

# Newton, Voltaire et Émilie du Châtelet



Une histoire d'amours, de trahisons, de vengeances.

# Quelles énergies en 2050 ?

1. Population mondiale et demande d'énergie.
2. Le CO2 et l'effet de serre.  
La fin (annoncée) du pétrole.
3. Sources d'énergie renouvelables.
4. Le nucléaire.
5. Les économies d'énergie.

[ [fsoso.free.fr/conferences](http://fsoso.free.fr/conferences) ]

# La fin annoncée du pétrole (et du gaz naturel)

- \* Population mondiale
- \* Demande en Énergie
  - Pic de production
- \* En FR, électricité : nucléaire et autres
  - Énergie 'primaire' et 'finale'
- \* Réserves de pétrole, gaz et charbon
  - années de consommation...
- \* Le pétrole et le charbon
- \* Le prix du pétrole et des matières premières
- \* Les risques politiques

# Population mondiale

Vision tranquillisante : nous étions 6.5 milliards en 2005, en augmentation de 1.5 % par an.

# Population mondiale

Vision tranquillisante : nous étions **6.5 milliards** en 2005, en augmentation de 1.5 % par an.

En fait, il s'agit de + **260.000** personnes/jour.

La croissance est **exponentielle** :

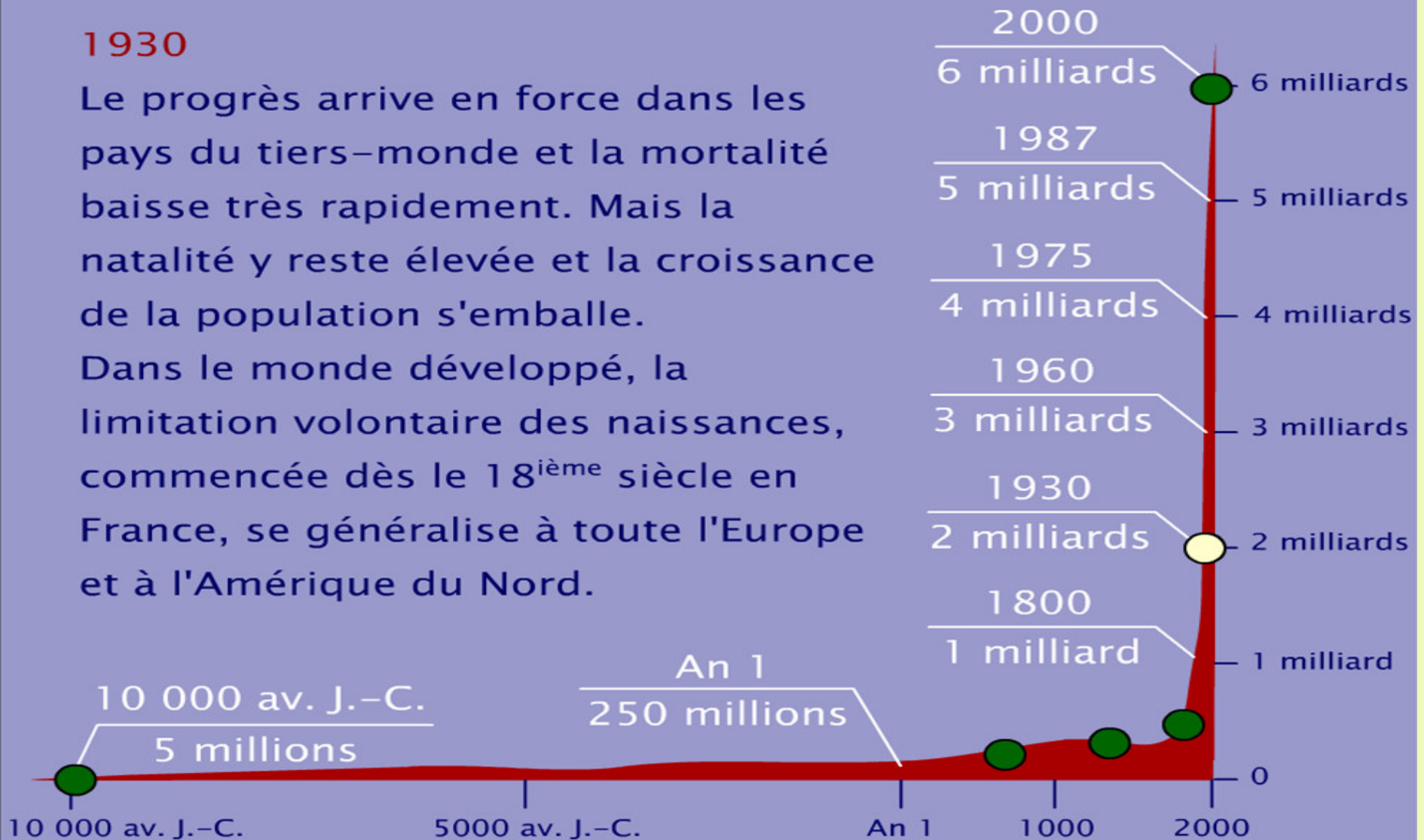
1900	1.6 milliards	2025	(8 milliards)
1950	2.5 milliards	2050	(10 milliards)
1980	4.5 milliards	2100	(11.5 milliards, estimation ONU)
2000	6 milliards		

# Population mondiale

**1930**

Le progrès arrive en force dans les pays du tiers-monde et la mortalité baisse très rapidement. Mais la natalité y reste élevée et la croissance de la population s'emballe.

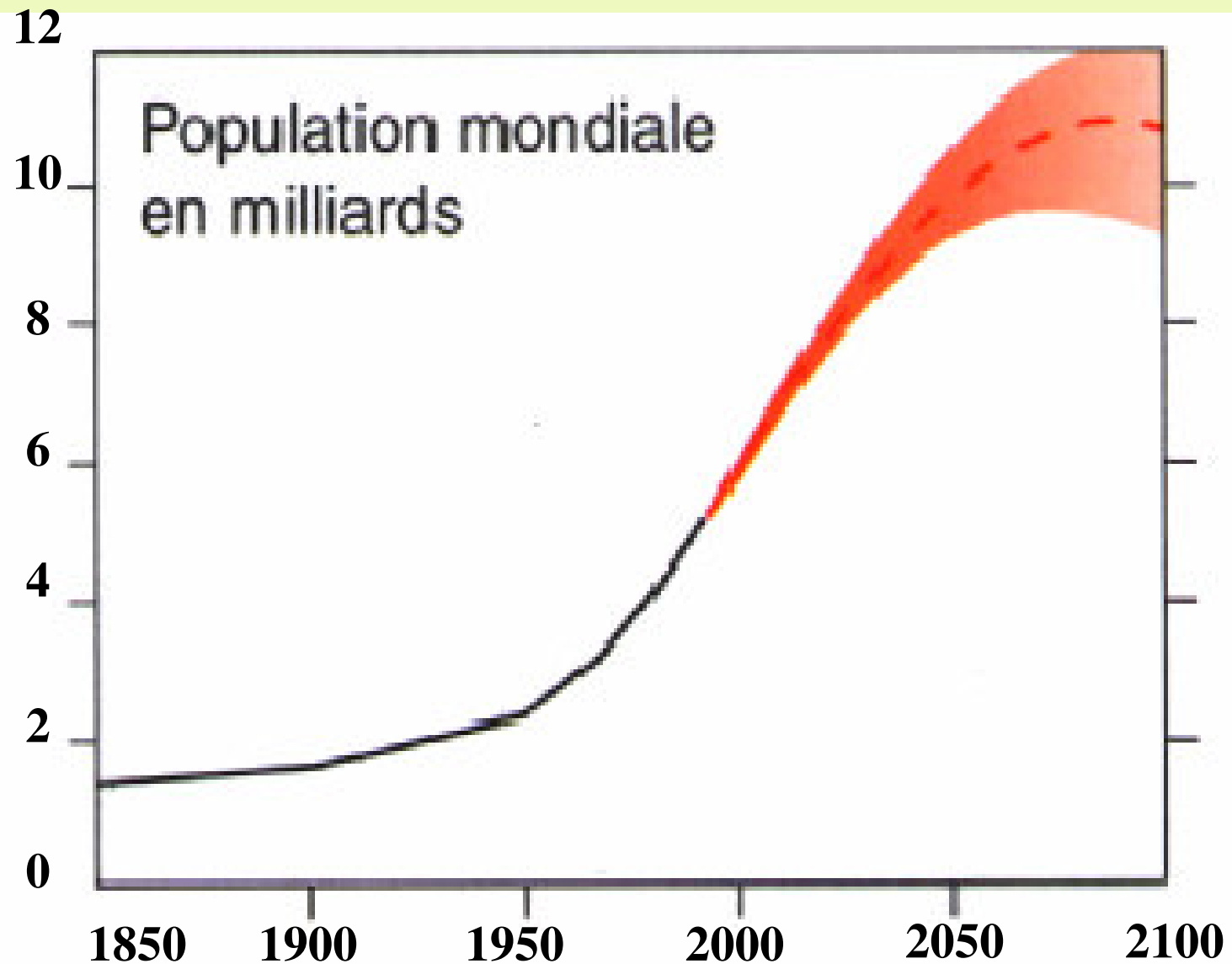
Dans le monde développé, la limitation volontaire des naissances, commencée dès le 18<sup>ième</sup> siècle en France, se généralise à toute l'Europe et à l'Amérique du Nord.



