

Quelle est l'Énergie du Futur?



Nicolas Meilhan
Ingénieur Conseil, Frost & Sullivan

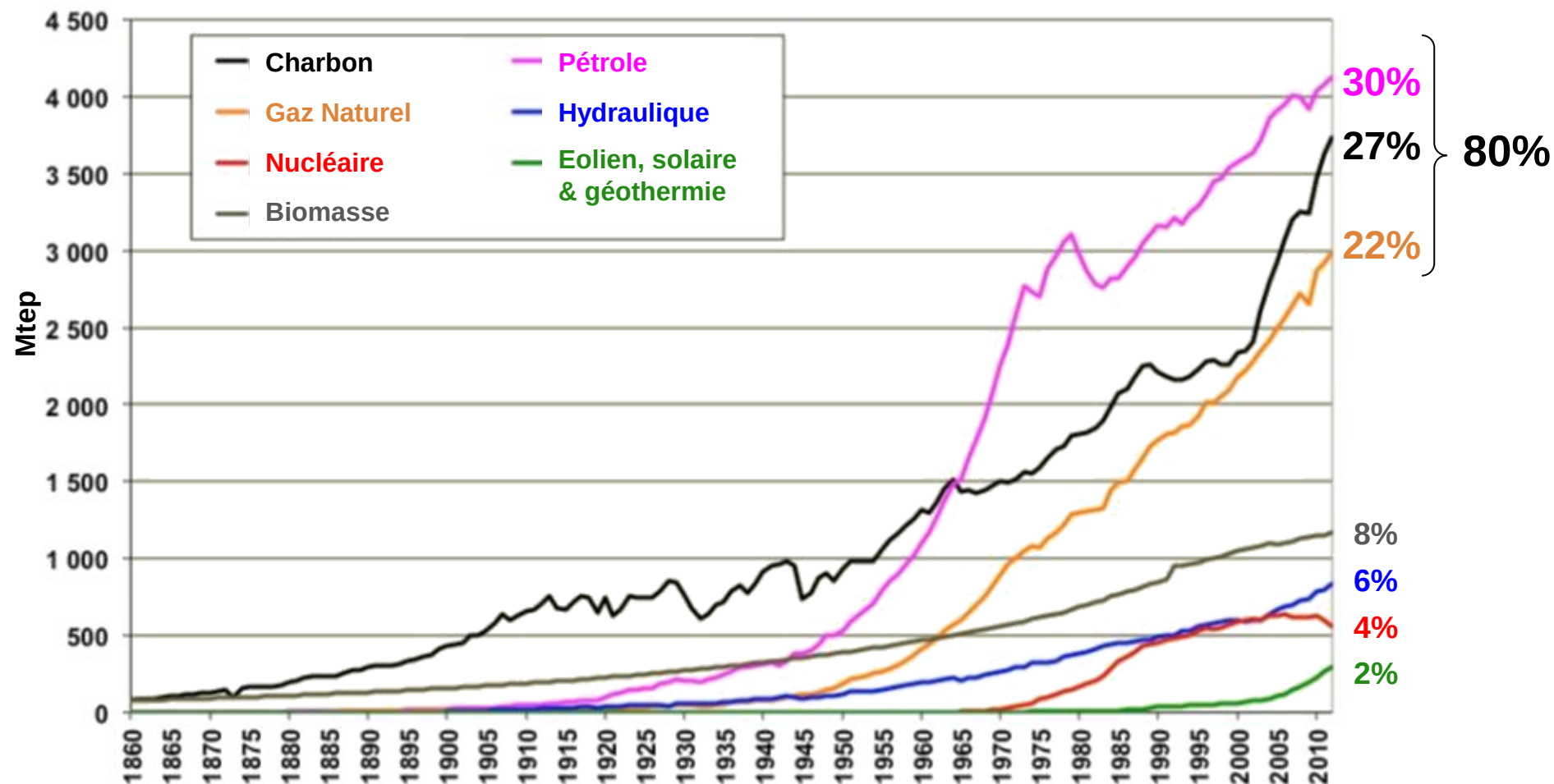
Avril 2015

Quelle est l'énergie du passé?

Le pétrole reste la principale source d'énergie, mais le gaz et le charbon lui ont repris des parts de marché ces dernières années.

Evolution de la consommation mondiale d'énergie primaire

- Millions de tonnes équivalent pétrole, 1860 à 2012 -



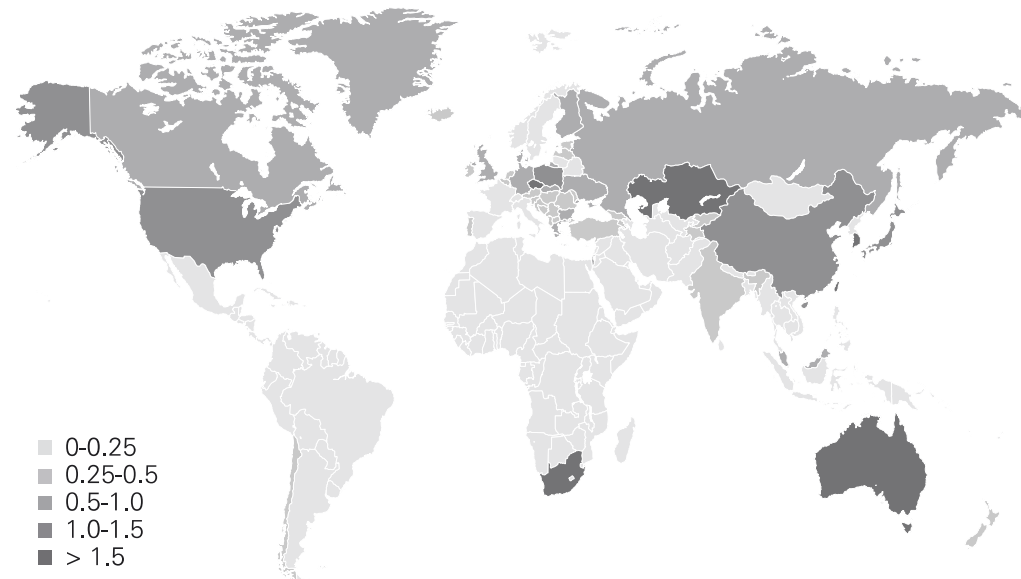
Sources: Shilling et al., 1977, et BP Statistical Review, 2013

Et moi qui croyait que le charbon était une énergie du passé...

