La fin (annoncée) des énergies fossiles

- Consommation annuelle et prévisions
- Pétrole, la production et la demande
- Avantages et utilisation du pétrole
- Réserves mondiales de pétrole et gaz naturel
- La fin du pétrole. Que faire ?
  1) économies
  2) changer de sources d'énergie (mais attention au charbon!) : énergies renouvelables, énergie nucléaire
- Pour l'instant : leurres et cacophonie

La fin (annoncée) des énergies fossiles

Il existe de grandes incertitudes concernant les réserves et les prix d'extraction, mais il est aujourd'hui admis que ce siècle verra la fin du pétrole et du gaz.

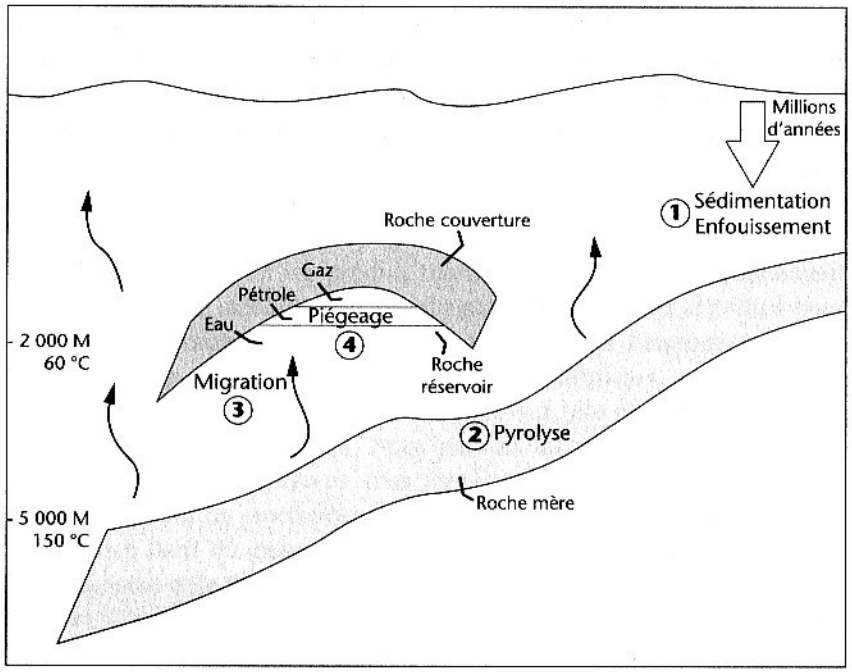
Les géologues les plus pessimistes annoncent même que la production mondiale de pétrole commencera à décroître dès 2015.

Le gaz devrait durer un peu plus longtemps; quant au charbon, il en existe de grandes quantités réparties de façon plus homogène sur la planète, mais...

Genèse du pétrole

La genèse du pétrole

Schéma général de formation du pétrole et du gaz naturel



Il faut 23 tonnes de matières organiques et plus d'un million d'années pour obtenir un litre d'essence.

Le pétrole et le gaz naturel se sont constitués au cours d'un même processus comportant quatre étapes :

1. Leur genèse débute il y a plusieurs millions d'années. De minuscules organismes d'origine marine, plancton et algues unicellulaires, meurent. Ils se déposent au fond des océans, se décomposent partiellement et sont piégés dans une boue. Au fur et à mesure que d'autres sédiments s'empilent au-dessus, la boue s'enfonce et se compacte pour progressivement devenir une roche.

2. Au bout de quelques millions d'années, les sédiments tassés et durcis forment ce que l'on appelle une roche mère. Avec l'augmentation de la profondeur, la température croît. Vers moins 2 000 mètres débute la formation de pétrole, vers moins 5 000 mètres celle du gaz naturel.

3. Sous l'effet de la pression considérable qui règne à ces profondeurs, du pétrole, du gaz, mais aussi de l'eau sont expulsés de la roche mère et entament une migration vers les autres roches poreuses et perméables environnantes. La migration s'effectue vers des zones de moins forte pression, donc vers la surface.

4. Parfois, pétrole et gaz naturel sont piégés lors de leur remontée par une couche de roche imperméable. Si celle-ci a une forme concave (bol inversé), il y a alors formation d'un gisement d'hydrocarbures piégés dans une roche réservoir. Petit à petit, sous l'effet de leurs densités différentes, gaz, pétrole et eau se séparent au sein de la roche réservoir et forment des couches. Étant plus léger, le gaz se situe au-dessus, puis vient le pétrole et enfin l'eau.

Les habitudes

Cela fait 200 ans que l'on dispose d'énergie abondante et bon marché, alors, pourquoi faire ?

Jusqu'ici, le problème principal du pétrole a même été la surproduction**.

XIXe siècle : charbon, machine à vapeur.

XXe siècle : électricité, pétrole, moteur à combustion.

XXI siècle : on fabrique et on jette tout et n'importe quoi; on gaspille le pétrole (et l'électricité) comme s'il y en avait pour l'éternité.

** Le pétrole étant moins cher que l'eau minérale.

Demande d'énergie primaire (MONDE 2005)

~ 10.5 Gtep/an

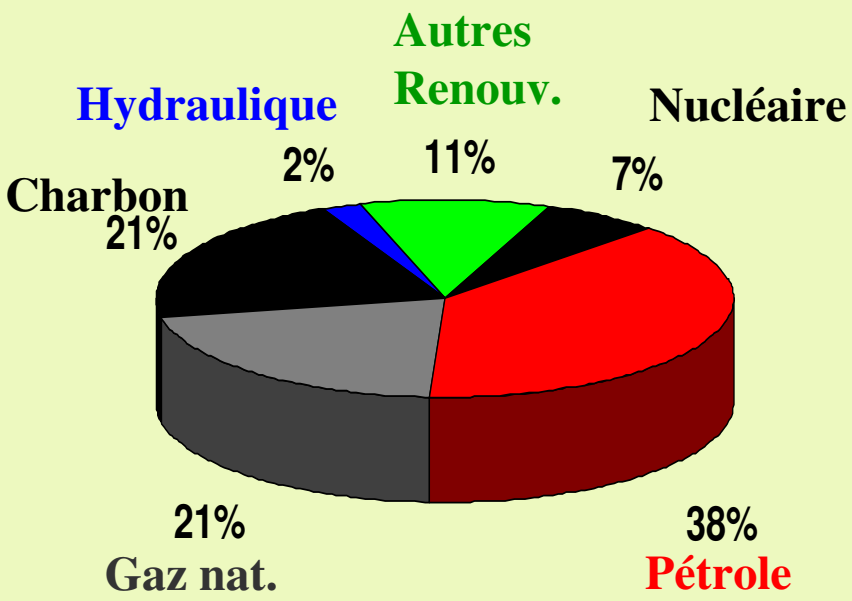
(dont ~80% d'énergies fossiles carbonées)

soit :