# Tendance ( ONU )

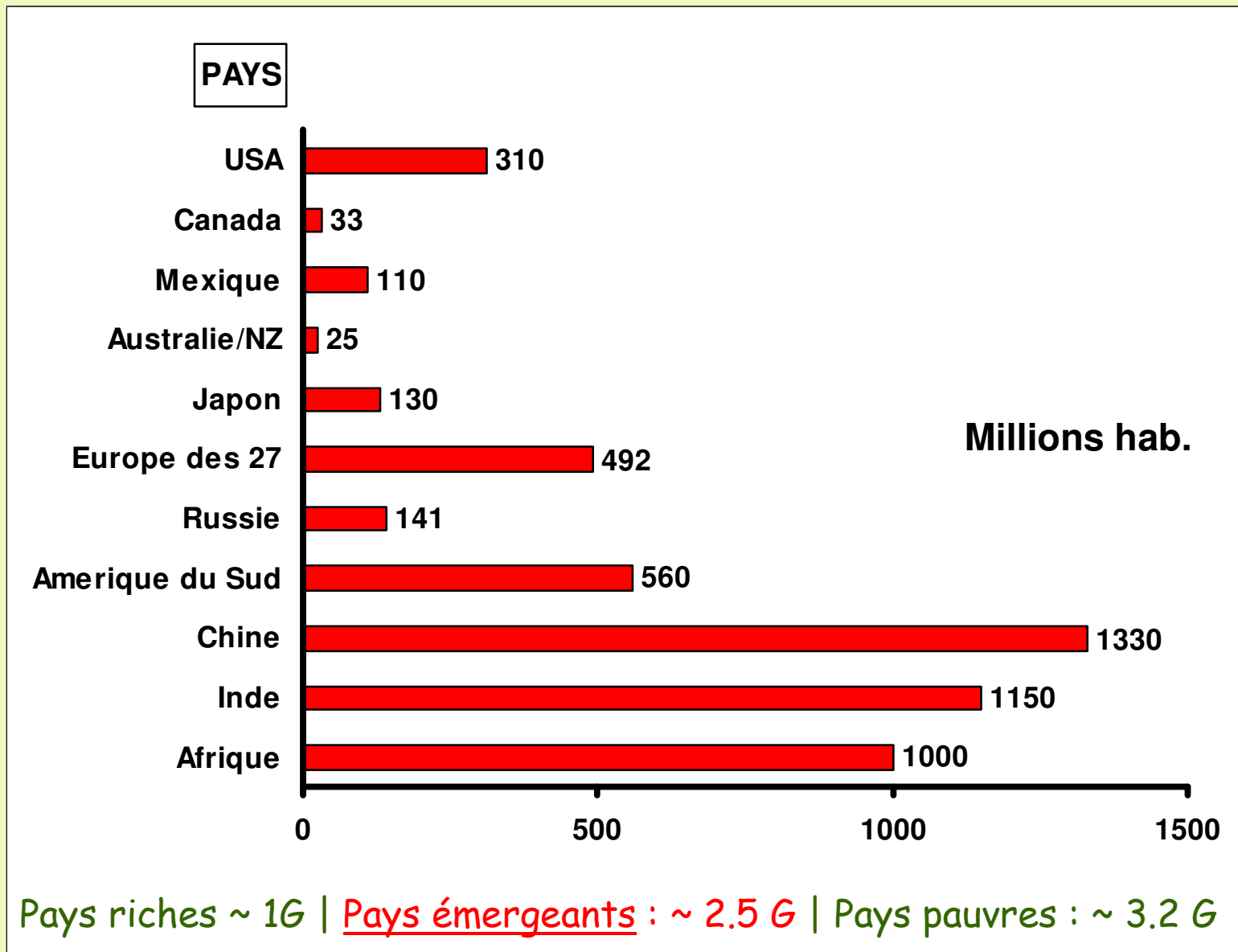
10 milliards en  
2050

11.5 milliards en  
2100



*L'homme n'est pas doué pour les prévisions !*

# Population du monde, 2008





# Population mondiale (~ 6.5 milliards en 2005)

Le **pays industrialisés** (EUR, Russie, Japon, Am. Du Nord, Australie), avec ~20 % de la population, consommaient jusqu'ici ~ 50 % de l'énergie mondiale.

<b>Pays industrialisés</b>	~ 1 milliard pers.
<b>Pays En voie de Développement</b>	~ 2-3 milliard
<b>Pays sous-développés*</b>	les autres

\* 2 milliards de personnes n'ont pas accès à l'électricité, env. 1 personne sur 4 n'a pas accès à l'eau potable.

Ils ne consomment pas d'énergies fossiles, mais ils doivent se nourrir...

## CONSOMMATION D'ÉNERGIE (MONDE 2005)

La consommation mondiale d' énergie en 2005 était de

**10.5 Gtep / an**

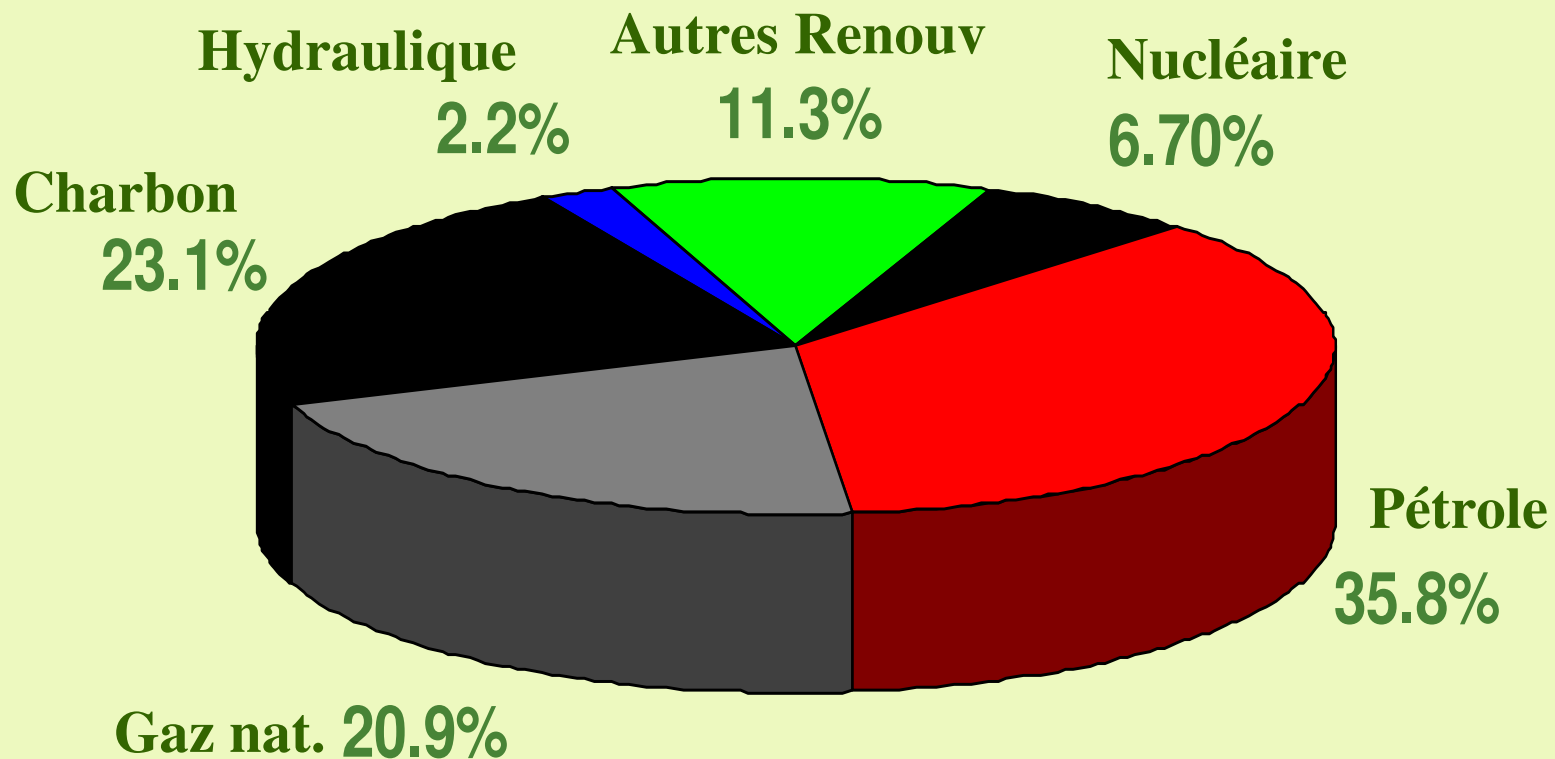
( 10.5 milliards de tonnes-équivalent-pétrole )

En augmentation de > 2% par an

*La moyenne de consommation par an et par personne  
(6.5 milliards d'habitants) est de 1.6 tep*

