des prix du gaz sur le pétrole** (pression à la révision formulée par les importateurs)
- Les marchés gaziers se sont internationalisés mais restent organisés en 3 grands marchés régionaux. **Pas d'évolution vers un marché mondial** comme pour le pétrole.

B – Le potentiel de ressources de shale gas dans le monde



Source : US Energy Information Administration (2013)

Estimation de l'US Energy Information Agency sur les ressources mondiales de shale gas (Avril 2011)

(1 Tcm = 1000 Bcm)	Production 2011 (Bcm)	Consumption 2011 (Bcm)	Proven gas reserves (Tcm)	Technically recoverable shale gas (Tcm)
USA	651	690	7.7	24
Canada	160	105	1.8	11
China	102	134	3	36
Australia	45	26	3.1	11
Argentina	39	47	0.4	22
Brazil	17	27	0.4	6.4
Mexico	53	69	0.3	19
Algeria	78	28	5	6.5
Libya	4	7	1.5	8
South Africa	2	4	-	14
Poland	4	15	0.2	5.3
France	1	40	-	5.1
WORLD	3276	3223	187	190

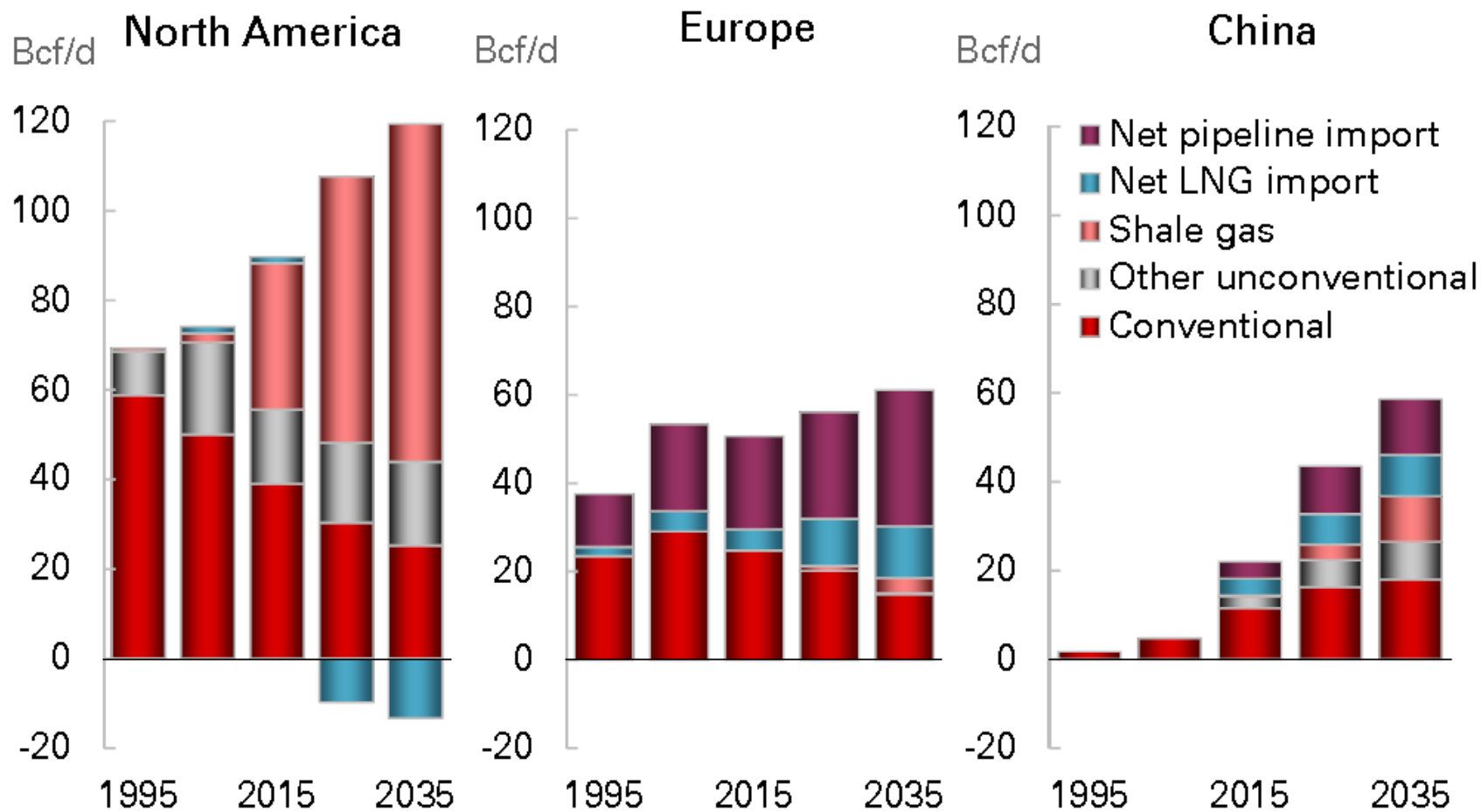
B – Le potentiel de ressources en dehors de l'Amérique du Nord

