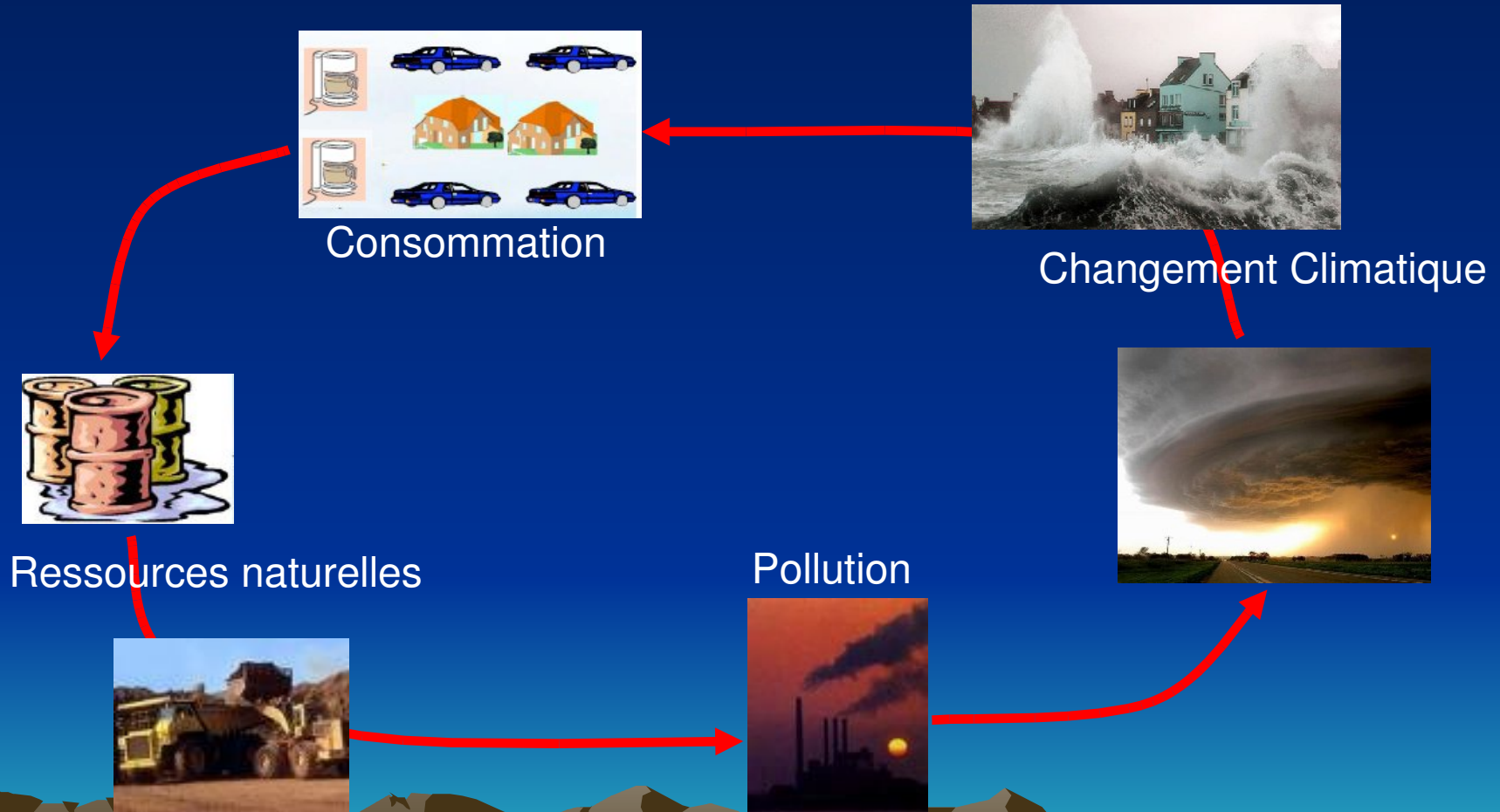


Consommation et Energie : quelle prise de conscience ?