Le charbon a effectivement permis la révolution industrielle au 18^{ème} siècle. Mais c'est aussi l'énergie du futur: il pourrait dépasser le pétrole et devenir la 1^{ère} source d'énergie d'ici 2030

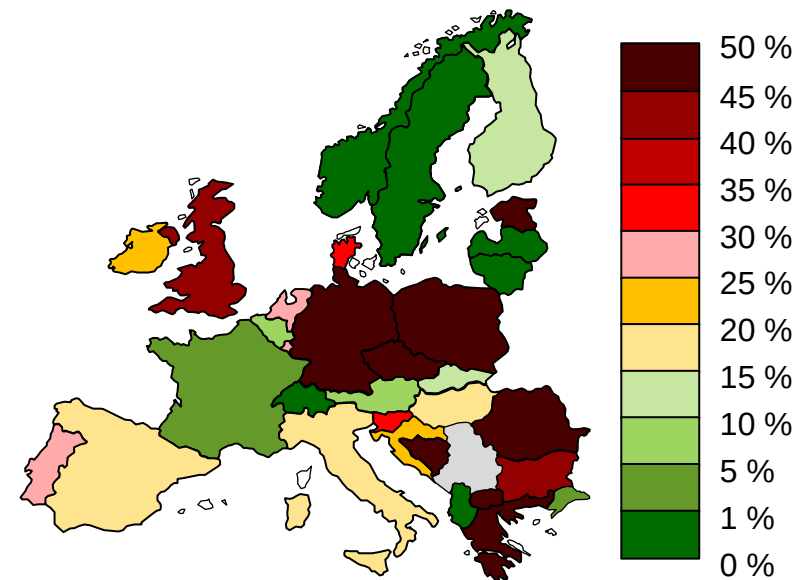
Consommation de charbon par habitant

- Tonnes d'équivalent pétrole, 2013 -



Production d'électricité à base de charbon

- % de la production totale d'électricité, 2012 -



40% de l'électricité mondiale est produite à partir de charbon, qui représente 40% des émissions mondiales de CO2 et 60% de l'augmentation de ces émissions depuis l'an 2000

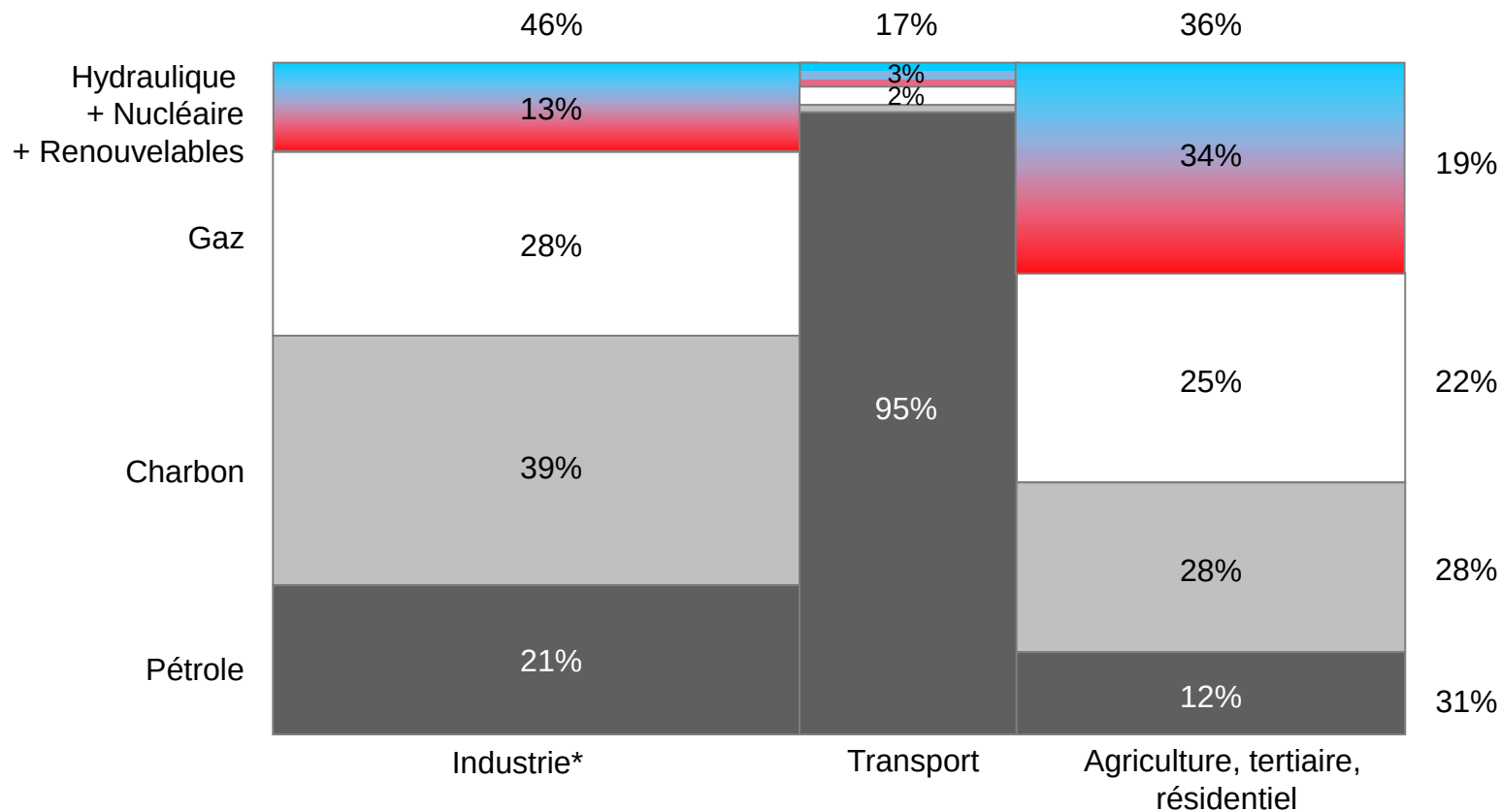
Source: Banque Mondiale, [BP Statistical Review of World Energy 2014](#)

A quoi nous sert toute cette énergie?

Le pétrole est l'énergie du transport (qui en dépend à 95%) alors que le charbon permet de fabriquer tout ce qui nous entoure, couvrant presque 40% des besoins de l'industrie

Répartition de la consommation mondiale d'énergie primaire

- % de tonnes équivalent pétrole, 2013-



* Inclus les usages non-énergétiques Autres secteurs = agriculture, tertiaire, résidentiel