Pétrole : 3.8 Gtep/an

Gaz nat. : 2.2 Gtep/an

Charbon : 2.2 Gtep/an



1 Gtep = 1 milliard de tonnes-équivalent-pétrole

En 2050 : 1.5, 2 ou 3 fois la consommation actuelle

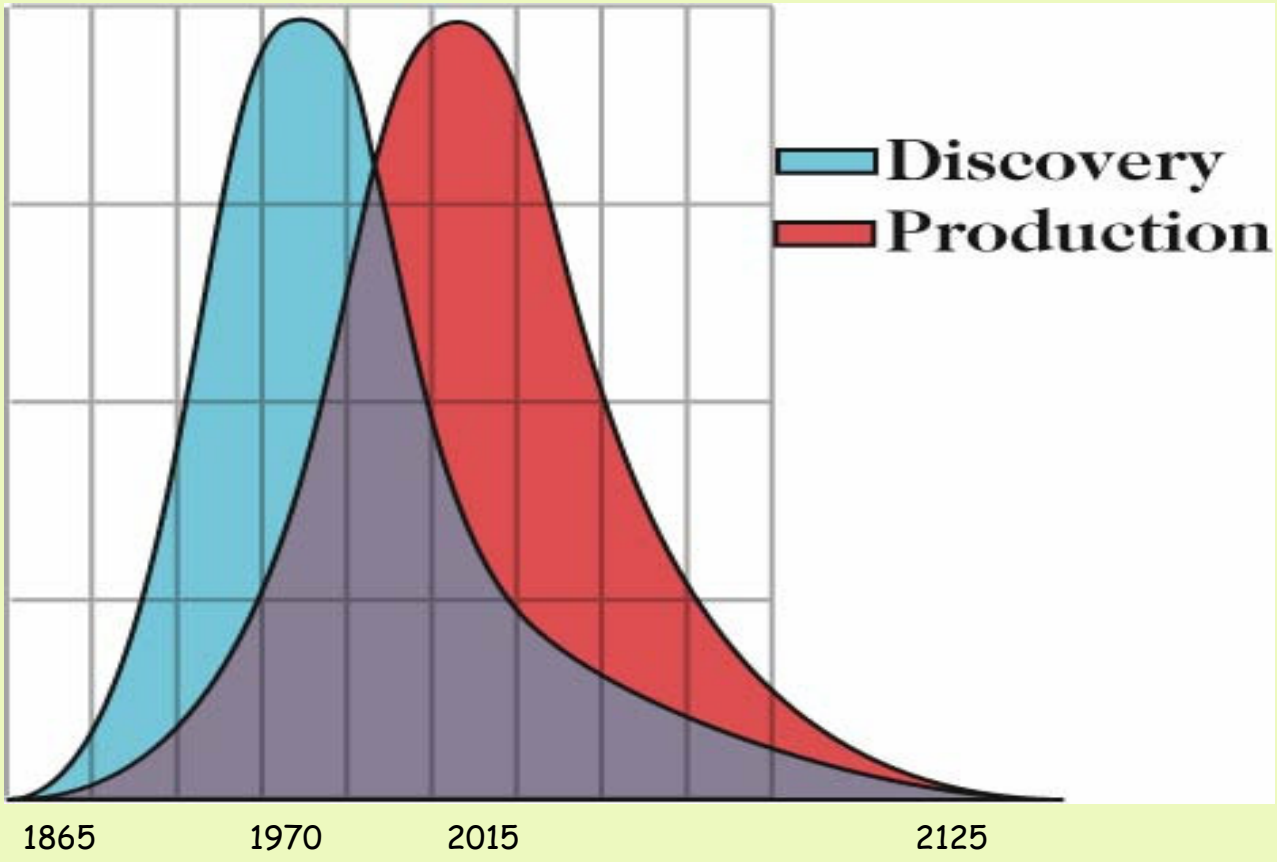
Consommation et ressources

%	Combustible	Réserves disponibles	Consommation annuelle	Années d'utilisation au taux actuel de consommation
38 %	Pétrole	130 Gt	3.8 Gt	35
21 %	Gaz naturel	120 Gt	2.2 Gt	55
21 %	Charbon	1000 Gt	2.2 Gt	400
7 %	Uranium	2-5 Mt	0.05 Mt	40-100* 2400-3000**

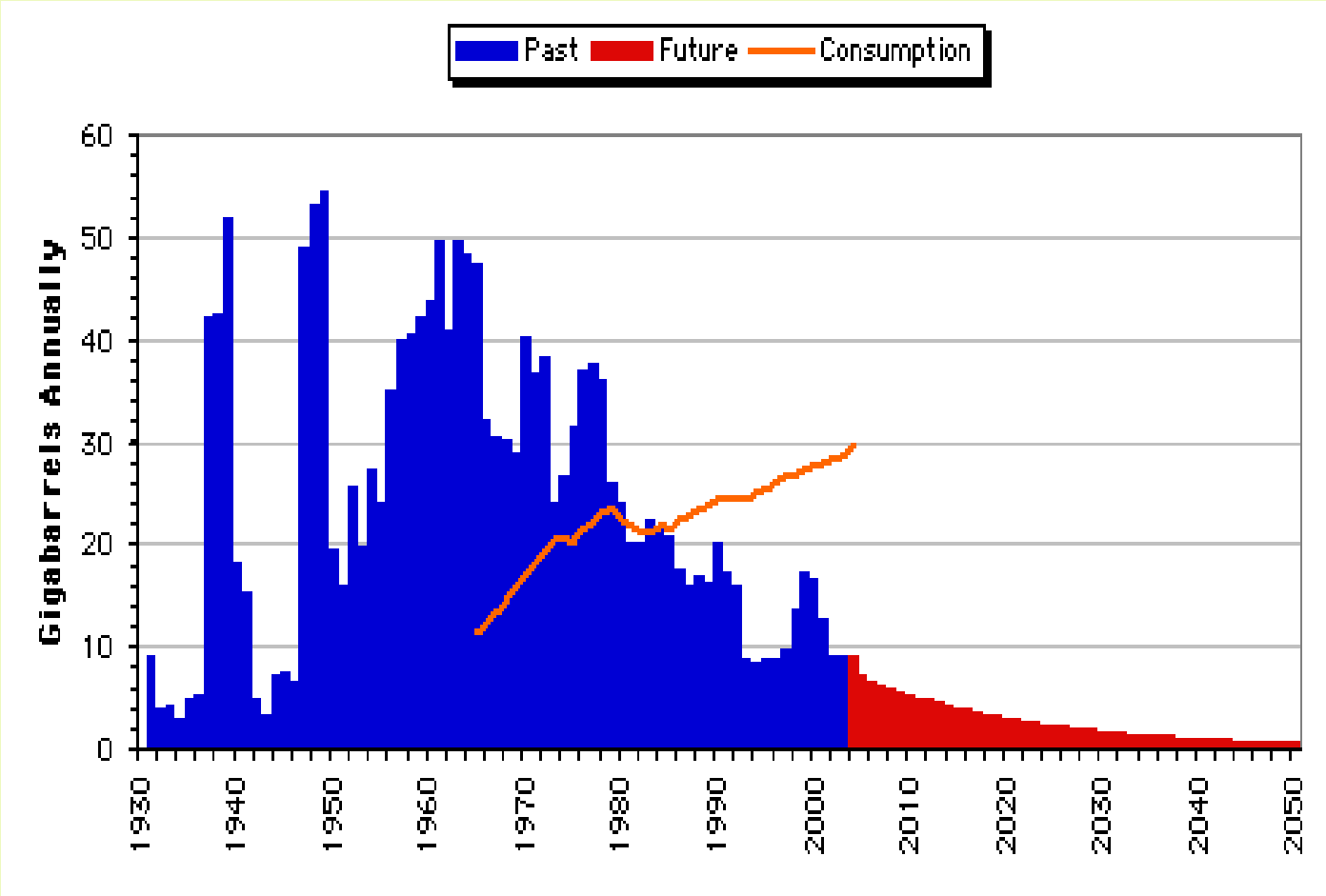
* Réacteurs de fission conventionnels
** Réacteurs de fission avancés (IVème génération)

[M = 1 million, G = 1 milliard]

Pic de découvertes et pic de production



Pétrole - Le pic des découvertes



La décroissance du pétrole vue par Chevron

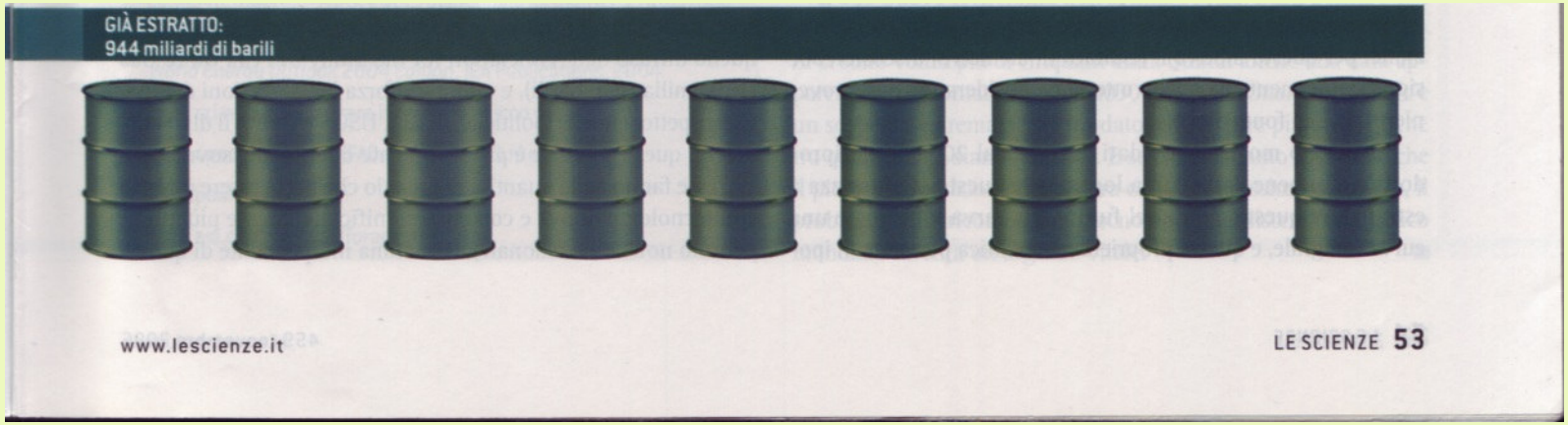
Le monde consomme 2 barils pour chaque baril découvert

Cela doit-il être un motif d'inquiétude?