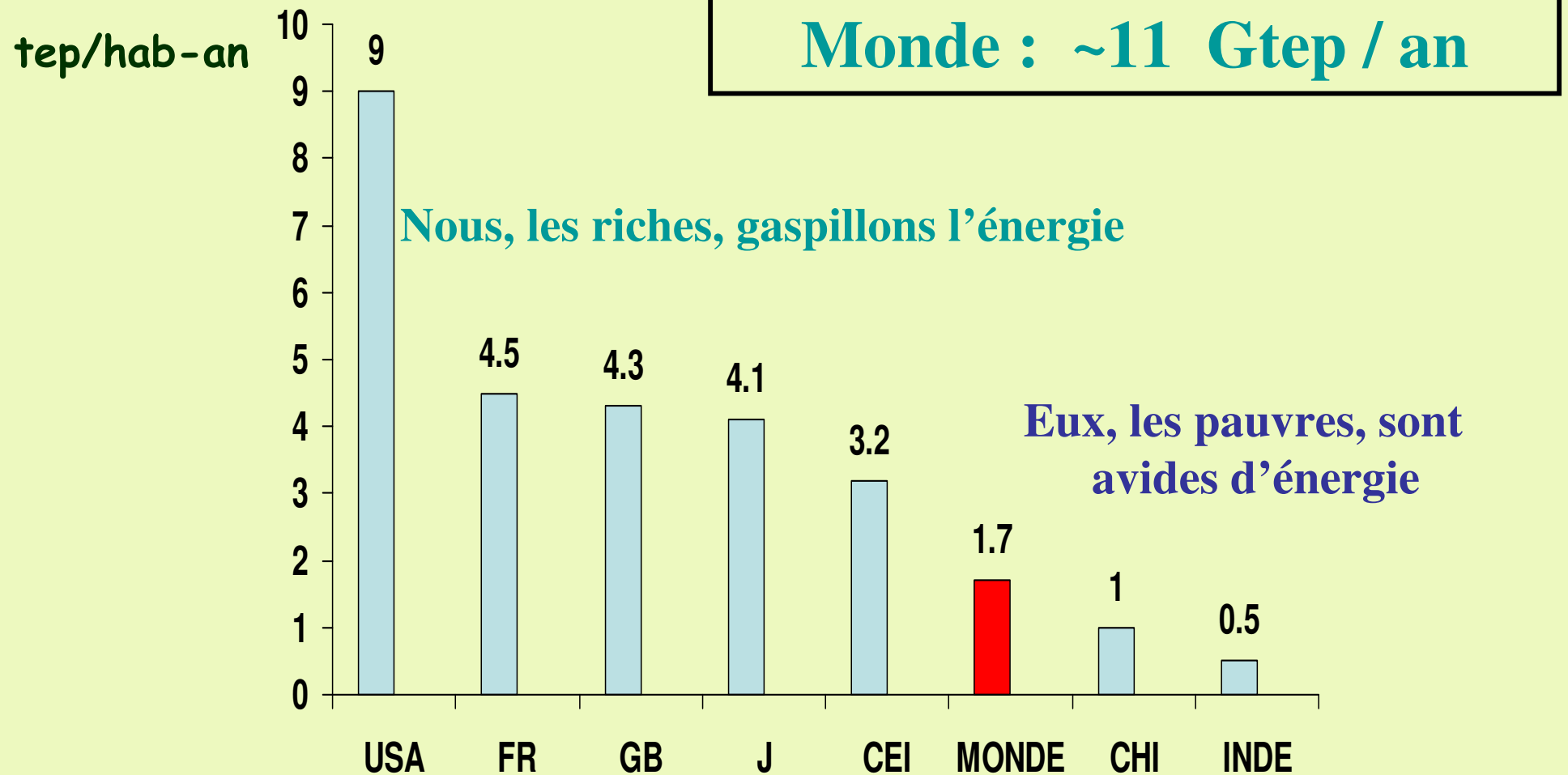
## CONSOMMATION D'ÉNERGIE (MONDE 2005)

~ 10.5 Gtep/an dont ~80% d'énergies fossiles carbonées



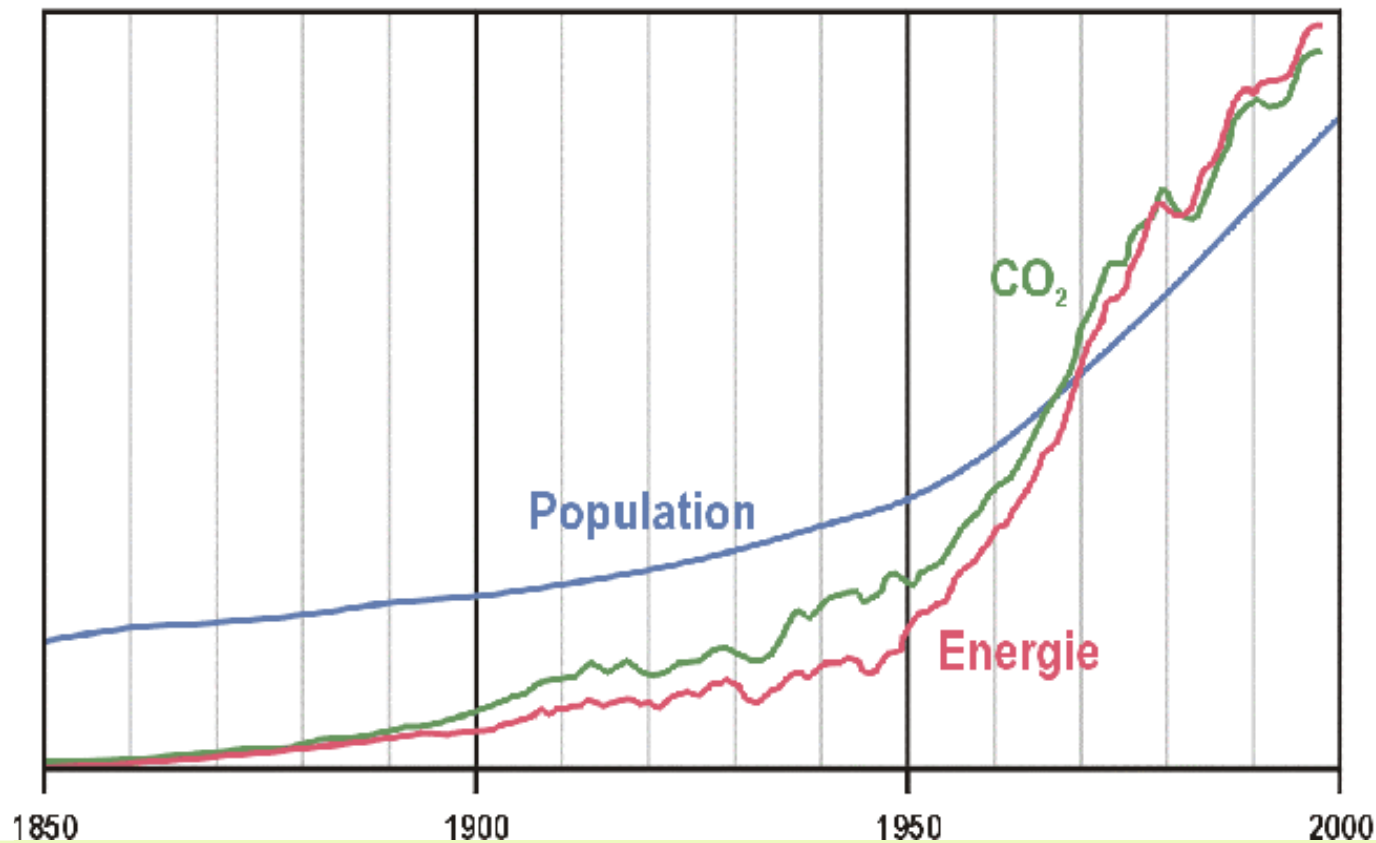
Émissions : 8 GteqC => 30 Gt CO<sub>2</sub> /an

# CONSOMMATION MONDIALE D'ÉNERGIE



Source: AIE 2007

La population augmente de 1.5 % par an.  
La demande en énergie augmente de > 2 % par an  
( donc plus vite ).



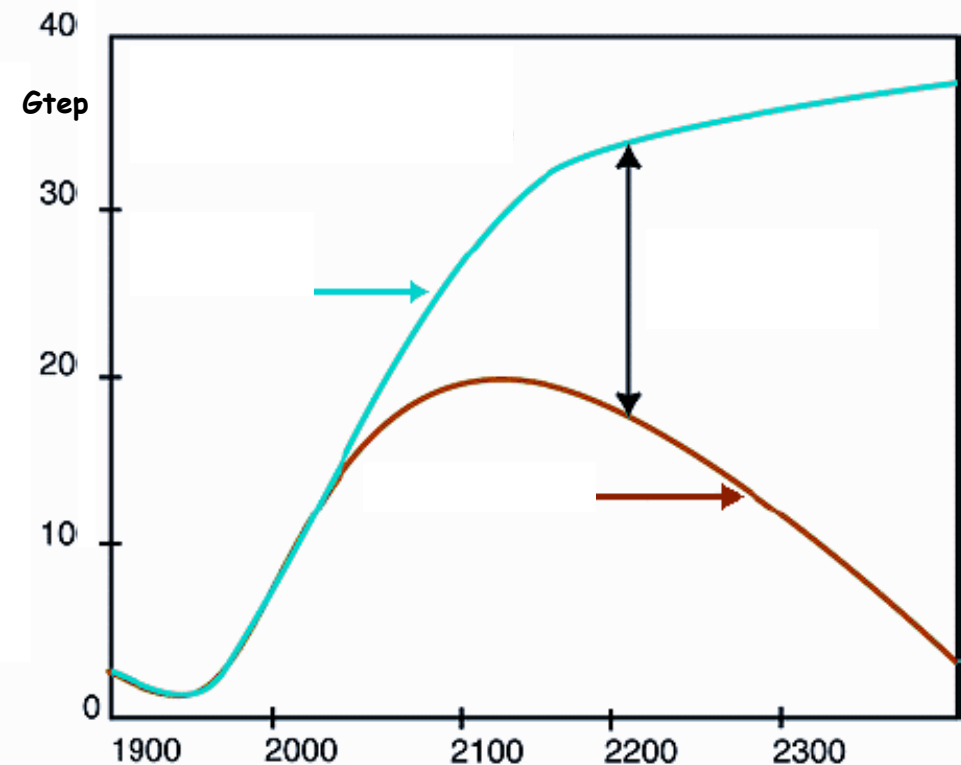
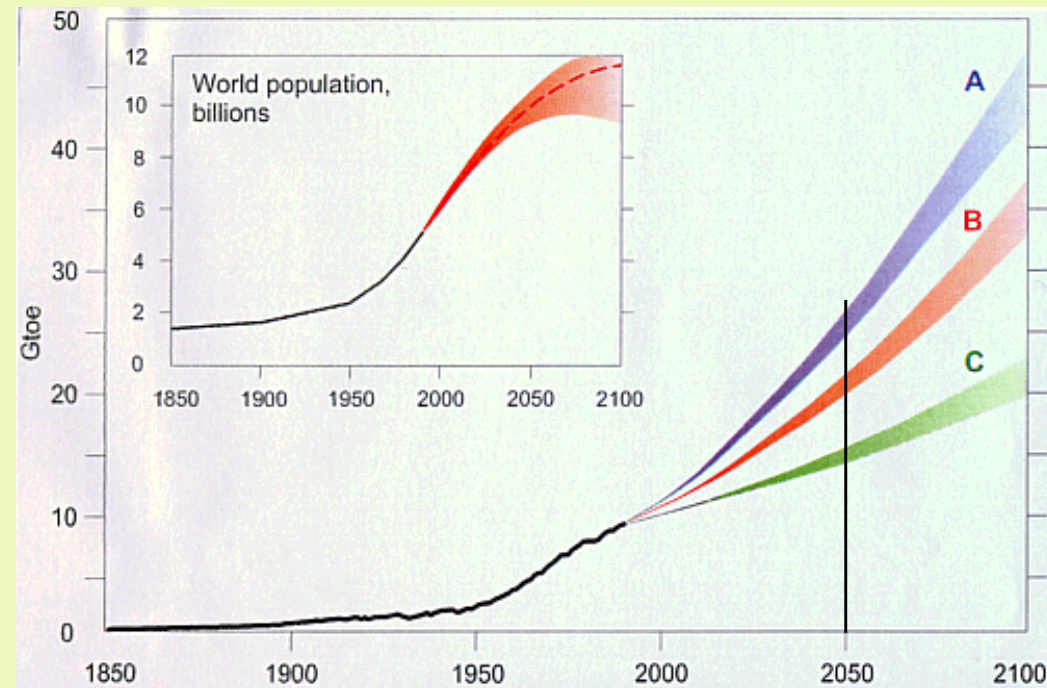
La demande en énergie augmente de 2.2 % par an