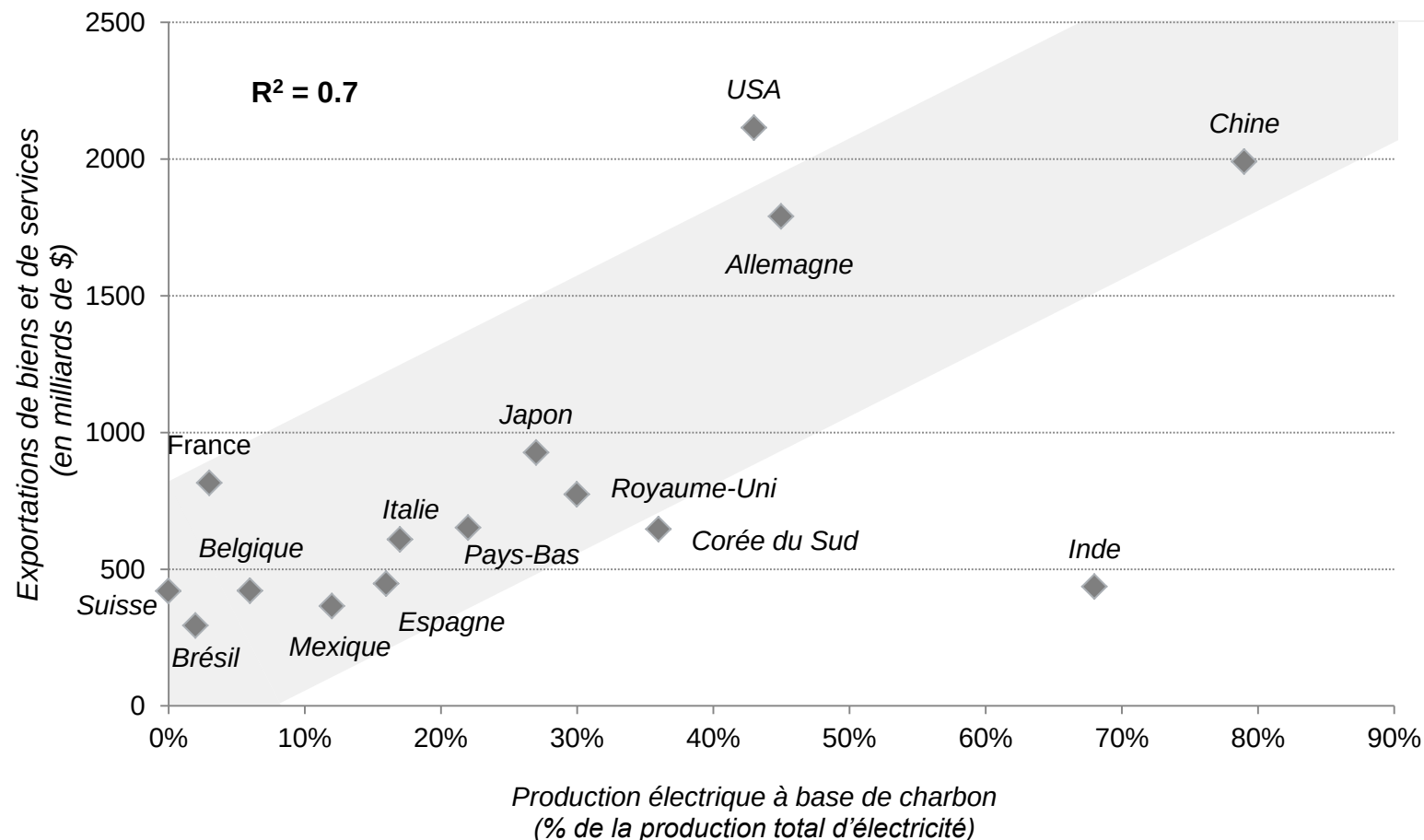
Sources: [BP Energy Outlook 2035](#), EIA

Pourquoi utilise-t-on majoritairement du charbon dans l'industrie?

Demandez aux 15 principaux pays exportateurs (qui représentent 80% des exportations mondiales) – ils auront probablement la réponse

Exportations de biens & de services vs. production électrique à base de charbon

- Top 15 des pays exportateurs de biens & services*, 2011 -



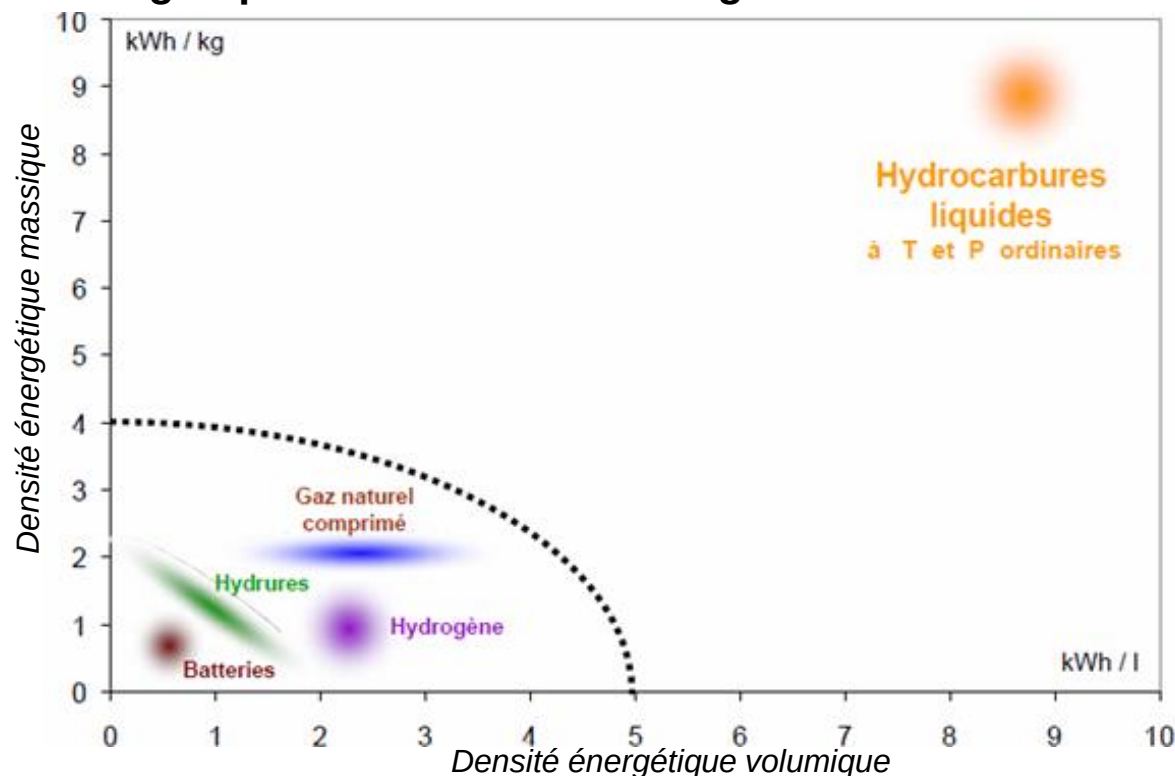
* Hors énergie

Source: Banque Mondiale

Pourquoi le pétrole est-il la seule énergie utilisée pour le transport?