Source: pub dans TIME (2006)

Combien de pétrole ?

Déjà extrait : 944 milliards de barils



À découvrir : 142 milliards de barils. À extraire : 764 milliards de barils.

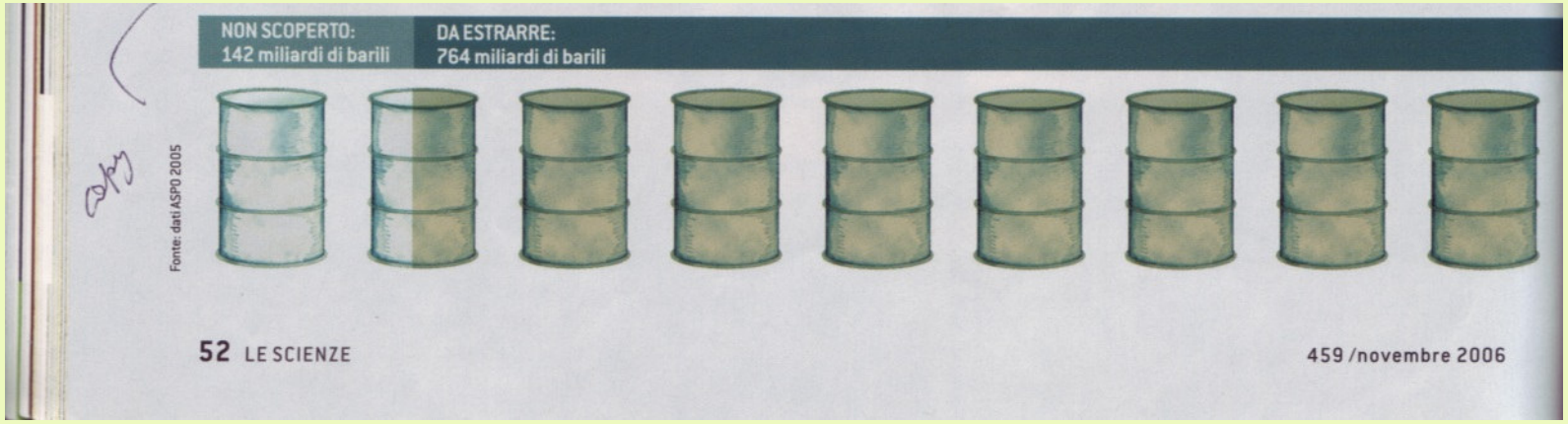
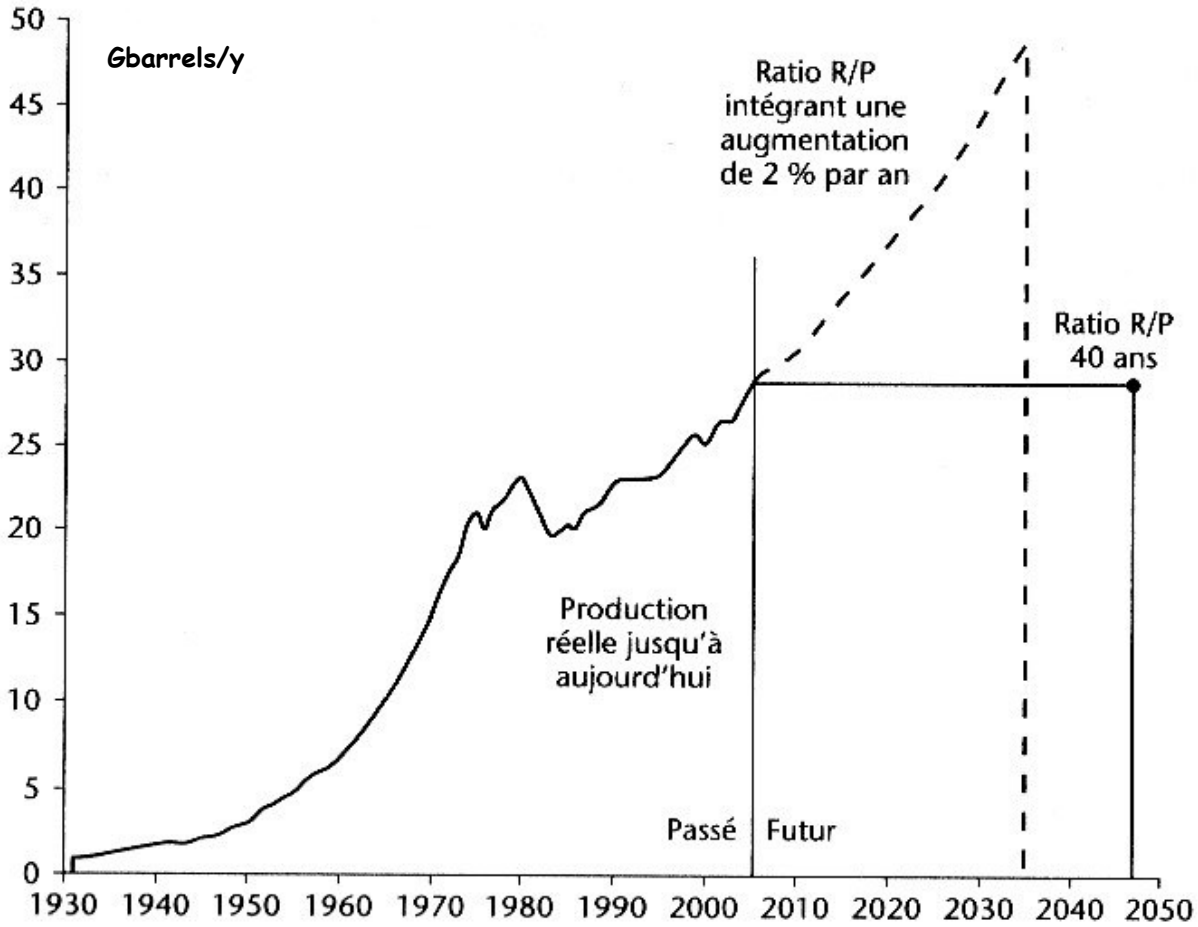
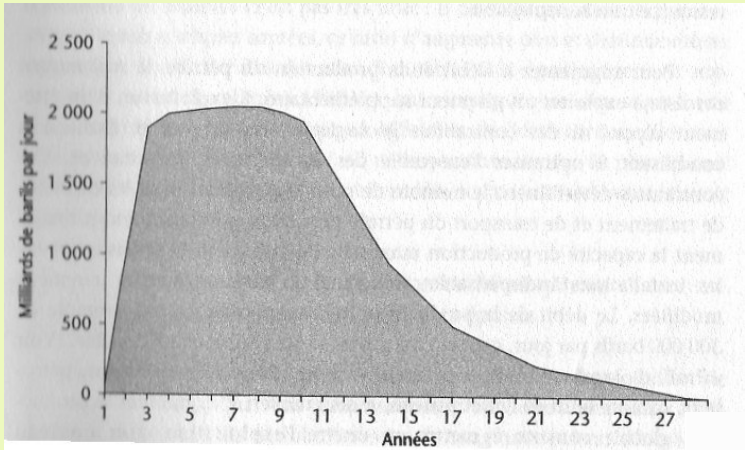


Figure 2.2 : Production annuelle de pétrole au niveau mondial et représentation du ratio R/P simple et R/P avec 2 % d'augmentation.