De 10.5 Gtep on passera en **2050** à :

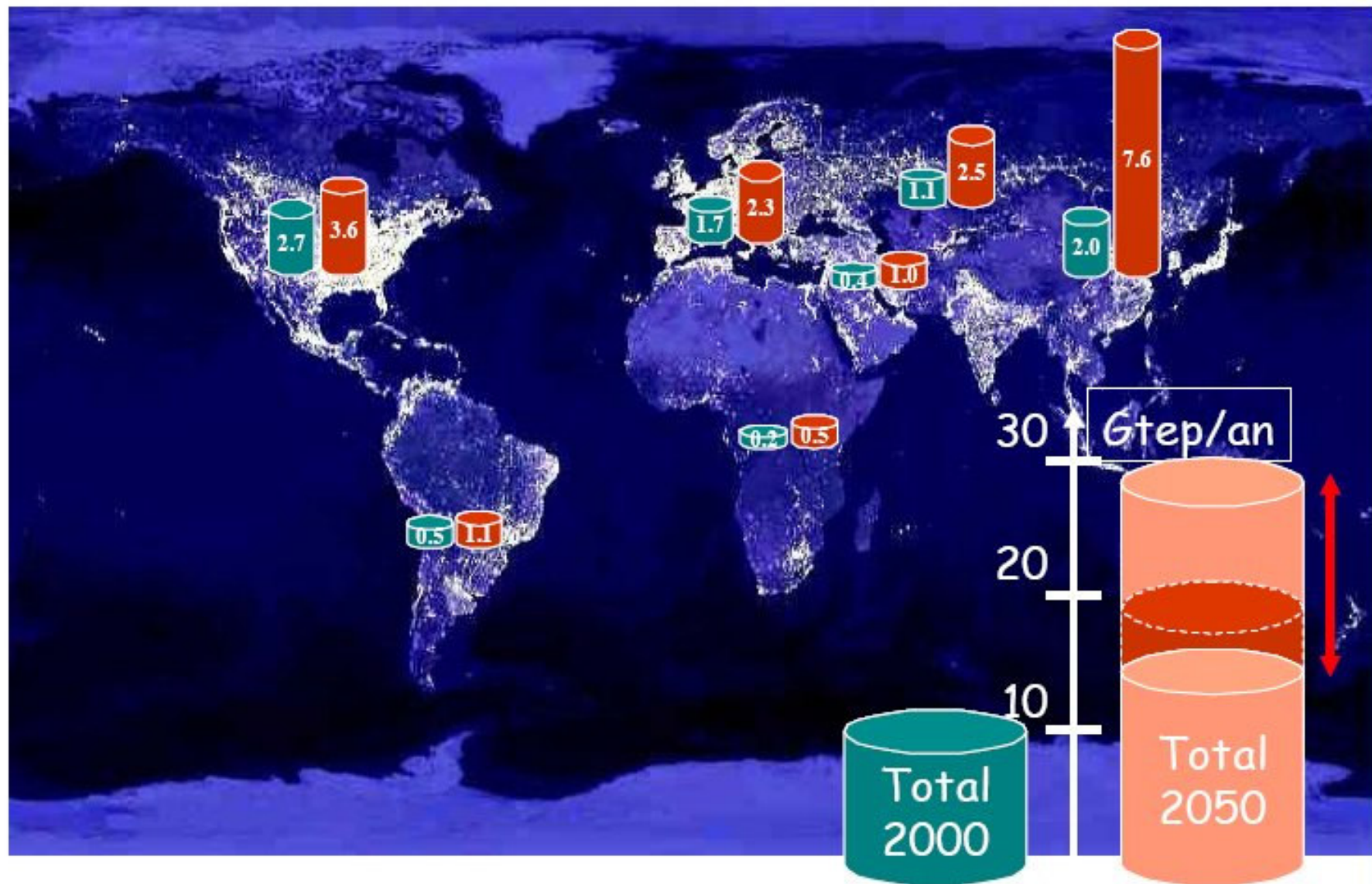
30 Gtep / an  
20 Gtep / an  
15 Gtep / an

?

La demande en énergie dépassera l'énergie disponible avant **2030**.