1kg de pétrole contient autant d'énergie que 100 kg de batteries

Densité énergétique des différentes énergies utilisées dans le transport



« Si on considère que la construction de la grande pyramide de Khéops nécessita le travail manuel de 10 000 personnes pendant 20 ans, alors la consommation journalière d'essence, de diesel et de kérosène aux Etats-Unis permettrait de construire 100 pyramides chaque jour »

Richard Heinberg

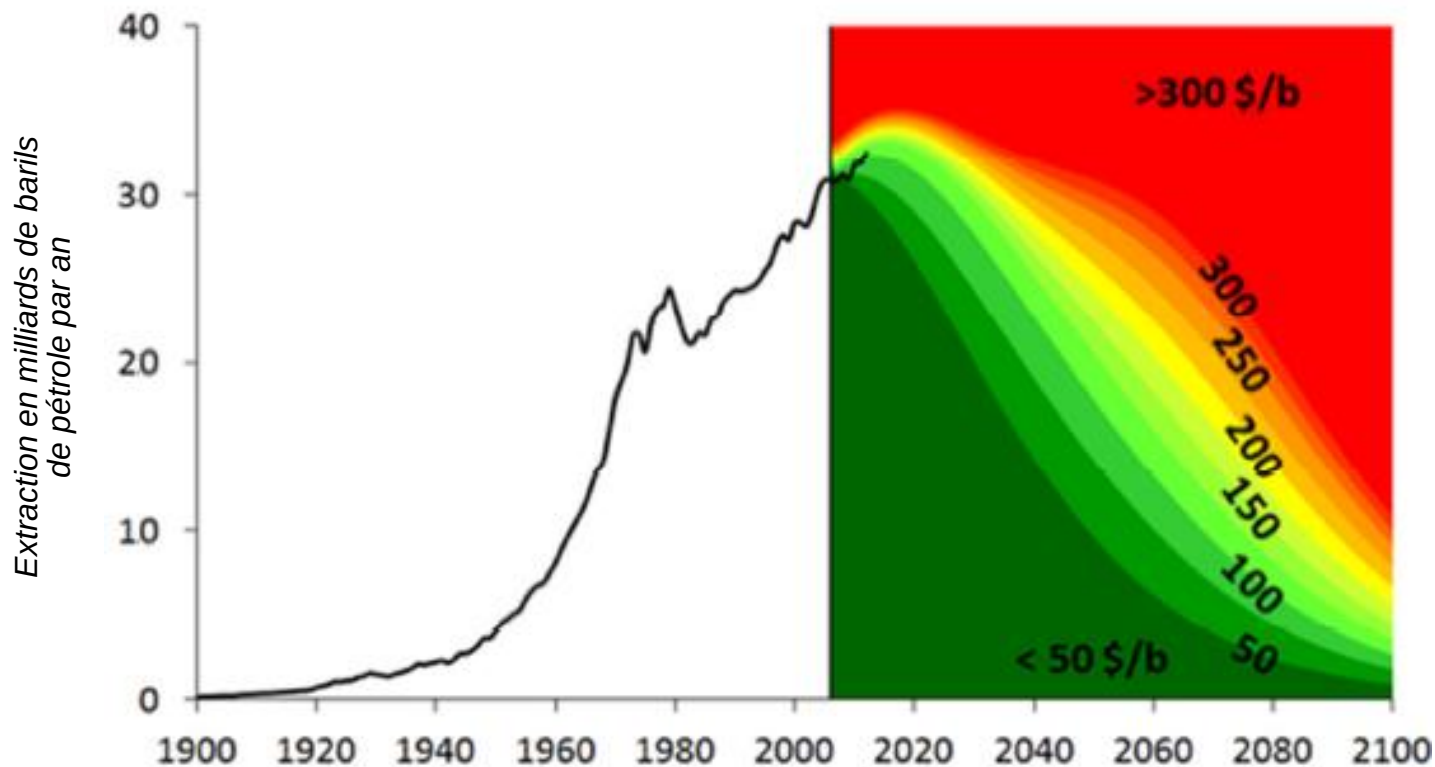
Source : Pierre-René Bauquis, Richard Heinberg

Restera-t-il encore du pétrole en 2100?

La principale question est surtout de savoir pendant encore combien de temps disposerons-nous de pétrole peu cher pour faire tourner notre économie (et nos voitures..)

Evolution de l'extraction d'hydrocarbures liquides

- 1900 à 2100 -



« Ce n'est pas la taille du réservoir qui compte mais la taille du robinet »

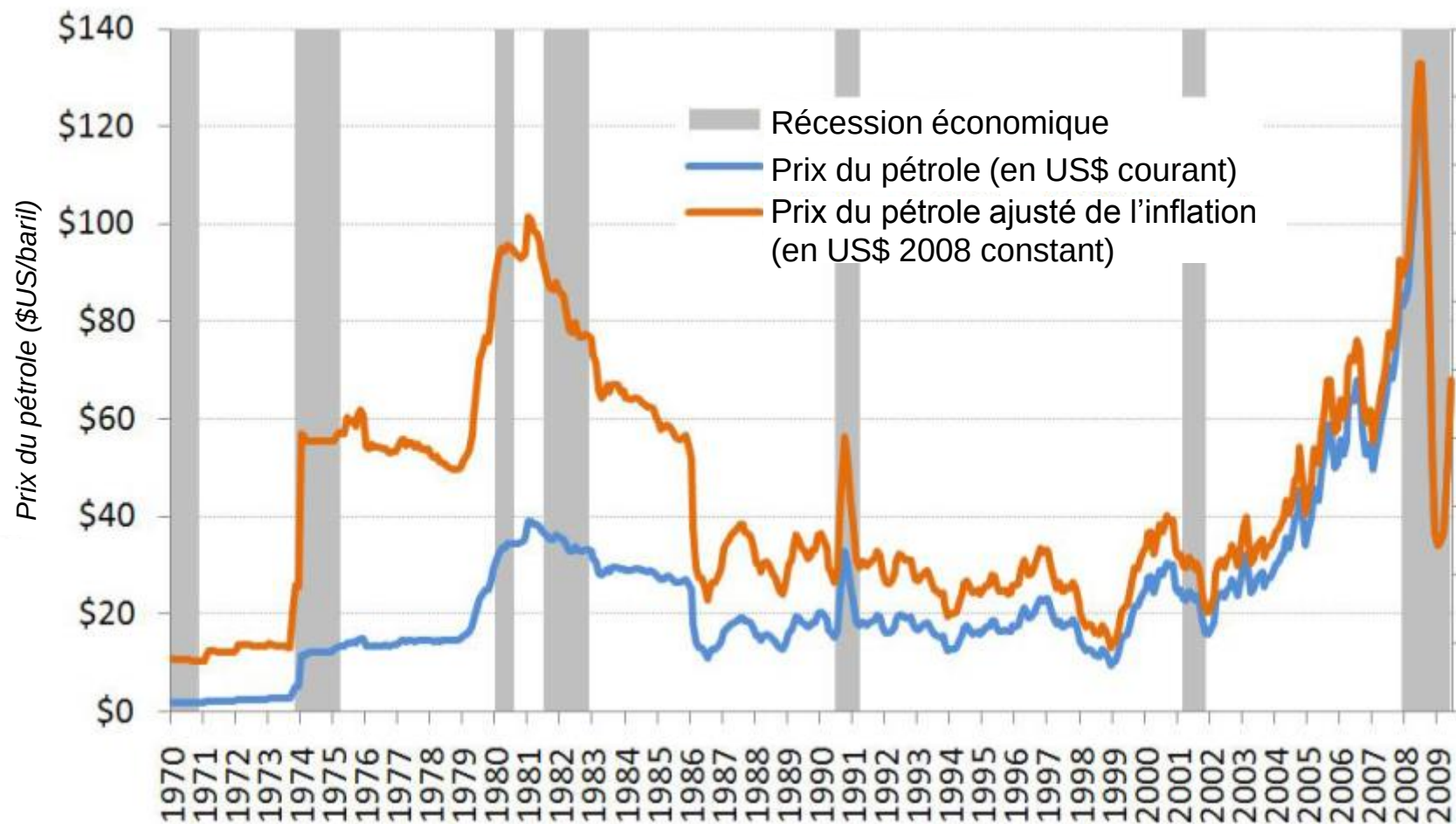
Jean-Marie Bourdaire

Source : Jean-Marie Bourdaire, Patrick Brocorens

A-t-on vraiment besoin de pétrole peu cher pour faire tourner notre économie?