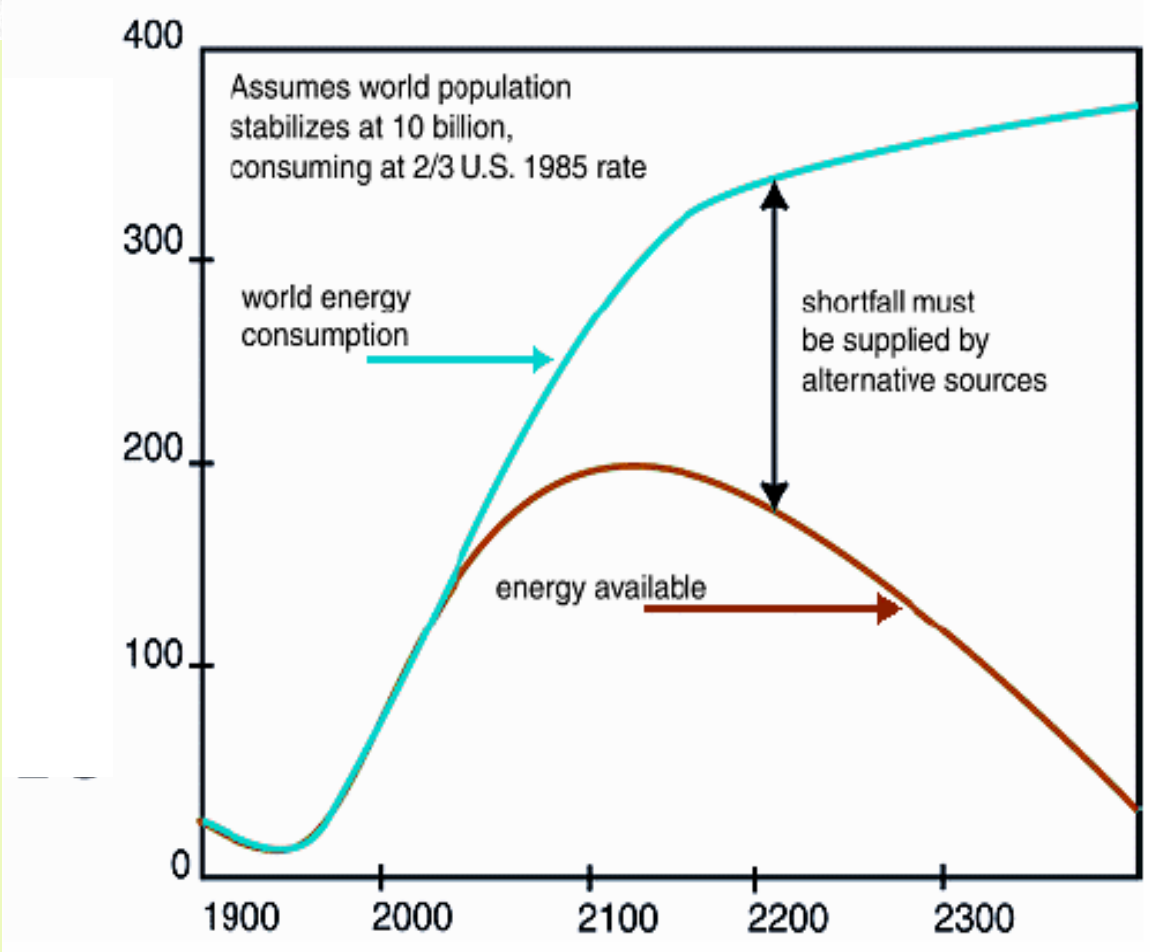




Courbe de production d'un gisement de pétrole

Taux de récupération de 3% à 85% (moyenne 30-40%).

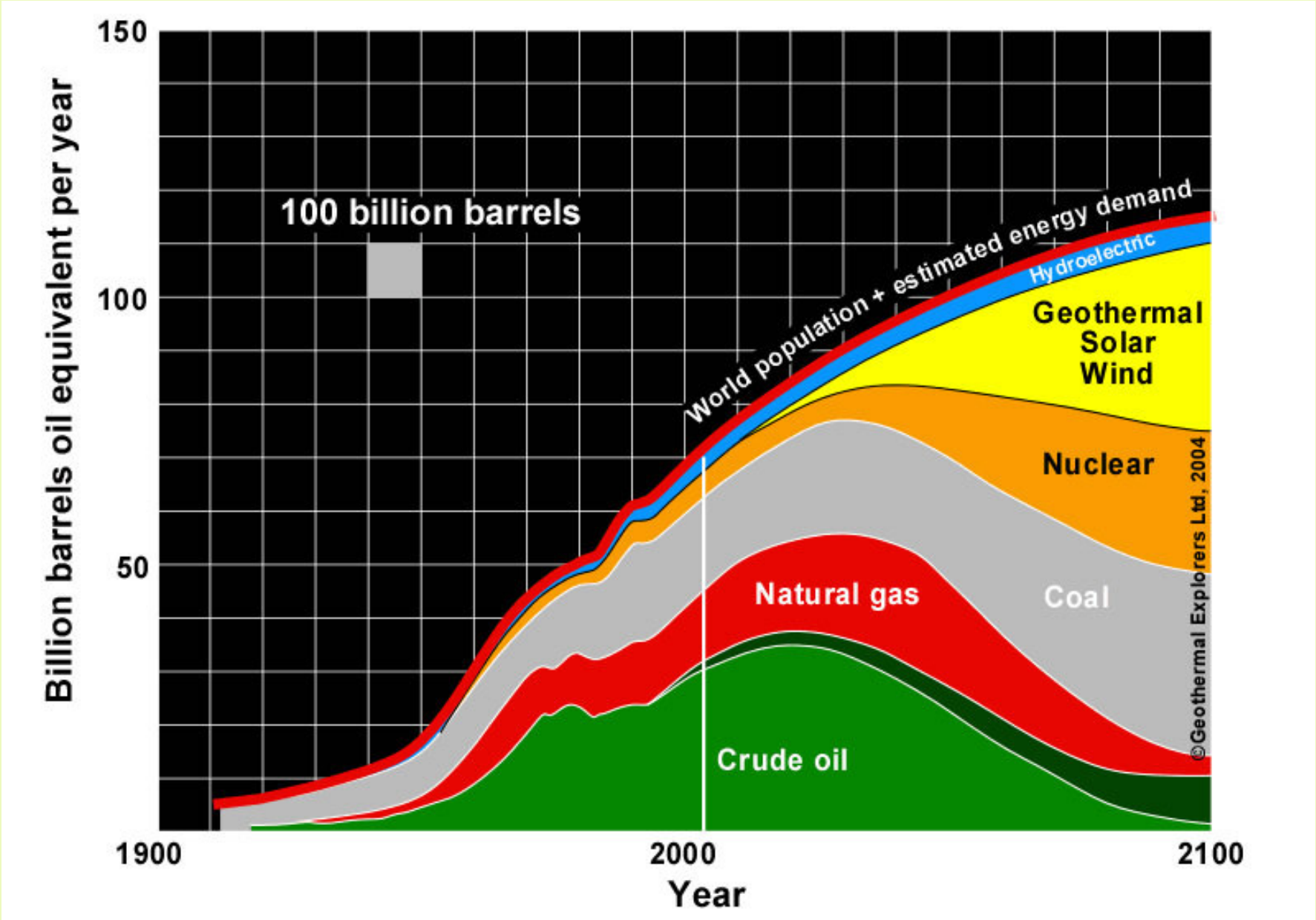
Divergence de la courbe de consommation mondiale et de la courbe de production de combustibles fossiles



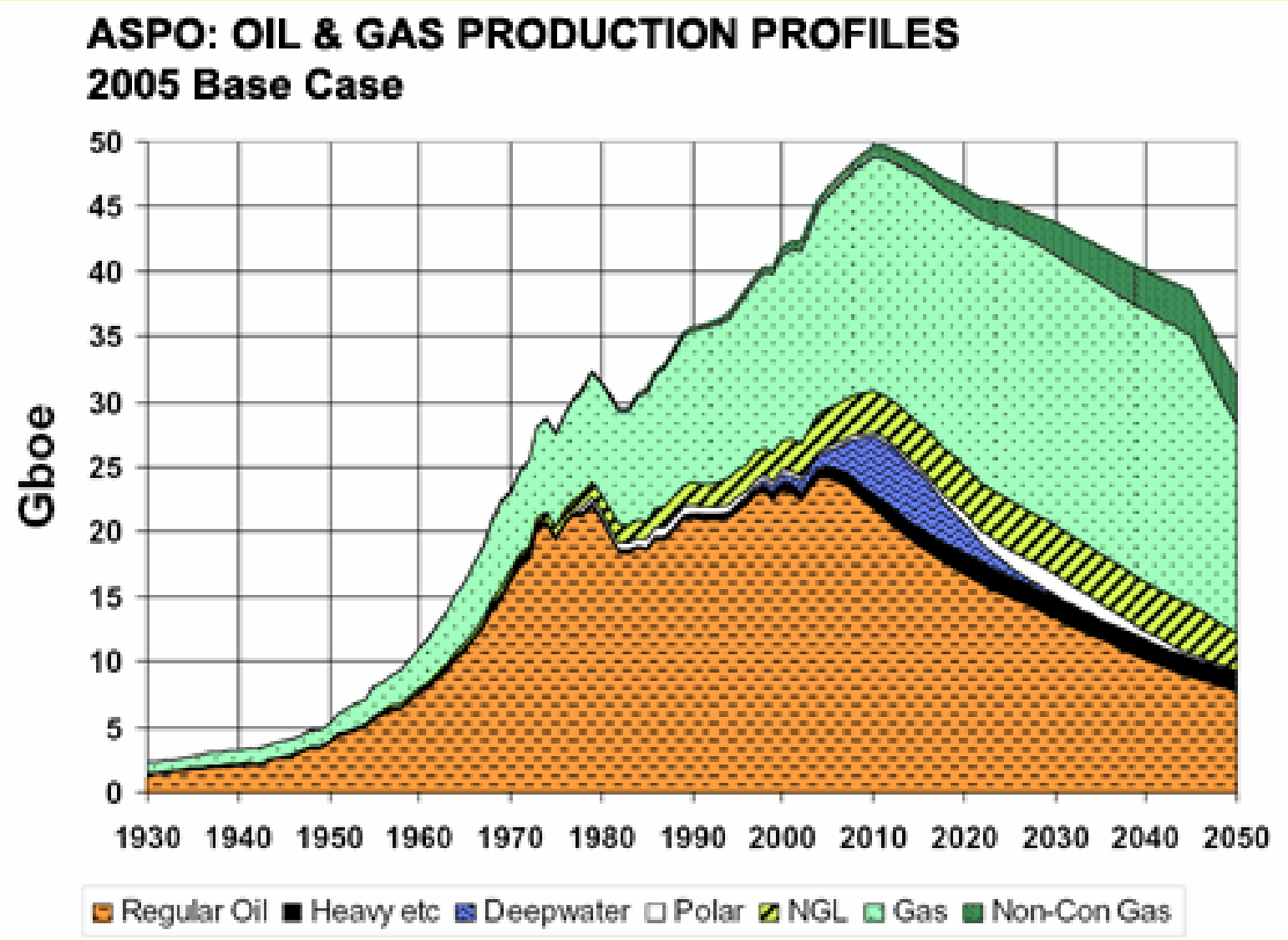
Les pics de production...