Sources d'informations

- Jean-Marc JANCOVICI
 - <http://www.manicore.com/>
 - <http://www.ensmp.fr/ingenieurcivil/SitesIC/Balado/Cli>
- ASPO : Association for the Study of Peak Oil
 - <http://www.peakoil.net/>
 - <http://aspofrance.org/>
- GIEC : <http://www.ipcc.ch/>
- Fondation Nicolas Hulot :
<http://www.defipourlaterre.org/outils/index.php>



Consommation & Energie

- 1) L'énergie
- 2) Notre consommation
- 3) Les ressources naturelles
- 4) Le climat
- 5) Quelles actions ?

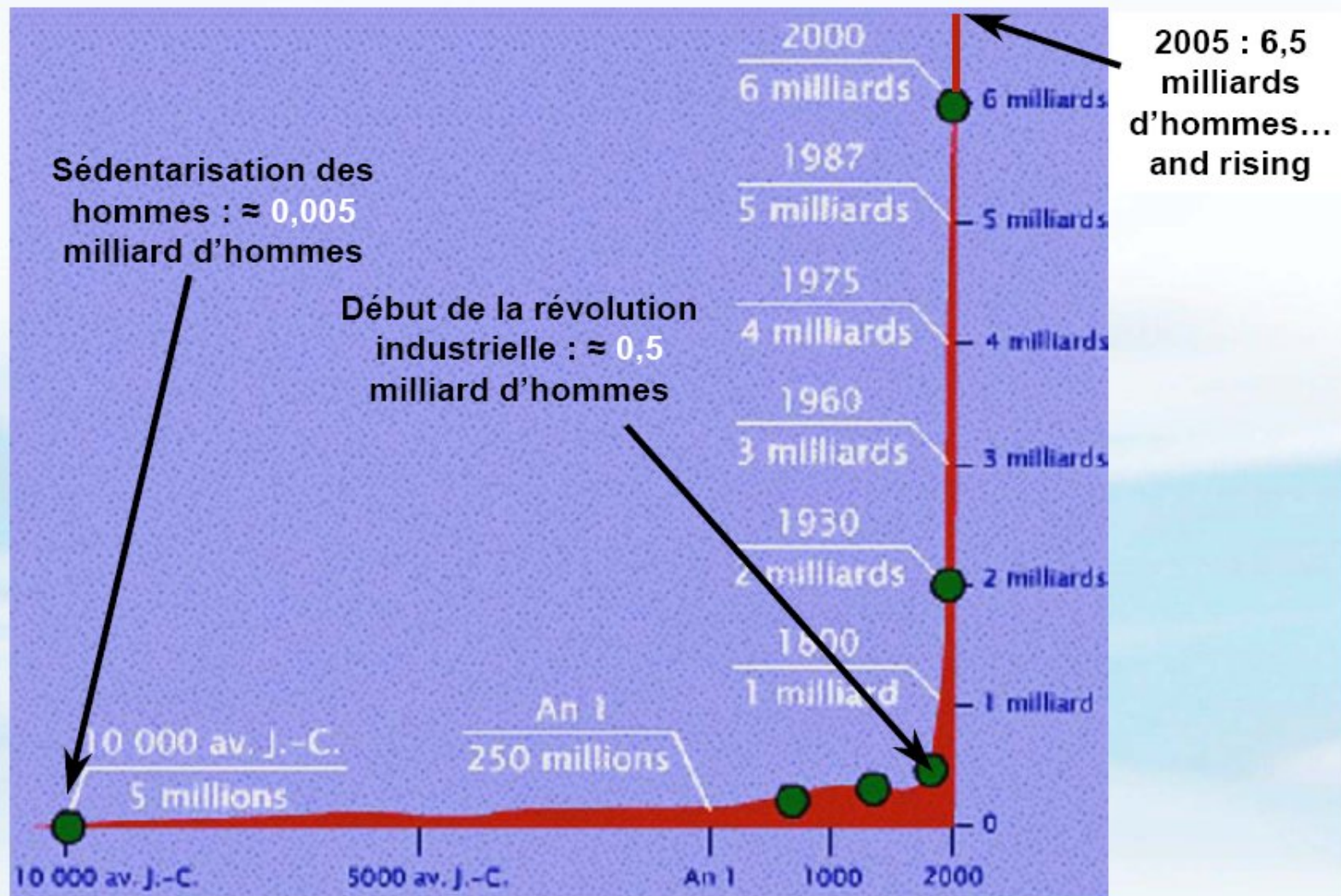




L'énergie n'est ni une novation du 21^è siècle... ni de l'ère chrétienne