Quatre des cinq dernières grandes crises économiques mondiales ont été précédées par un choc pétrolier

Récessions économiques vs. prix du pétrole

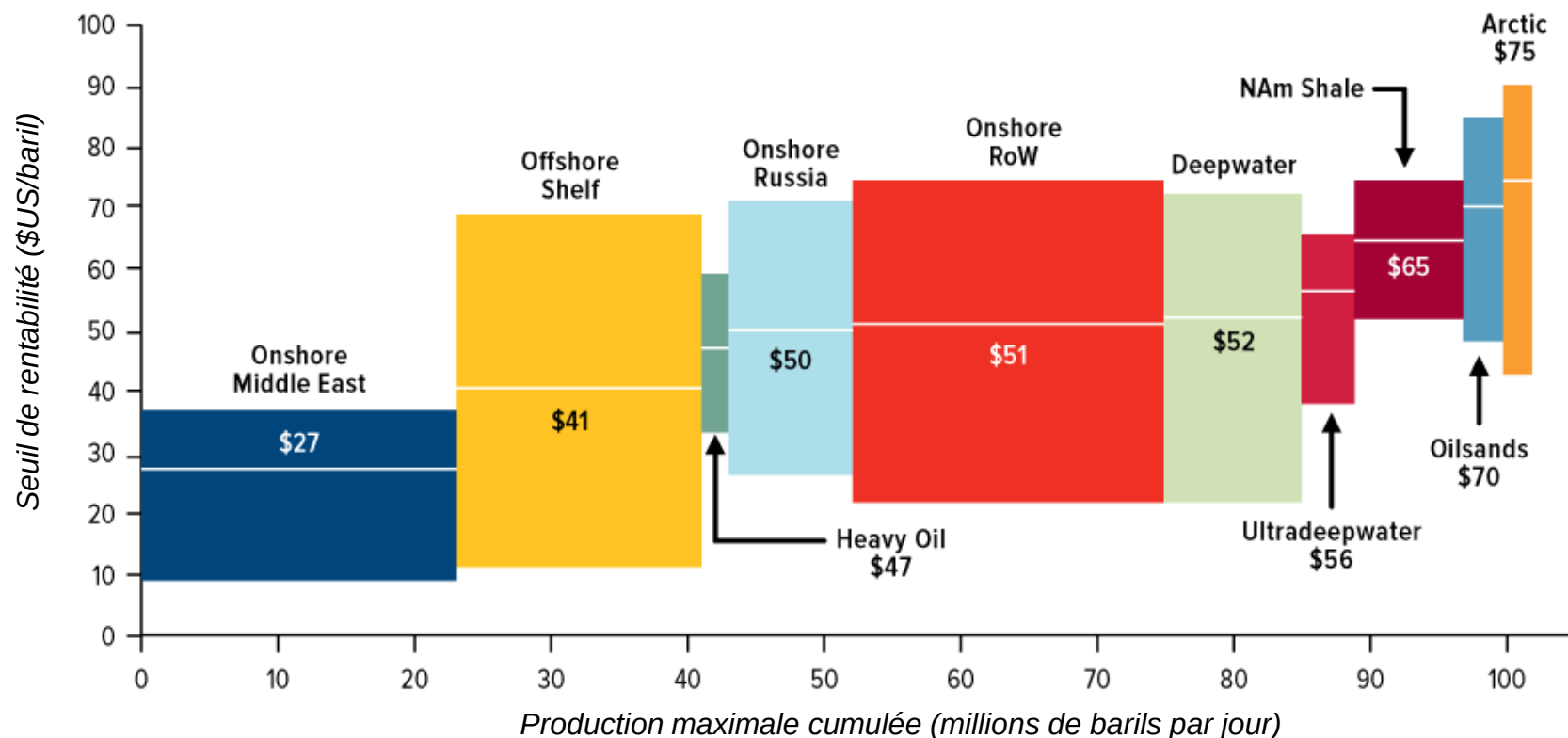


Source: Steven Kopits, June 2009, Douglas Westwood, Oil: What price can America afford?, EIA, NBER

Houston, nous avons un problème...

Certains champs de pétrole ont besoin d'un baril de pétrole à plus de 80\$ pour être rentables alors que la demande de pétrole se contracte à partir de 100\$ aux US et de 120 \$ en Chine