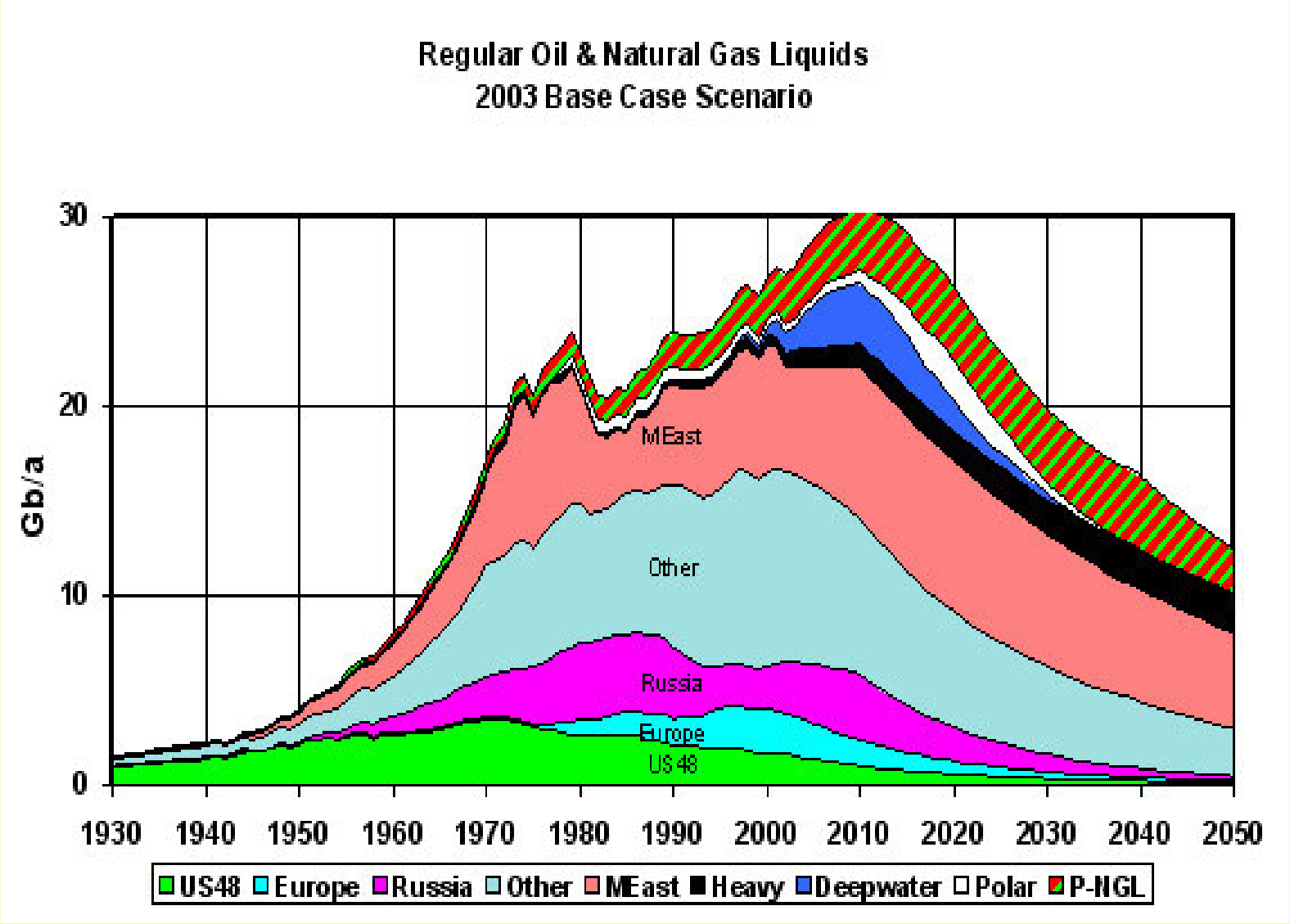
Le pic d'extraction de combustibles sera atteint:

- en 2015 ~ pour le pétrole
- en 2030 ~ pour le gaz naturel
- en 2050 ~ pour le charbon
- en ? pour l'Uranium

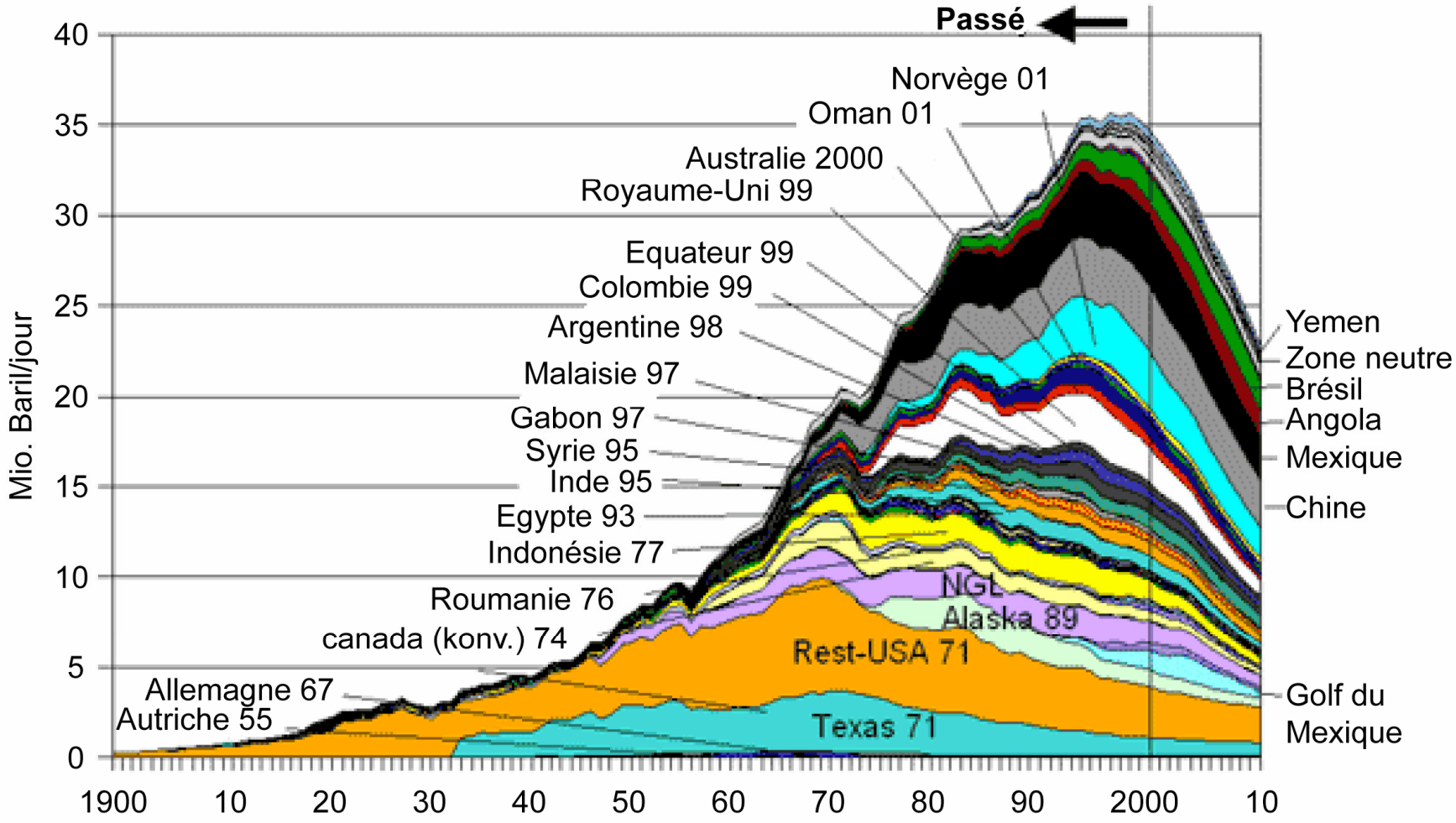


[1 baril = 159 litres ; 1 billion = 1 milliard]