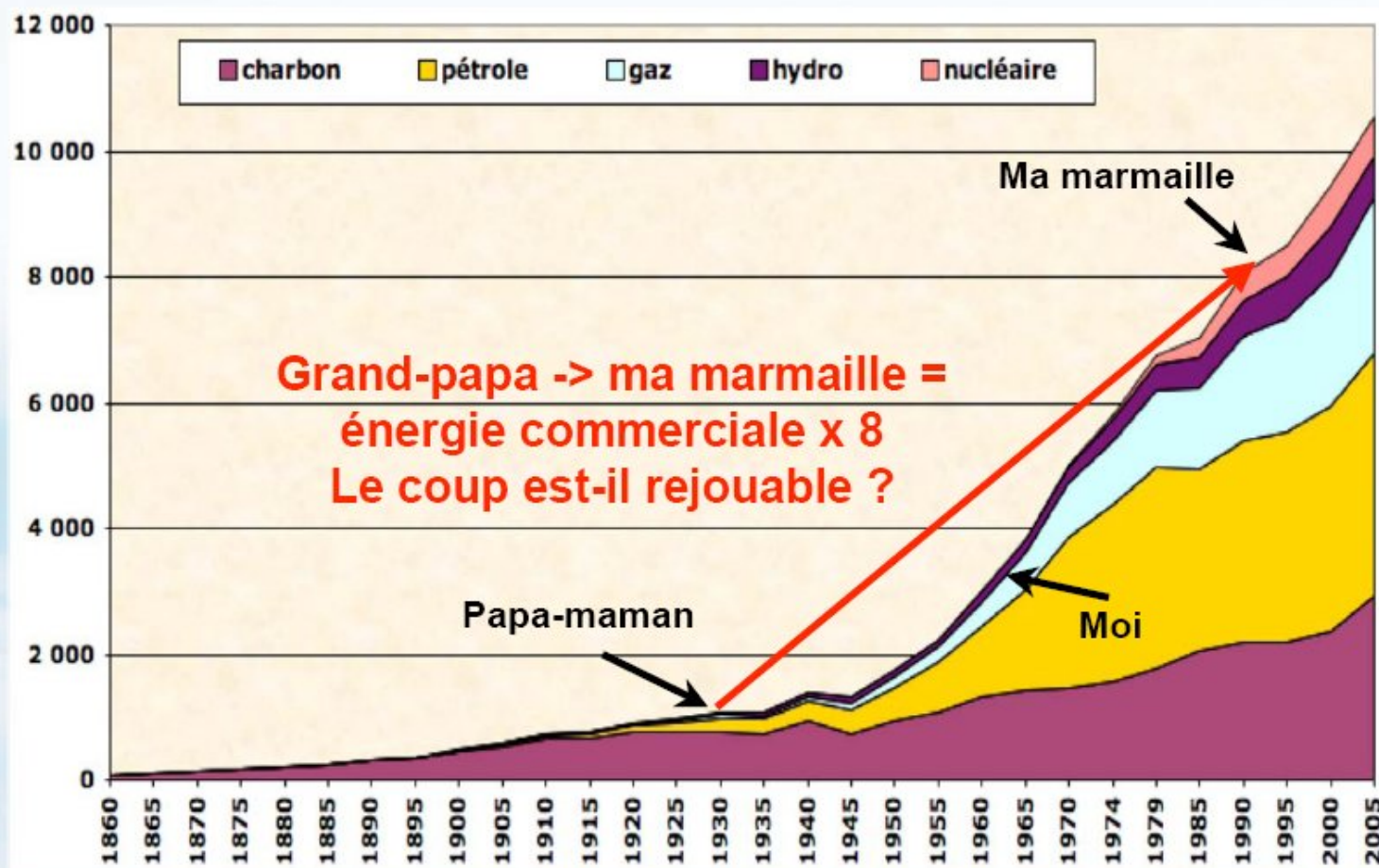
- -500.000 ans : domestication du feu.
- L'antiquité : toutes les renouvelables ont été utilisées ! Bois, vent, soleil, hydraulique, traction animale...
- Le pétrole est connu des Summériens (-3.000 av. JC environ), bien avant Drake et son premier forage (1859 à Tittusville).
- Le charbon est exploité dans la Chine antique 1000 ans avant notre ère.
- Ce qui caractérise l'ère « moderne », ce n'est pas l'utilisation de sources « nouvelles » (sauf le nucléaire et le photovoltaïque), mais le **changement d'ordre de grandeur** dans leur usage.