Seuil de rentabilité des champs pétroliers en cours de développement



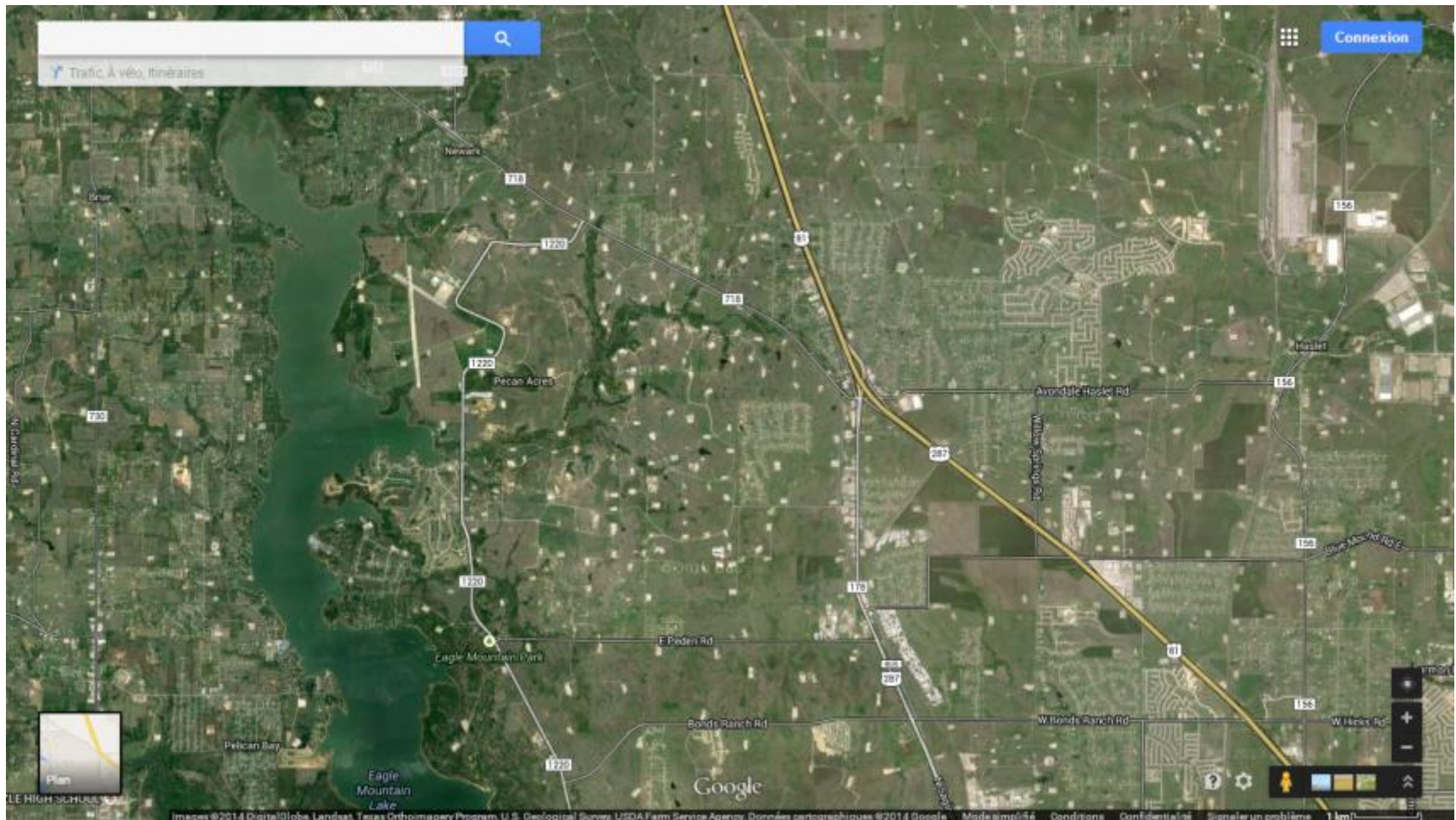
Source: Rystad Energy, Morgan Stanley, U.S. Global Investors

La solution n'est-elle pas le gaz et le pétrole de schiste?

A court terme, peut-être aux Etats-Unis avec 40% de la consommation de gaz en 2013, à plus long terme probablement pas en Europe avec seulement 10% de la consommation de gaz en 2030

Vue aérienne d'un champ d'exploitation de gaz de schiste au Texas

- Cliquez sur l'image -

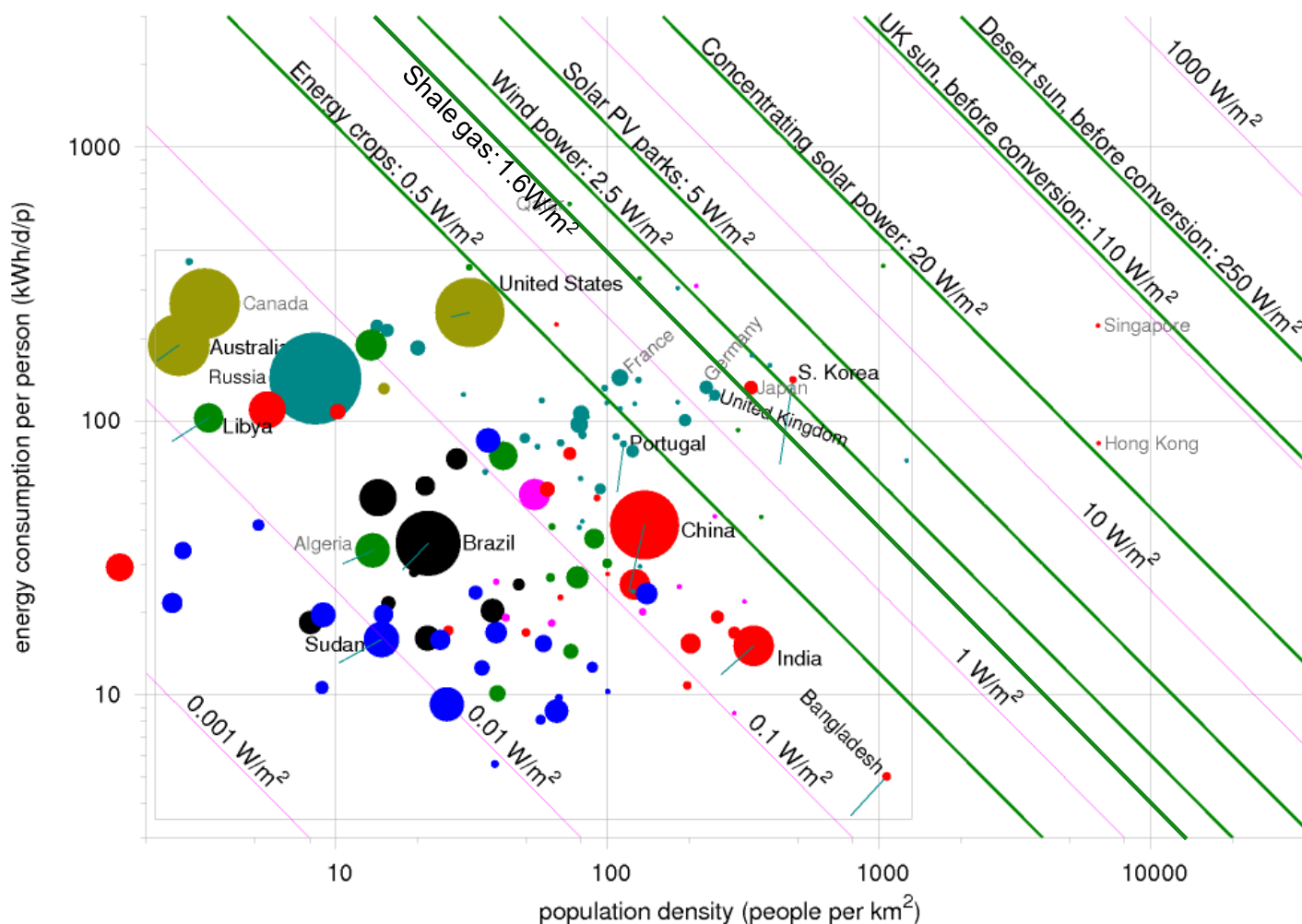


Source : [Google maps](#)

Est-ce vraiment si important que cela d'avoir de la place?

Il faut regarder attentivement la densité énergétique surfacique quand on s'intéresse à l'énergie du futur: moins on a de place, moins on a de choix!