ASPO: OIL & GAS PRODUCTION PROFILES
2005 Base Case
Gboe
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1930
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
Regular Oil
Heavy etc
Deepwater
Polar
NGL
Gas
Non-Con Gas


Regular Oil & Natural Gas Liquids
2003 Base Case Scenario
Gb/a
30
20
10
0
1930
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
MEast
Other
Russia
Europe
US48
US48
Europe
Russia
Other
MEast
Heavy
Deepwater
Polar
P-NGL

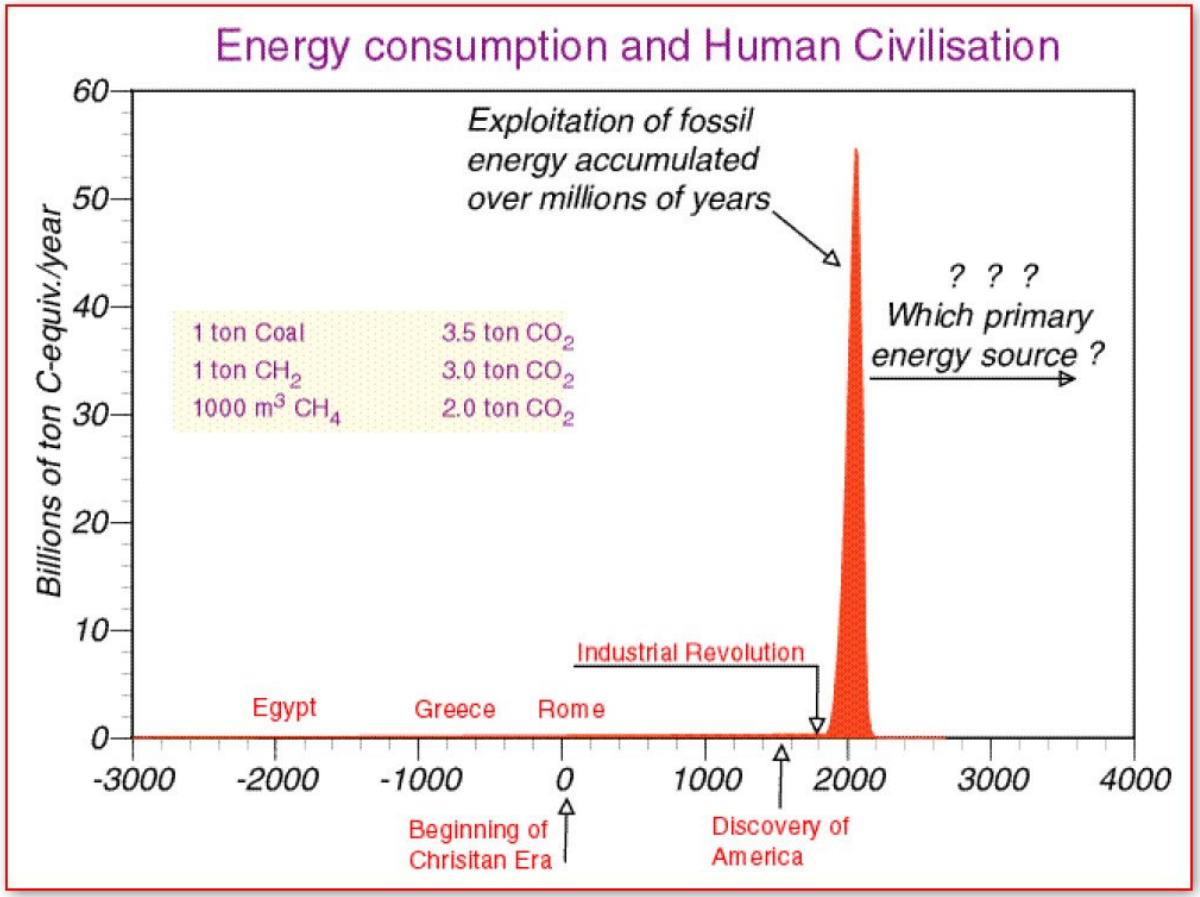
Producteurs de pétrole



La fin du pétrole : un évènement qui se produira une seule fois dans l'histoire de l'humanité.

L'age du pétrole durera en tout et pour tout trois siècles, et nous atteignons la moitié de cette période.

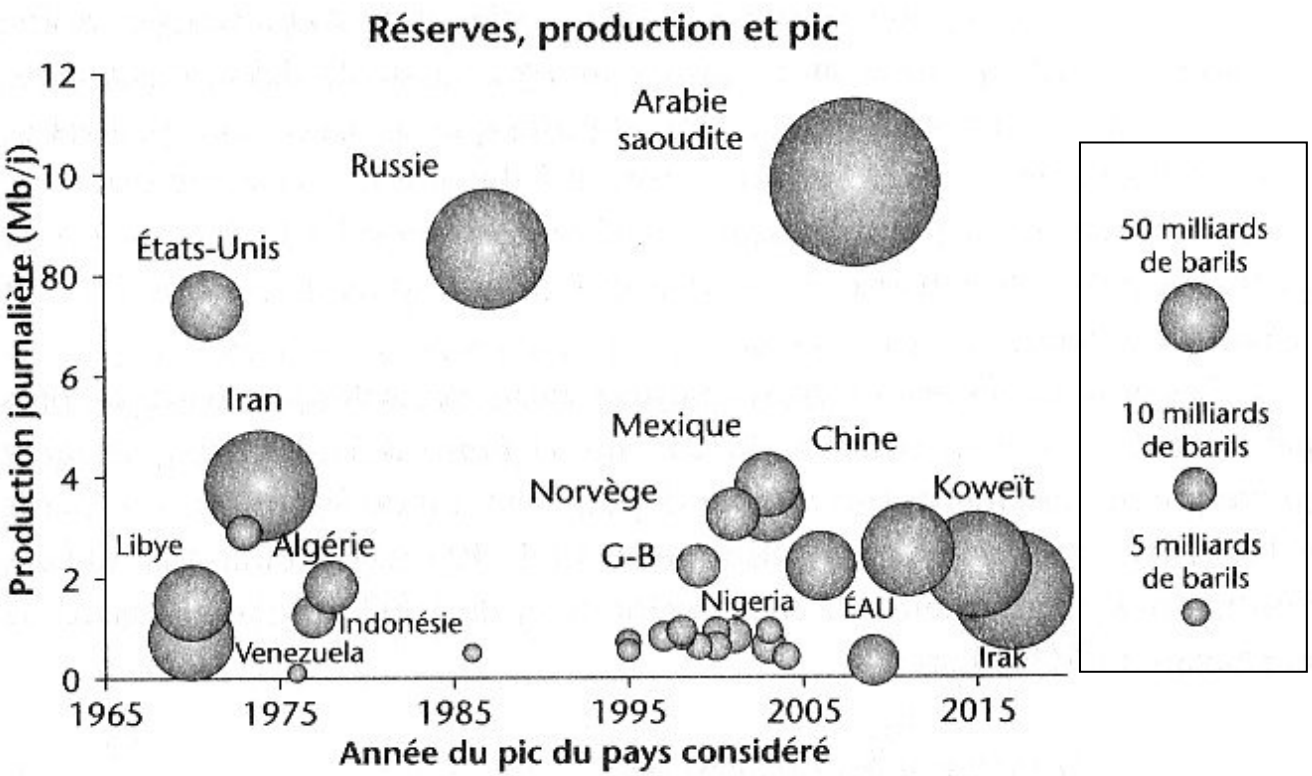
Depuis le début de l'industrie pétrolière, en 1859, jusqu'à la fin 2005, aux prémices du déclin, cette industrie aura été caractérisée par la surproduction**.