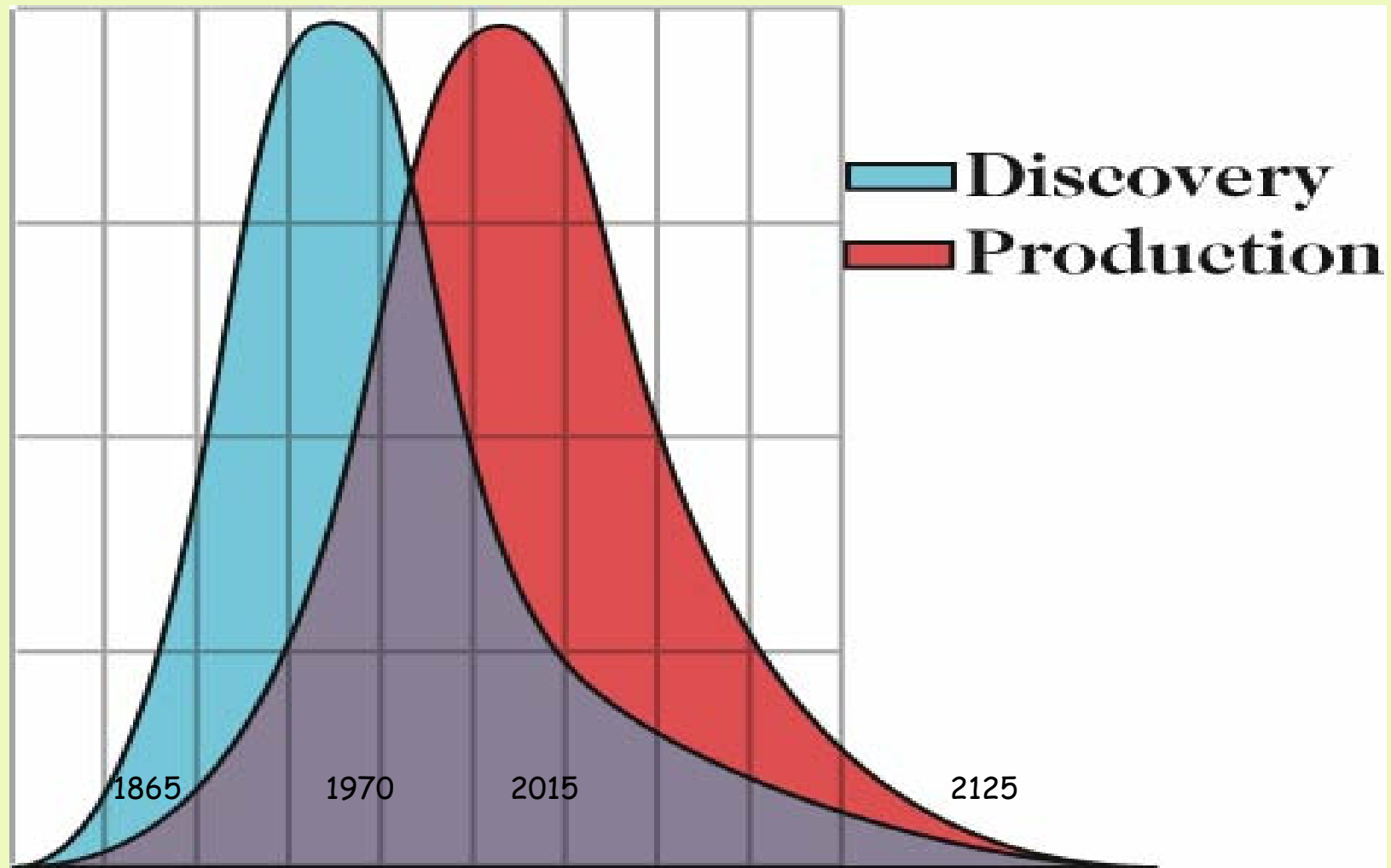


## Contexte énergétique mondial



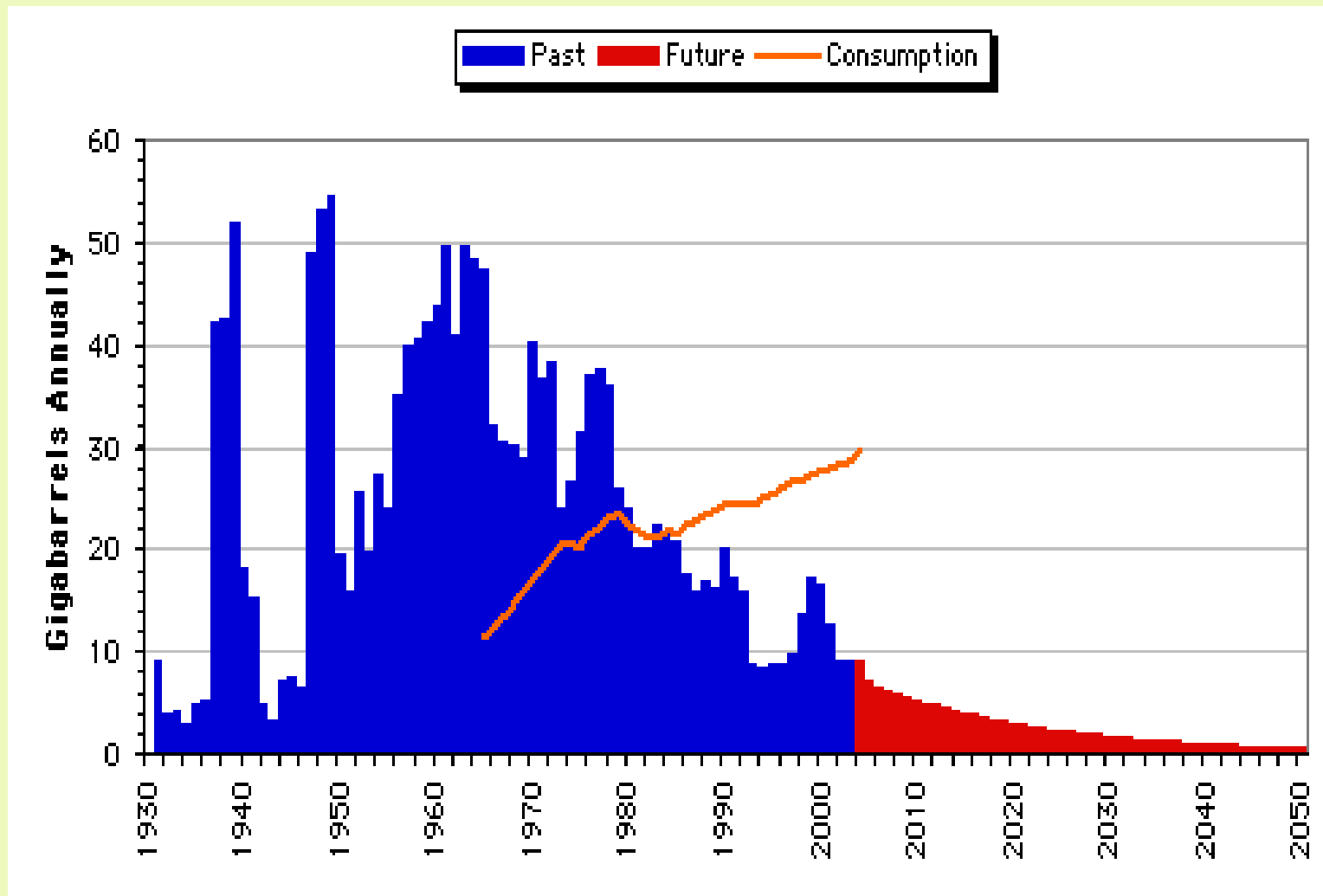


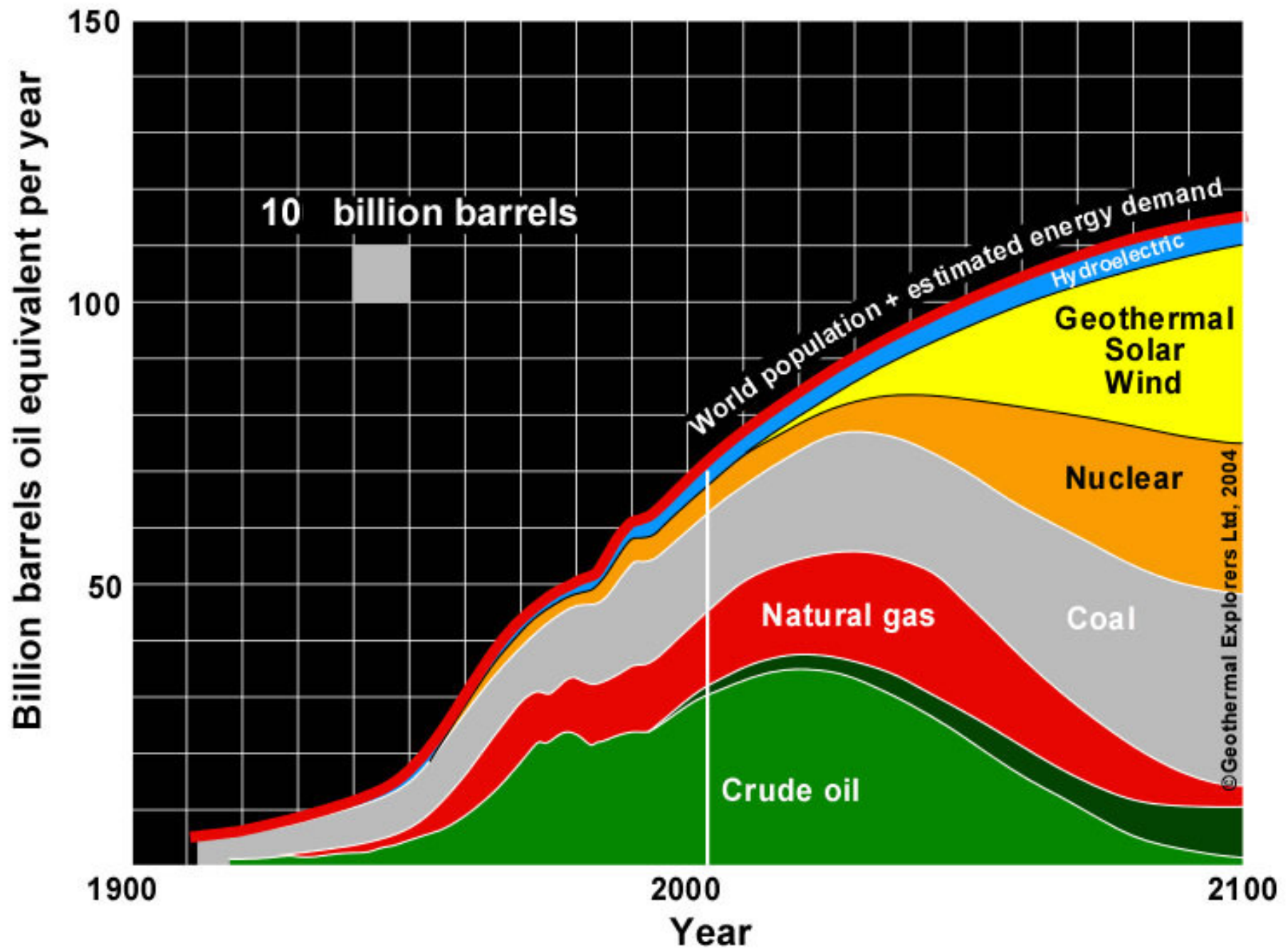
Pour le pétrole : entre le pic de découvertes  
et le pic de production : ~ 35 ans