Un premier changement d'ordre de grandeur : la population



Évolution démographique depuis le néolithique (découverte de l'agriculture). Source : Musée de l'Homme

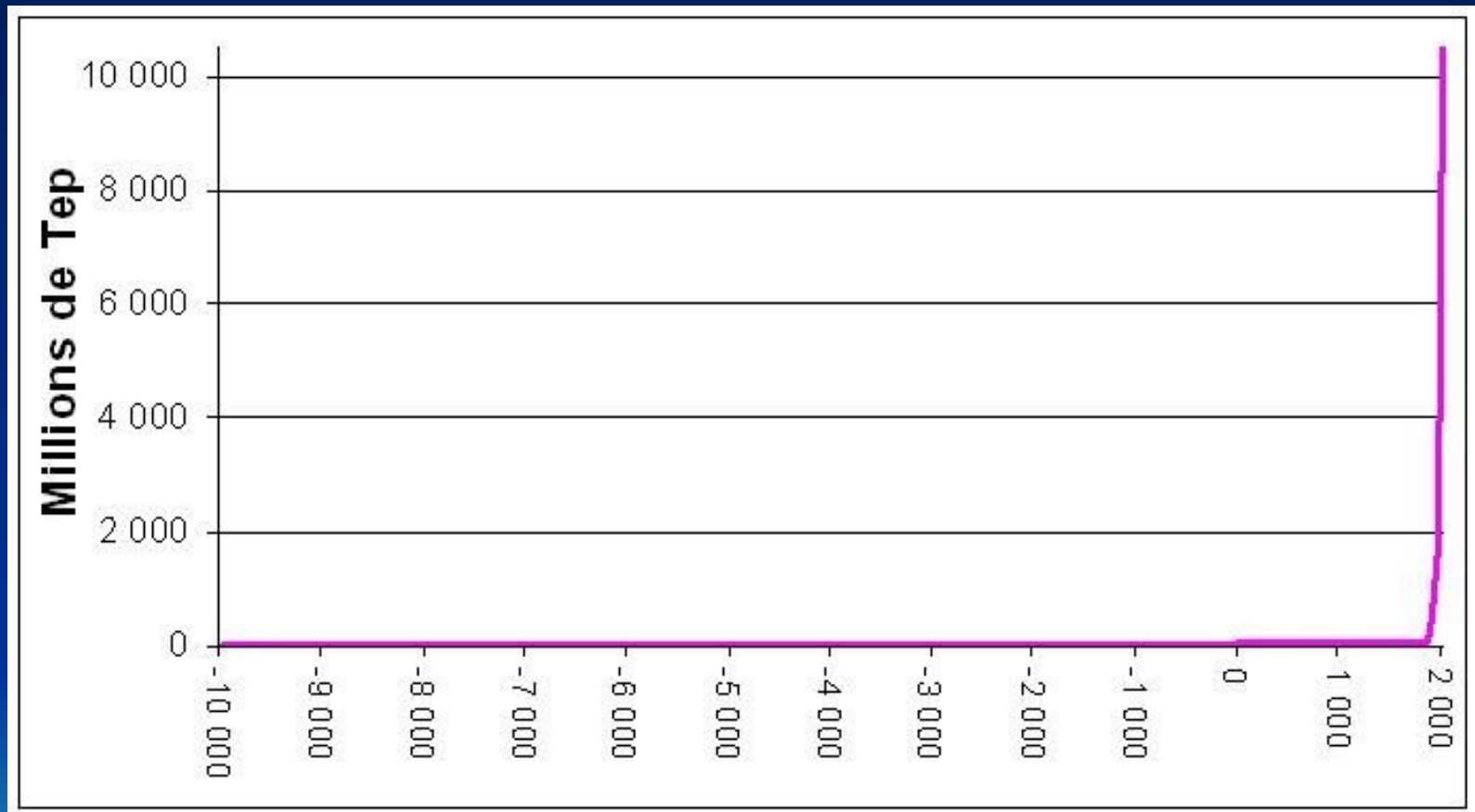
Gaz et électricité à tous les étages, cela a donné ceci...