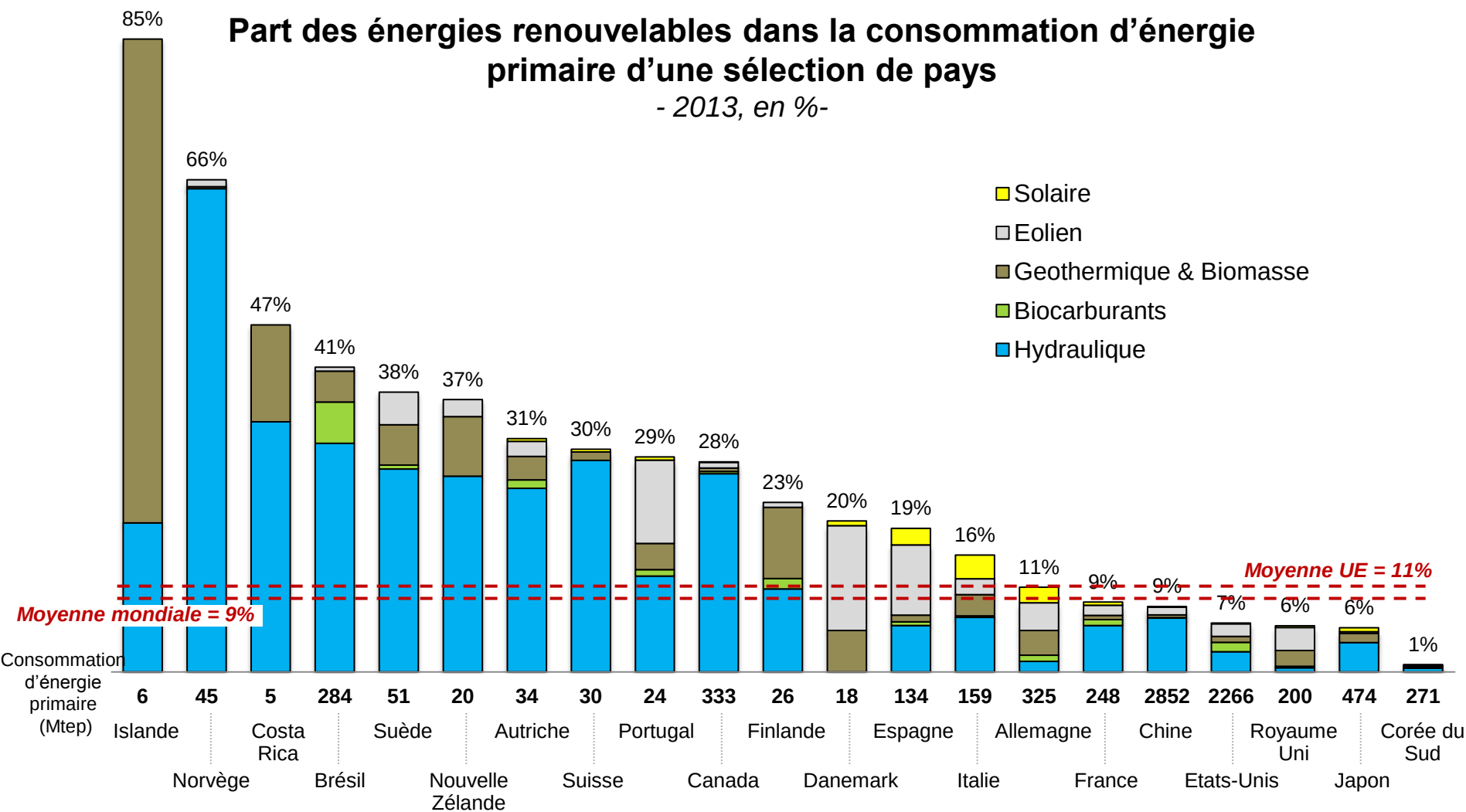
Densité énergétique surfacique



Source: [David MacKay, a reality check on renewables](#)

Ne peut-on pas avoir une énergie 100% renouvelable comme au Moyen Âge?

Les pays gâtés par la nature - forêts, montagnes ou géothermie - pourront s'en rapprocher; pour les autres, ce sera plus compliqué à moins d'une baisse significative de la consommation



Facteur de conversion TWh / Mtep sur la base d'un rendement moyen de 38% des centrales thermiques modernes

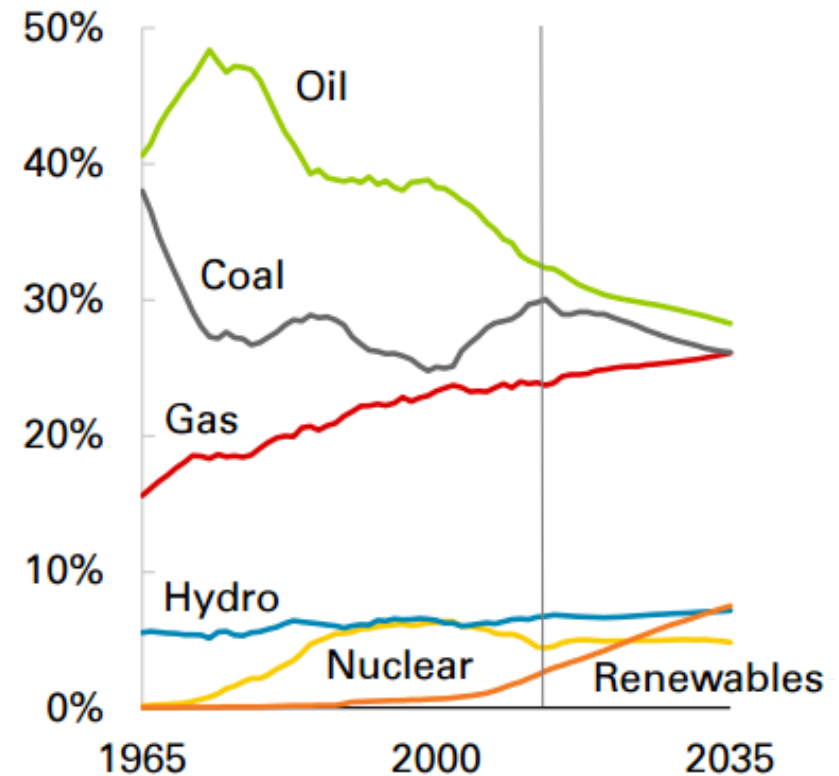
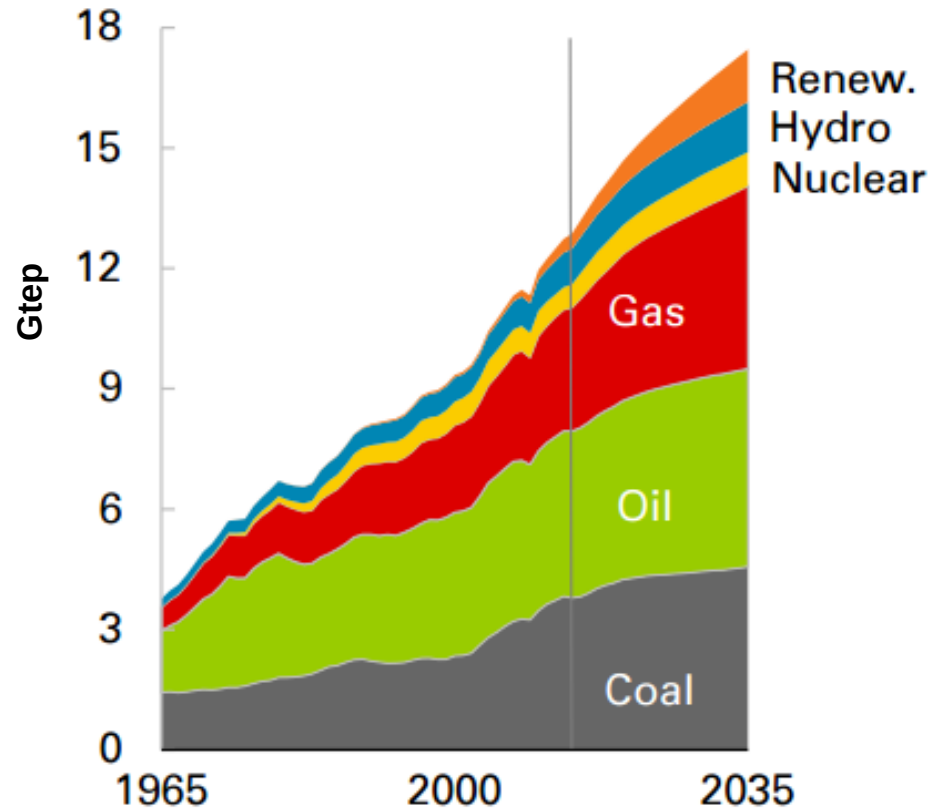
Sources: [BP Statistical Review of World Energy 2014](#), Frost & Sullivan