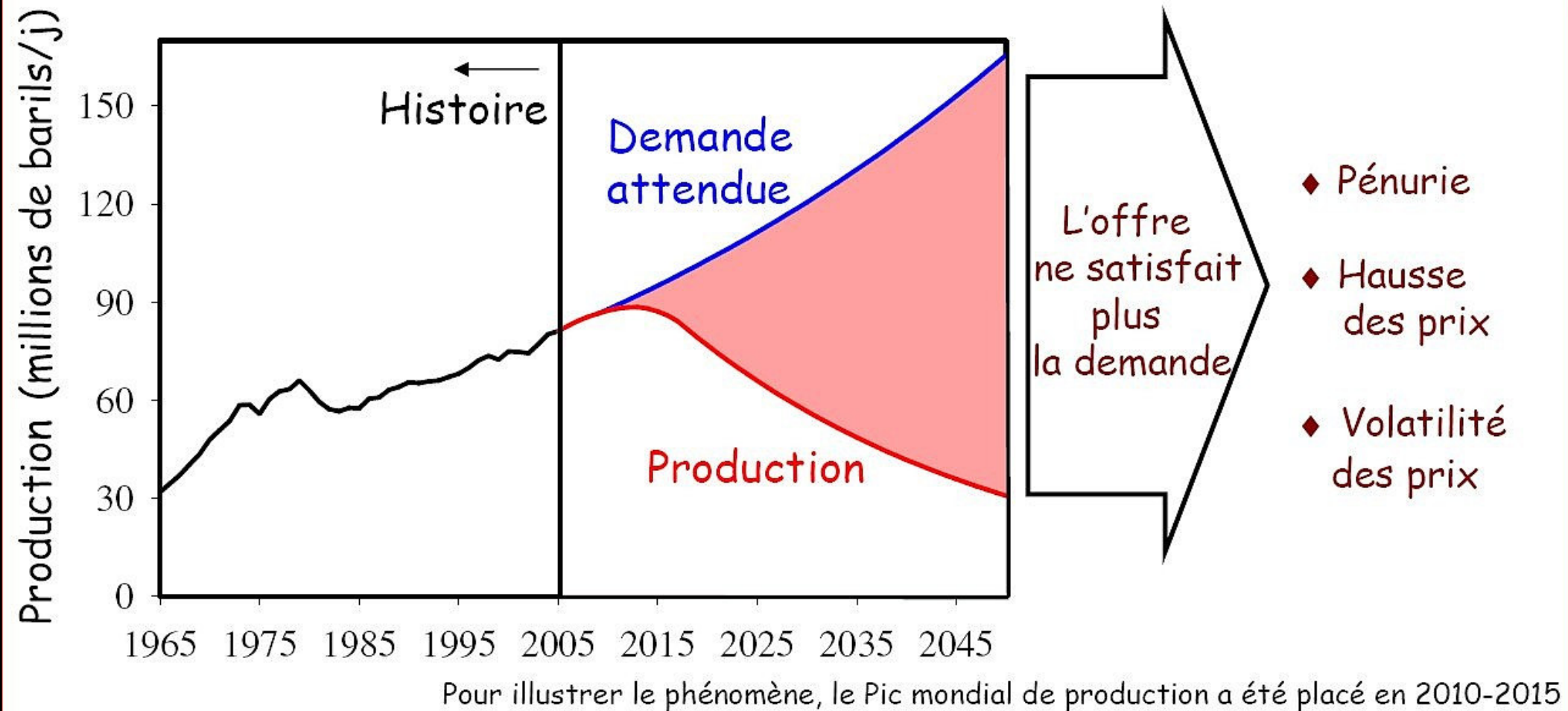
# Pétrole - Le pic des découvertes





© Geothermal Explorers Ltd, 2004

# Le pétrole

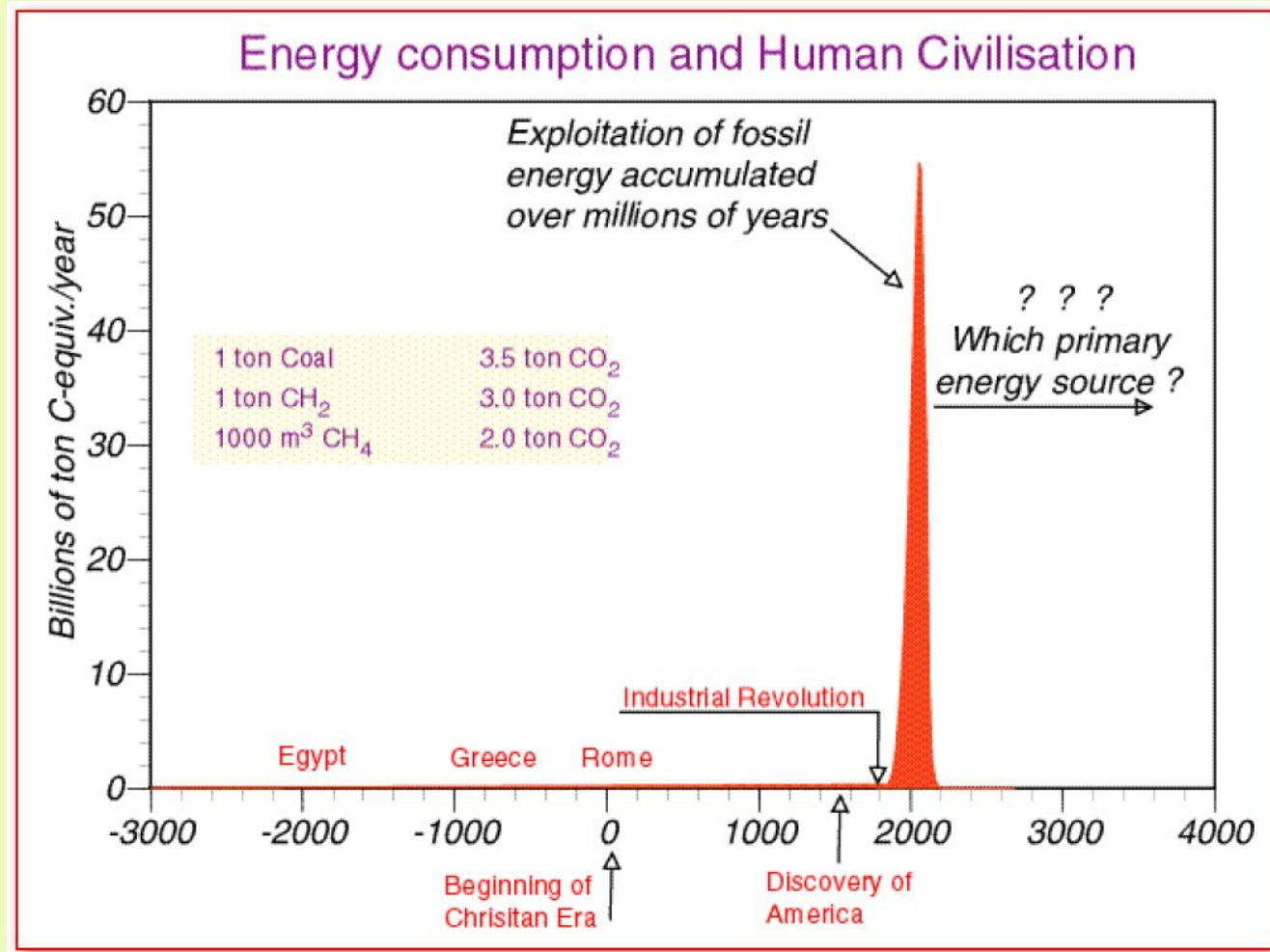


Le pic de production a déjà été dépassé en USA, Mer du Nord, Russie, Caucase, Venezuela, etc.

# 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\*\***.



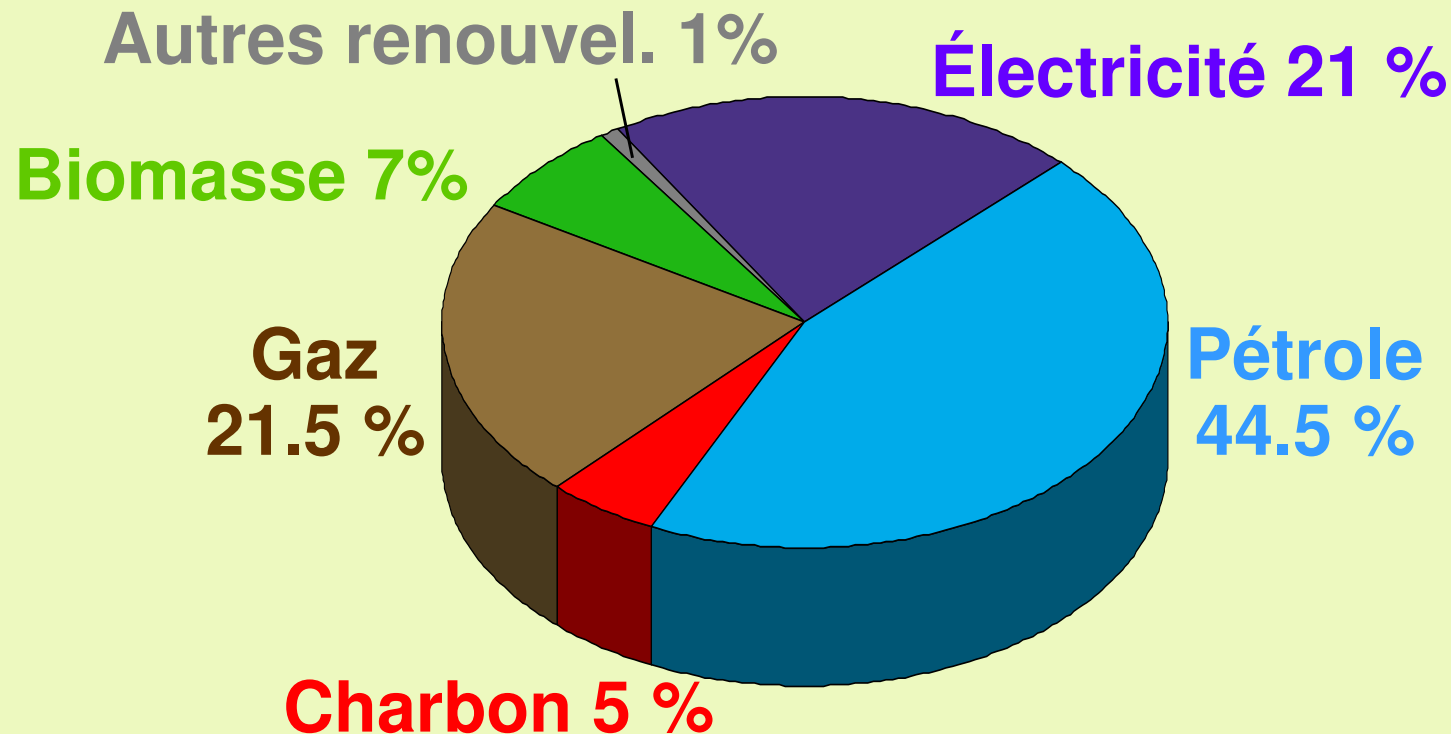
\*\* Jusqu'ici le bas prix du pétrole n'a pas incité à chercher des alternatives.