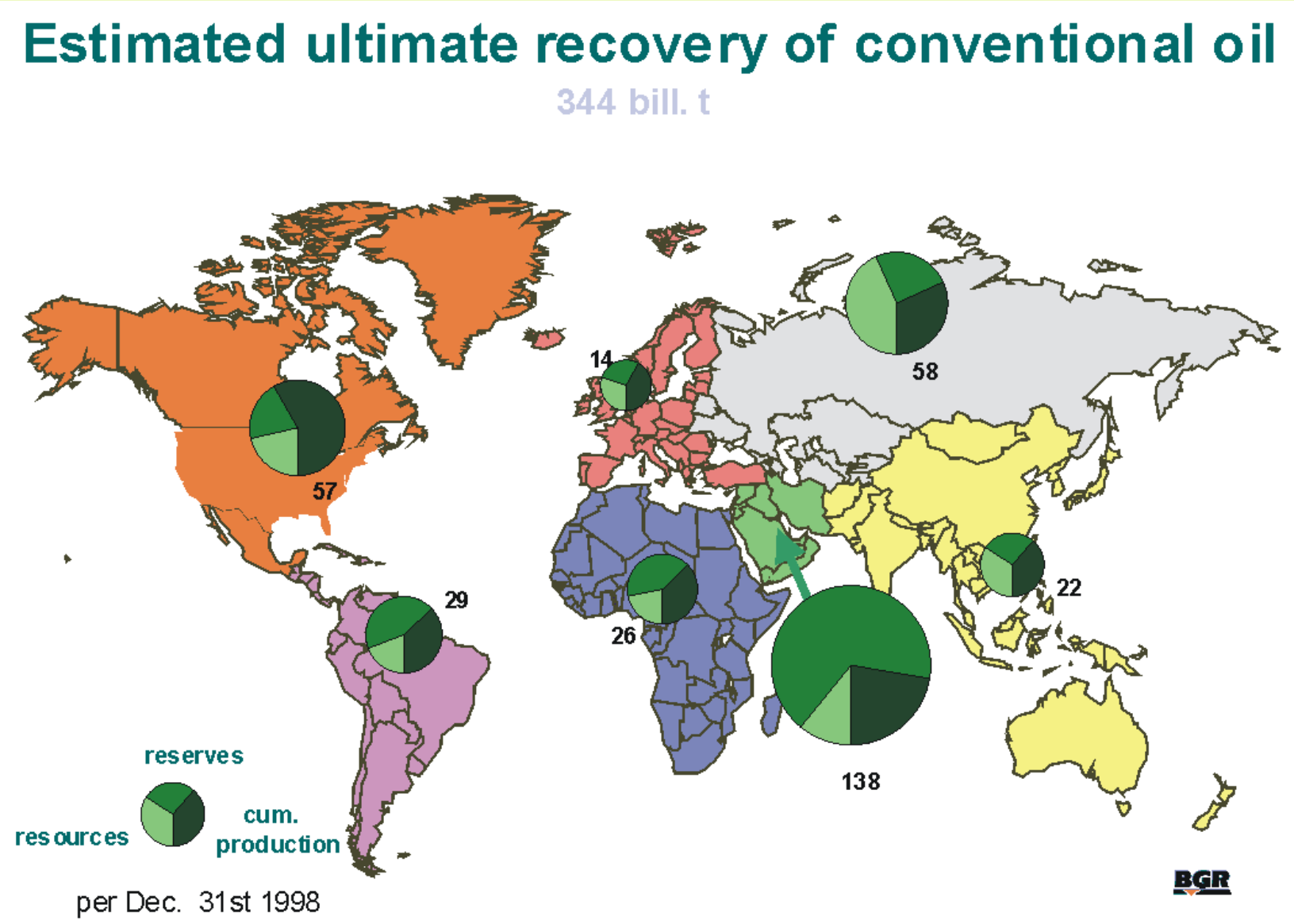
** Jusqu'ici le bas prix du pétrole n'a pas incité à chercher des alternatives.

Réserves de pétrole

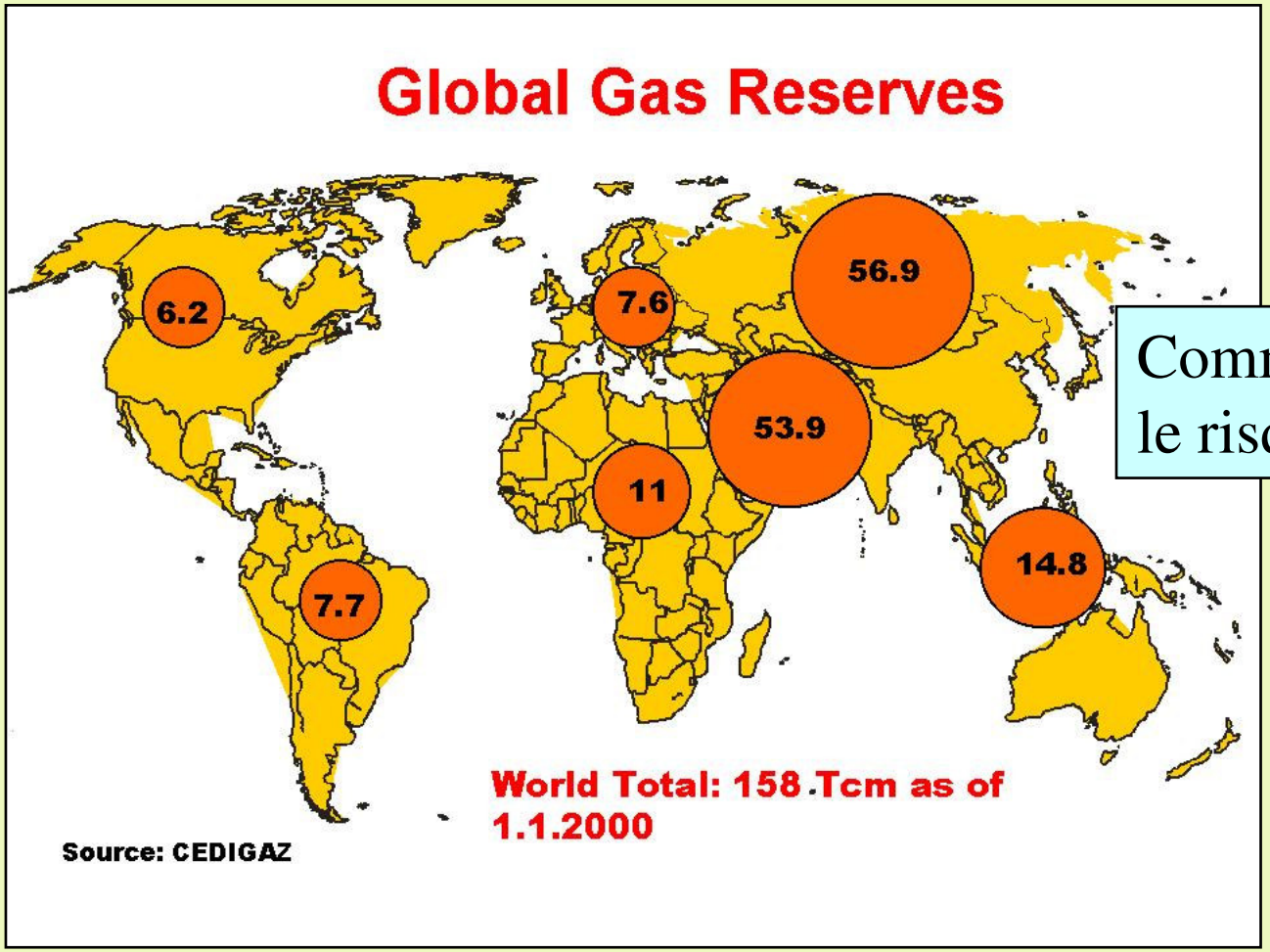
Figure 3.6 : Réserves de pétrole conventionnel par pays (les 30 premiers) mentionnant la date du pic et la production journalière (sources : données Colin Campbell et BP)[i].



Réserves mondiales de pétrole



Ressources mondiales de gaz naturel



Comment gérer
le risque géopolitique?

On voit sur cette carte que plus des deux tiers des réserves prouvées se trouvent au Proche-Orient et dans l'ex-URSS (Républiques de l'Asie centrale et grand nord Sibérien).

Avantages du pétrole

Le pétrole est :

facile à extraire

facile à transporter

" à stocker

" à transformer

" à distribuer

" à consommer

a un grand pouvoir énergétique (10.000 cal/litre)

... et puis, il y en a plein !