Quelle pourrait être l'énergie du futur alors?

La part des énergies fossiles dans la consommation d'énergie mondiale ne devrait baisser que très modestement de 85% en 2013 à 80% en 2035, la part des nouvelles énergies renouvelables augmentant elle de 3% en 2013 à 8% en 2035

Evolution de la consommation mondiale d'énergie primaire

- Milliards de tonnes équivalent pétrole et %, 1965 à 2035 -



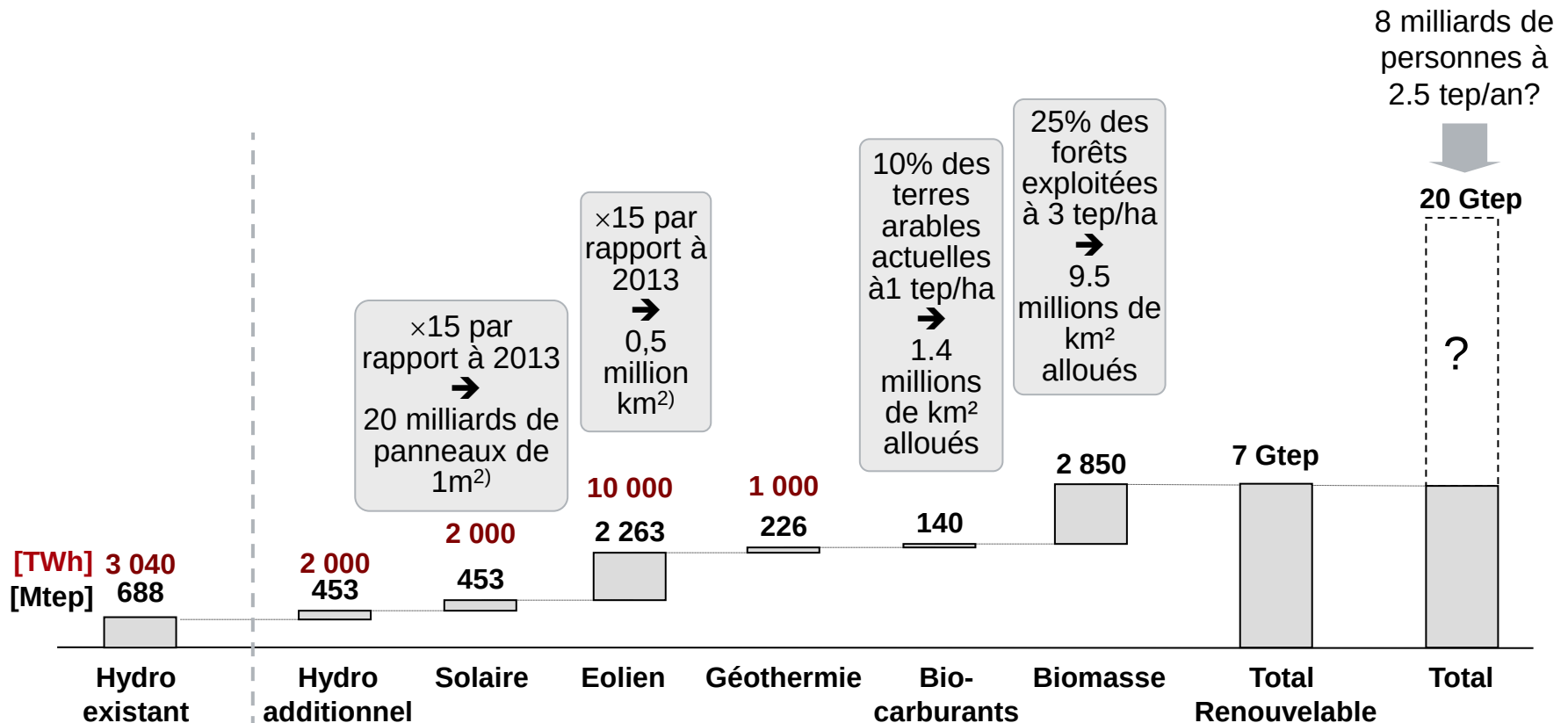
Source: [BP Energy Outlook 2035](#)

Comment faire le jour où on n'aura plus de pétrole, ni de gaz, ni de charbon?

Cela va être très compliqué de maintenir notre niveau de vie actuel sans économies substantielles d'énergie – efficacité & sobriété

Potentiel de production des énergies renouvelables

- Millions de tonnes équivalent pétrole par an -



Facteur de conversion TWh / Mtep sur la base d'un rendement moyen de 38% des centrales thermiques modernes

Source: [Philippe Bihouix](#), [BP Statistical Review of World Energy 2014](#), [Frost & Sullivan](#)

Quelle est la véritable énergie du futur alors?
Celle que nous ne consommerons pas!



F R O S T & S U L L I V A N

Nicolas Meilhan

Consultant Principal
Energie & Transport

 (+33) 1 42 81 23 24

 [nicolas .meilhan@frost.com](mailto:nicolas.meilhan@frost.com)