# Consommation par habitant

En France

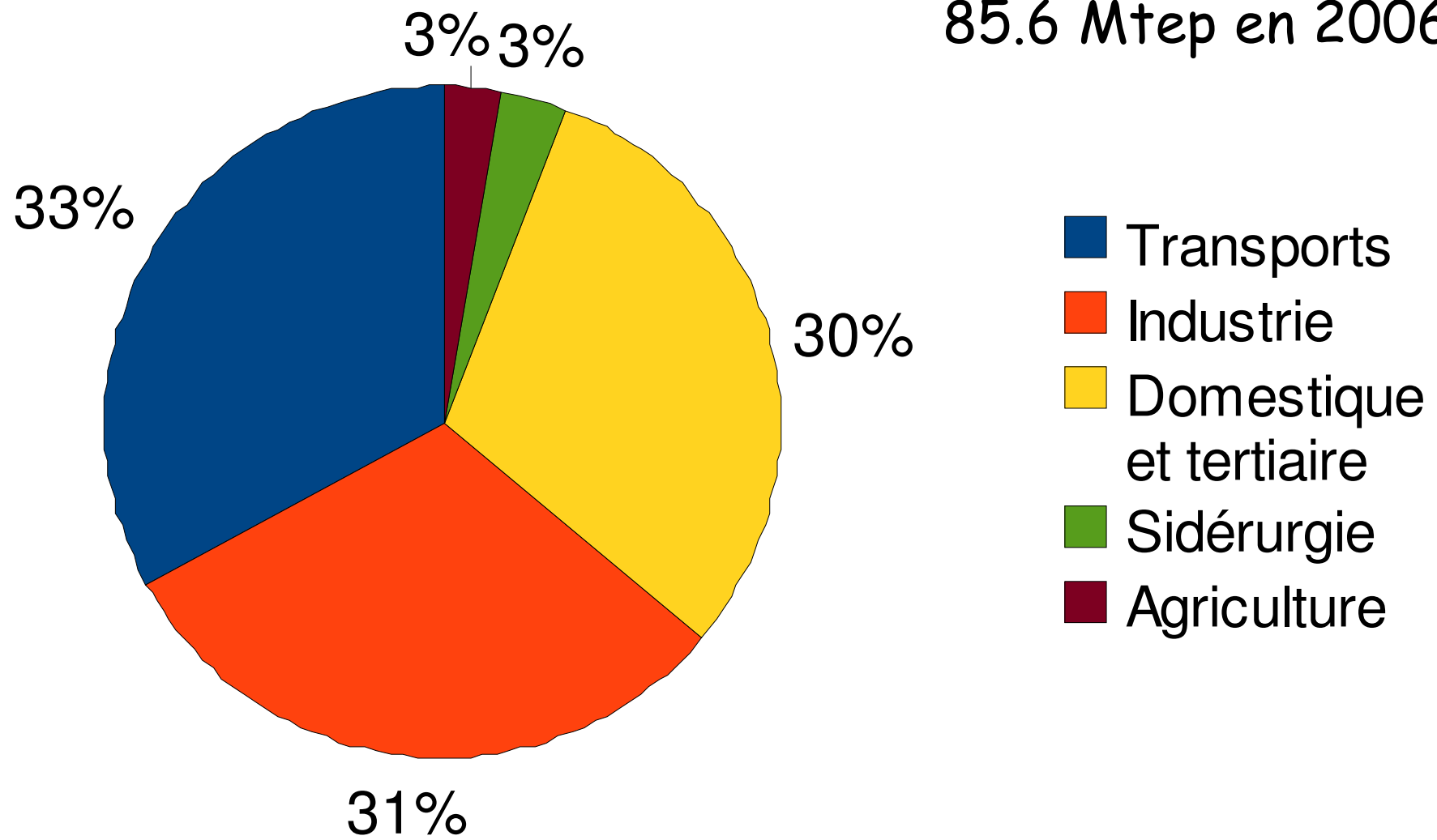
4.5 tep/personne-an [ ou 6000 W\*an ]

dont électricité : 1100 W

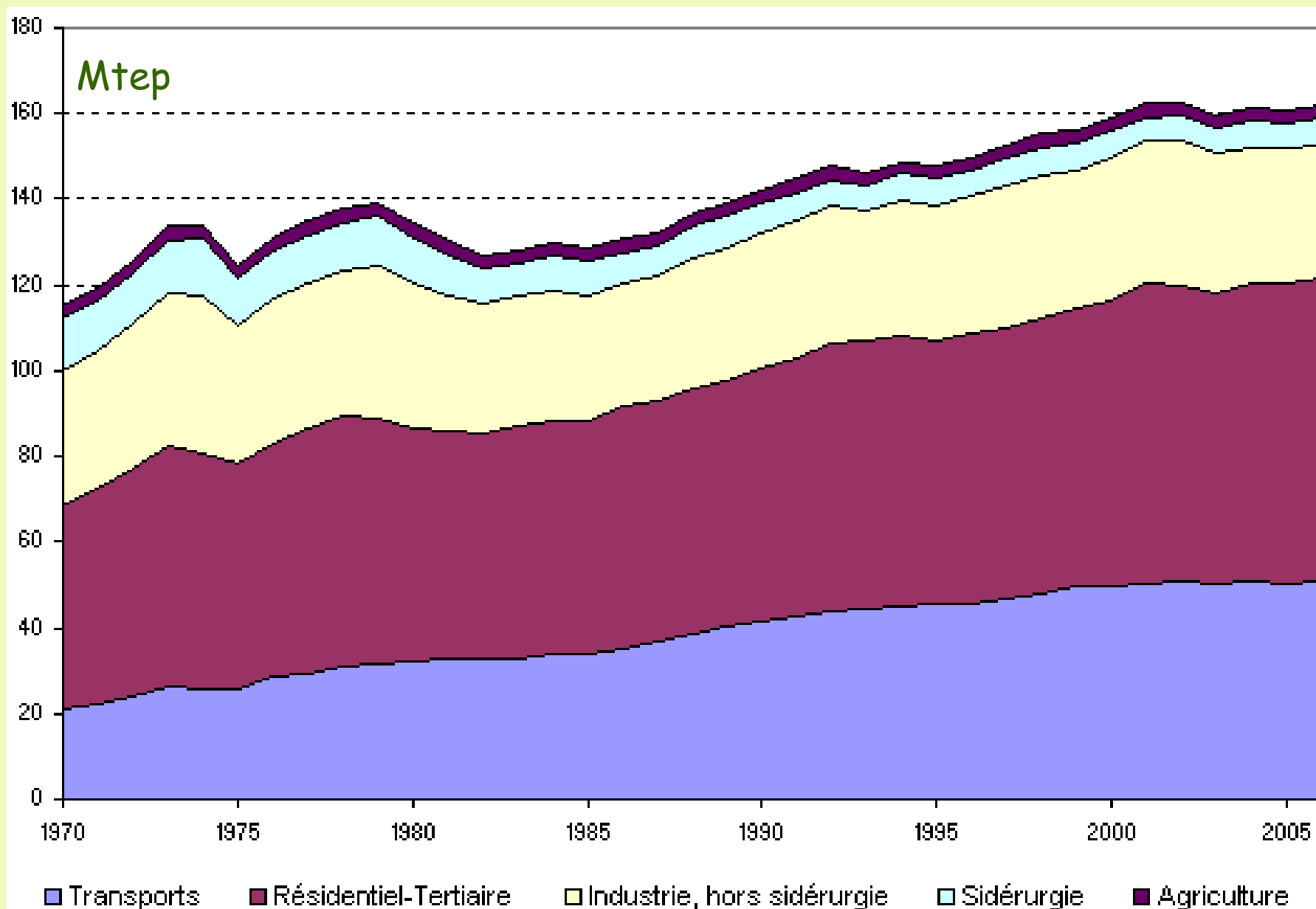


# FR - Utilisation de produit pétroliers

85.6 Mtep en 2006



# FR - Consommation finale énergétique par secteur (162 Mtep en 2006).



# 1 tonne-équivalent-pétrole équivaut à :

- 1 tep
- => 7.33 barils de pétrole (de 159 ℓ)
  - => 1000 m<sup>3</sup> gaz naturel
  - => 1.6 tonnes de charbon coke
  - => 6.8 stères de bois
  
  - => 1.3 kW (-an)
  - => 12.000 kWh
  - => 3.7 tonnes CO<sub>2</sub>

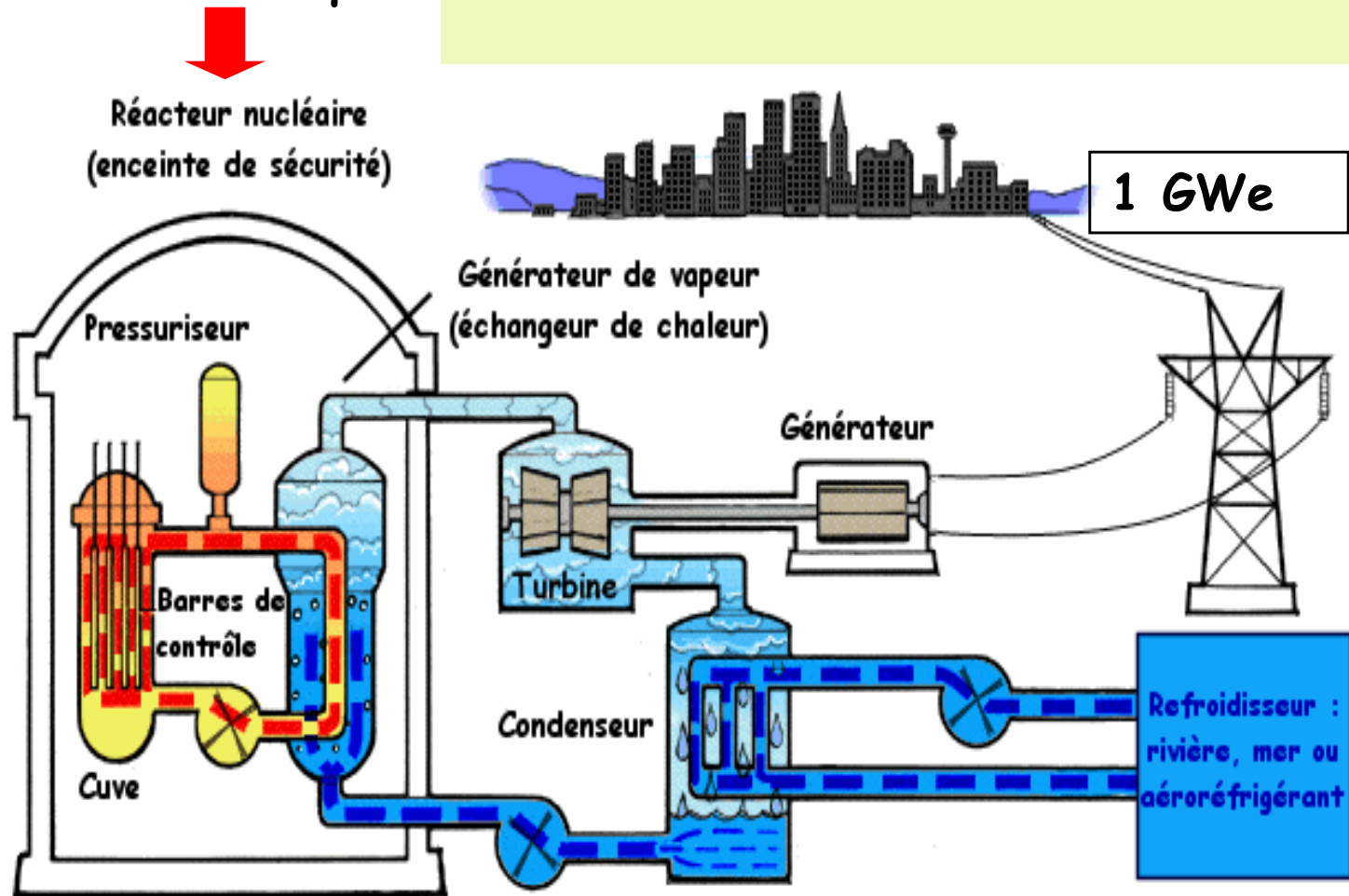
[ 1 an = 8760 h ]