3 approches de développement des ressources en gaz non conventionnels

- **Australie** D'importantes ressources en différents gaz non conventionnels
Le gaz de charbon est clairement favorisé
De nombreux projets ont été lancés.
Les projets shale commencent à sortir
Un environnement très dynamique pour l'innovation technologique
- **Chine** Aujourd'hui une part très faible de gaz dans le mix énergétique
Politique de développement de la consommation gazière
Un essor de la production domestique permettrait de limiter les importations gazières
- **Europe** Des ressources moins importantes mais peut-être significatives
Pologne : support public du gouvernement
UK, Allemagne, Suède, Danemark
La France : une situation à part dans le monde

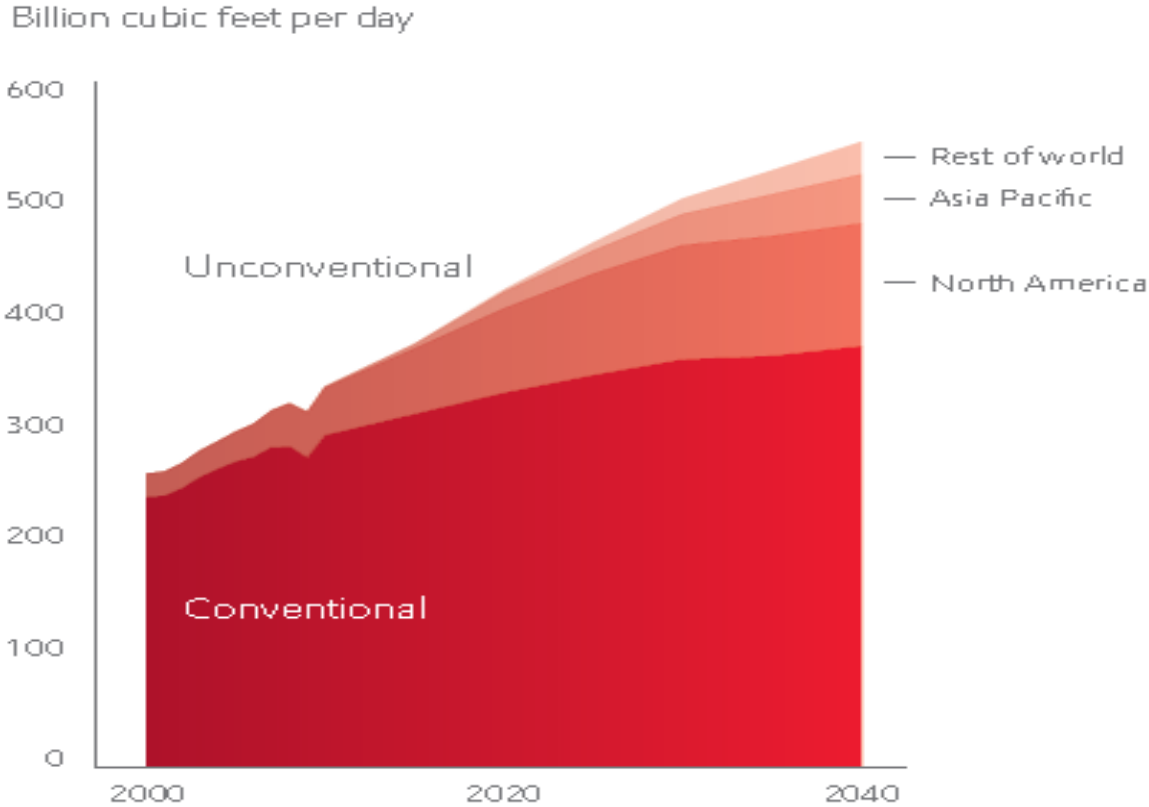
B – Production de gaz par région d'ici 2035

Sources of gas supply by region



Source : BP 2014 - Energy Outlook 2035

B – Production mondiale de gaz non conventionnels



Source ExxonMobil 2014 : The Outlook for Energy - A View to 2040

B – Conséquences sur le mix énergétique mondial

Un âge d'or pour le gaz naturel ?

- **Le gaz jouera un rôle essentiel dans le futur** en raison de
 - Sa **disponibilité** accrue
 - Sa **flexibilité**, liée à la diversité de ses usages et à la possibilité de substitutions avec d'autres sources d'énergie
 - Ses émissions en gaz à effet de serres (GES) relativement faibles

- **Le shale gaz sera un élément clé de l'avenir du gaz**
(toutefois l'essor de sa production dans le monde pourrait être lent...)

FIN