Utilisation du pétrole :

Transports	50 %
Chauffage d'habitation ou tertiaire	> 25 %
Production d'électricité (avec le gaz naturel et, moins, le charbon)	10 %
Industrie pétrochimique*	8 %
Agriculture	3 %
Armées	? %

Pétrochimie

Une brosse à dents est faite à 100% de pétrole.

Mais aussi :

Pneumatiques, chambres à air, bitume et macadam, pièces de carrosserie, huiles lubrifiantes,

Pesticides et engrais, emballages plastiques (la chaîne alimentaire consomme 10 x l'énergie obtenue), chewing-gum…

Moquettes en Nylon, bateaux, téflon, CD et DVDs, Néoprène, joints, engins de sport, Gore-Tex, Lycra, détergents, rouge à lèvre…

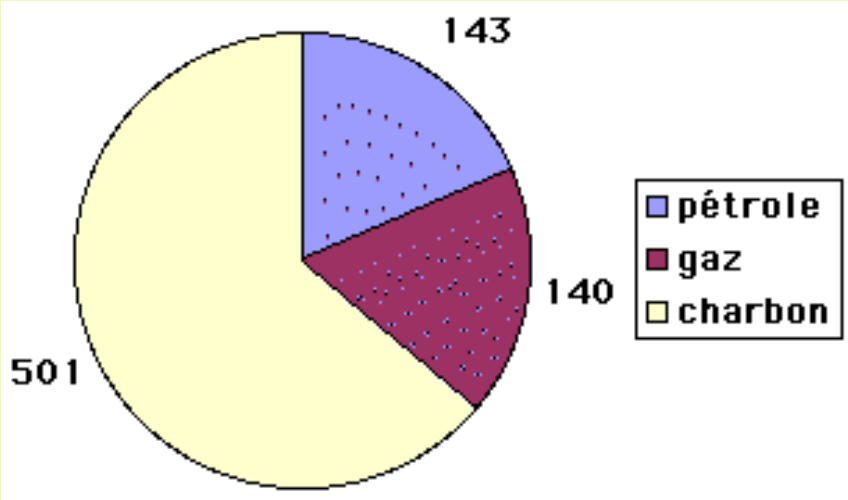
Après le pétrole

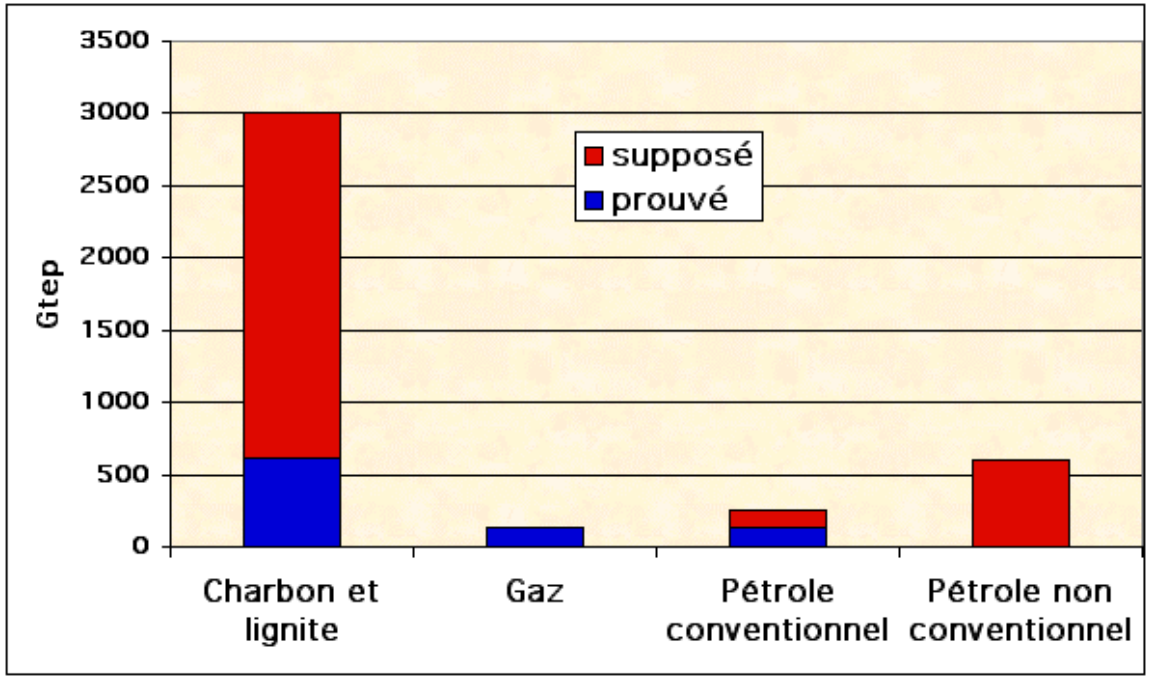
On utilisera le Gaz naturel et le charbon.

Brûler tout le pétrole, le gaz et le charbon connus en envoyant tout le CO_2 dans l'atmosphère, conduirait à des émissions totales de CO_2 qui feront doubler la concentration atmosphérique actuelle de ce gaz (370 ppm).

Il s'ensuivrait une élévation de température possible de 4 à 8°C.

Reserves en Gtep





QUE FAIRE ??

1 – Économiser l'énergie (50% rien qu'avec les techniques existantes).

2 - Faire attention à comment on utilise le charbon.

3 – Développer des autres sources d'énergie (les renouvelables, mais pas toutes, et le nucléaire).

Et attention aux leurres :

- Un prix plus élevé du pétrole en fera trouver/extraire du nouveau.
- La pénurie ? Ce n'est pas pour demain.
- Etc. etc.

Pour l'instant - Cacophonie

Chacun pour soi et Dieu pour tous ?

- Les anglais ont du gaz
- Les italiens misent sur le gaz nord-africain
- En France on a le nucléaire
- En Allemagne du charbon et le photovoltaïque
- En Usa on envoie des cow-boys au moyen Orient
- Inde et Chine planifient des dizaines de centrales nucléaires (et à charbon)

Dangers :

- consommation accrue de charbon, déforestation, déstabilisation politique…
- Les gouvernements n'ont pas de plan B… (ni de plan A).

Les sources d'énergie

Énergies fossiles	• Pétrole • Gaz naturel • Charbon

Énergies renouvelables : inépuisables, sans émissions de CO_2.

Solaire directe	• Thermique basse température (< 150°C) • Thermodynamique (➔ 500 -1000°C) • Photovoltaïque
Solaire indirecte	• Biomasse (bois, biocarburants) • En. Hydraulique • En. Éolienne
Énergie non solaire	• Géothermie • En. Marémotrice (vagues et marées)
Nucléaire	• Fission • Fission IVème génération • Fusion

Note - L'hydrogène n'est pas une source d'énergie, mais un vecteur, tout comme l'électricité. Et il est très cher à produire, à stocker et à transporter.

FIN

Le Méthane

Méthane CH4

Densité	0.55 kg/m^3
Pouvoir cal.	9430 Cal/m^3
T_{liq}	-161.5 °C
1 tep =	1070 m^3

(voir aussi ci-dessous)

Gaz de pétrole liquéfié (GPL)

Gaz de raffinerie (fractions légères) souvent utilisé sur place comme combustible.

Constitué d'environ 50 p. 100 de butane et de 50 p. 100 de propane, le GPL est l'un des carburants « propres » les plus intéressants.

Le Méthane – CH4

Gaz de formule CH4. Également appelé gaz des marais.

Le méthane est plus léger que l'air. Il est incolore, inodore et s'enflamme à 667 °C en présence d'oxygène.

On le trouve dans le gaz naturel. C'est également un sous-produit du raffinage du pétrole et un produit de décomposition dans les marais.

Le méthane est un constituant majeur de l'atmosphère des planètes Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

Le méthane est un combustible de grande valeur. Il est également important dans la production de l'hydrogène, du cyanure d'hydrogène, de l'ammoniac, de l'acétylène et du formaldéhyde.

Le méthane solidifie à - 182,5 °C, et bout à - 161,5 °C.

Arabie saoudite**	390,4
CEI	350,7
États-Unis	322,5
Iran**	183
Chine	155
Norvège	153,7
Venezuela**	147,2
Royaume-Uni	131,1
Émirats arabes unis**	113,6
Nigeria**	93,1
Canada	90,6
Koweït**	90,5
Indonésie**	74,2
*Libye***	*67,9*
*Algérie***	*56,8*
*Égypte***	*46,0*
Total OPEP	**1 285,6**
Total mondial	**3 155,7**

* Seules sont indiquées les productions supérieures à 45 millions de tonnes.

** Membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP)

En italique figurent les pays pour lesquels les données datent de 1995.

PRODUCTION EN 1996 par PAYS - millions de tonnes)