# Le réacteur PWR (le modèle le plus utilisé en France)

Deux circuits d'eau : primaire (155 bar et 345 °C) et Secondaire : vapeur => turbine/génératrice => condenseur

3 GW thermiques



# Que faut-il pour alimenter 1 centrale nucléaire PWR ?

120 tonnes d'Uranium naturel  
(99.3% de U-238, 0.7% de U-235) →

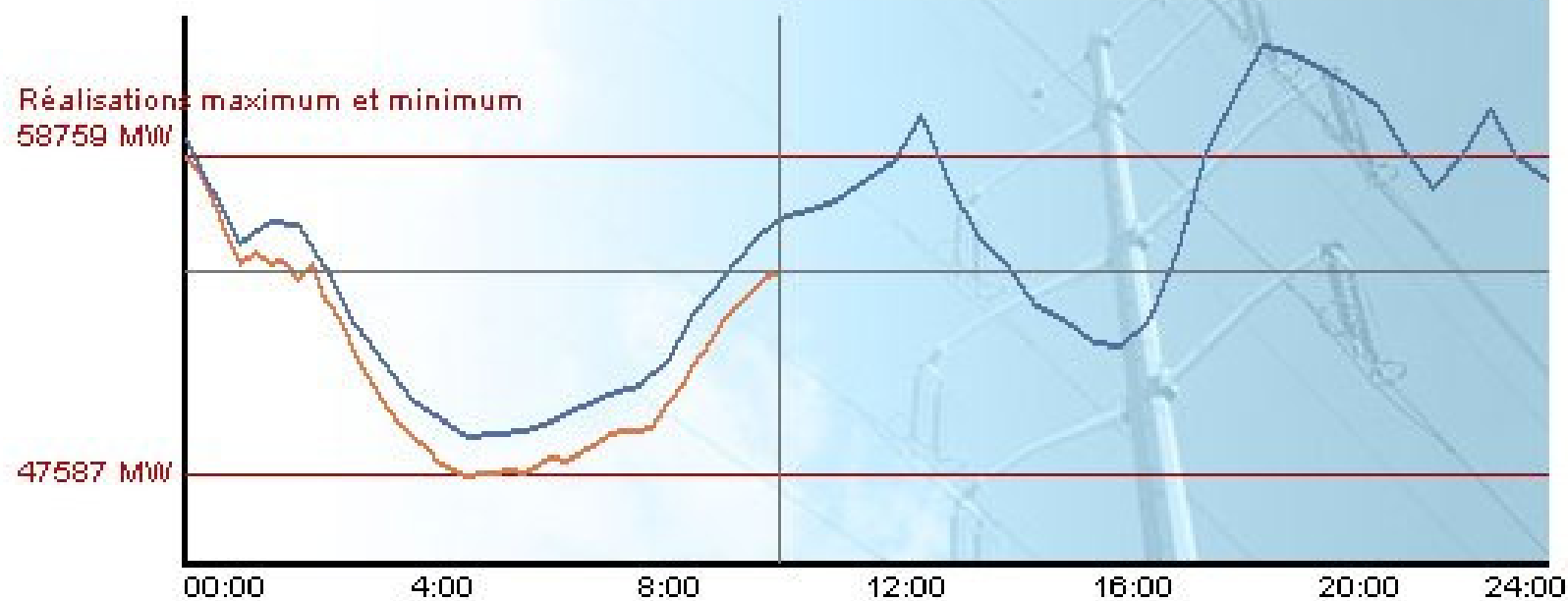
**22 tonnes d'Uranium enrichi (recharge)**  
(3.5% de U-235) →

~ 1 tonne de U-235 brûlé en 20 mois, et...

22 tonnes de "déchets" radioactifs.

[ monde : ~ 440 réacteurs, France : 59 réacteurs ]

# RTE gestion du réseau de distribution électrique



## Caractéristiques

Date des données : 11/11/2007  
Consommation minimum : 47587 MW  
Consommation maximum : 58759 MW

## Valeurs instantanées

Heure : 10:30  
Consommation : 54774 MW  
Prévision : 56600 MW

# Équivalences

Une centrale nucléaire de  $\sim 1$  GWe  
et d'un coût de  $\sim 3$  G€, équivaut à :

5000 éoliennes de 2 MW, (coût 2 M€ chacune)\*.

$10 \times 10$  km<sup>2</sup> de panneaux solaires  
photovoltaïques (coût 60 milliards de €)\*.

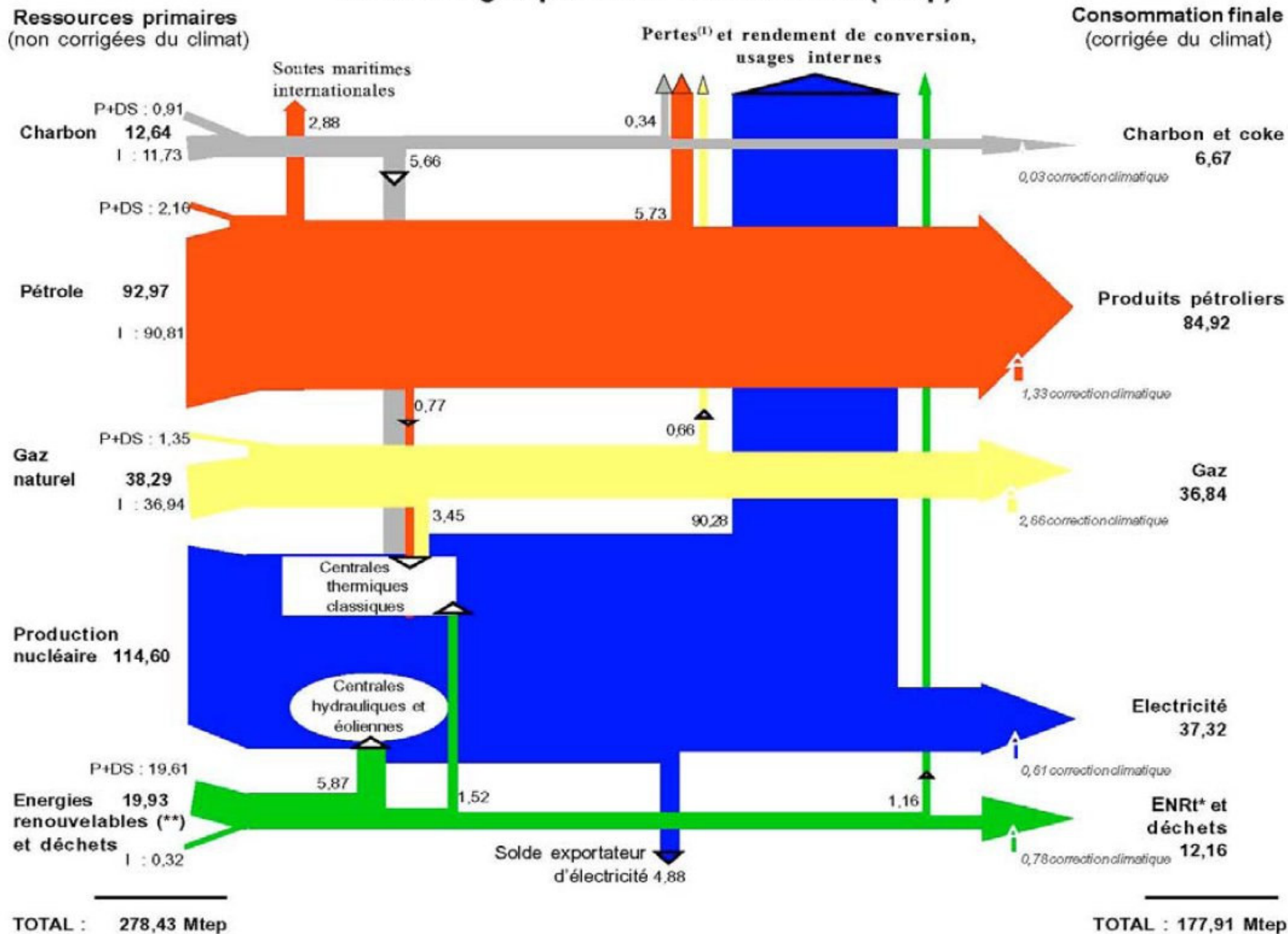
Une dizaine de barrages hydroélectriques.

*\* Sans le coût des centrales thermiques d'appoint*

~ 300 éoliennes



# Bilan énergétique de la France en 2007 (Mtep)



P : production nationale d'énergie primaire  
 DS : déstockage  
 I : solde importateur

(\*\*) : y compris hydraulique, éolien et photovoltaïque  
 ENRt : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique, biog carburants,...) et pompes à chaleur  
<sup>(1)</sup> voir commentaire bas de page

FIN de l'introduction

→ Le pétrole