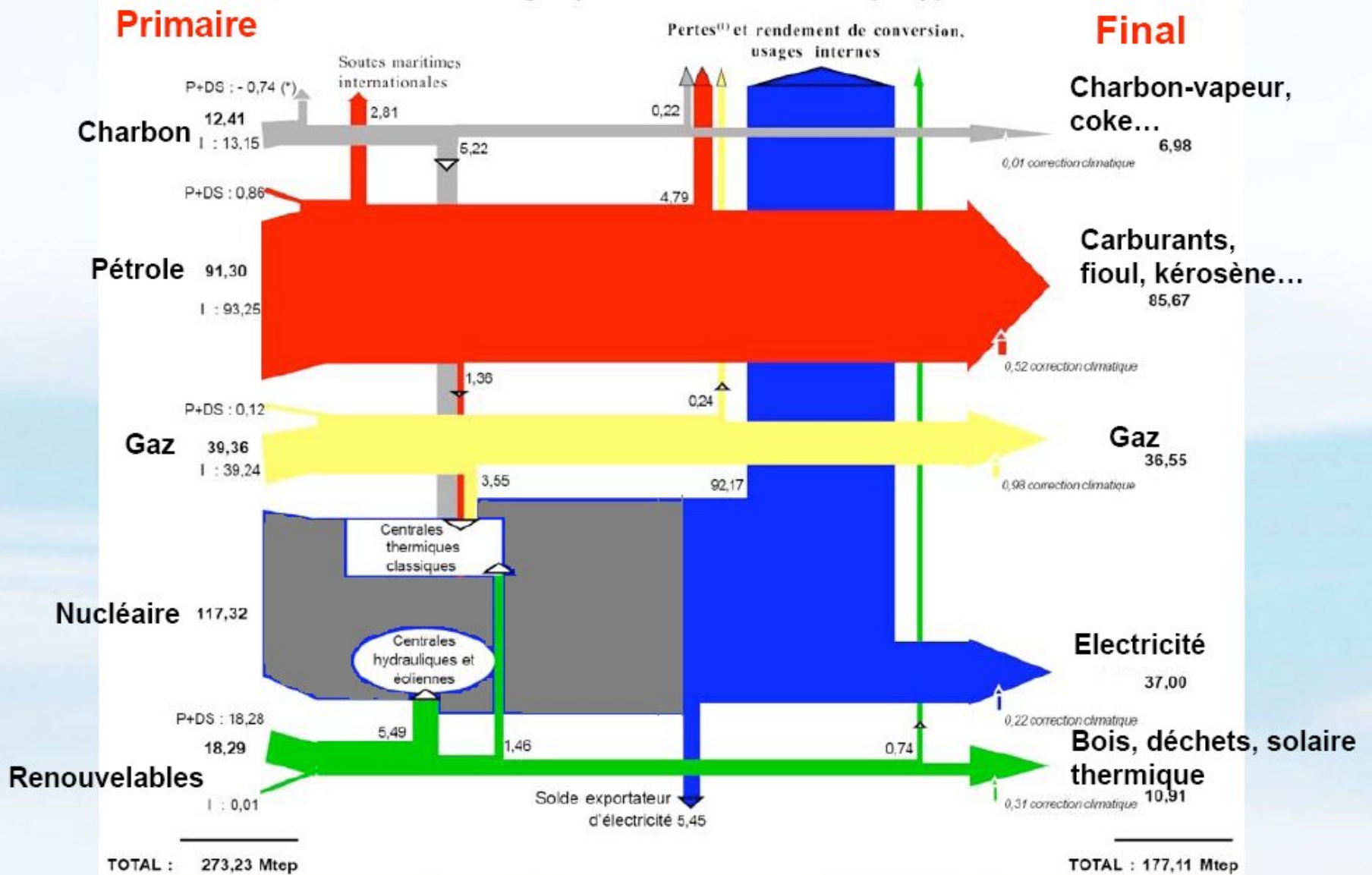
Consommation mondiale d'énergie primaire en Mtep (millions de tonnes équivalent pétrole) depuis 1860. Sources Schilling & al + AIE + BP statistical review, compilation de l'auteur

Consommation mondiale d'énergie dans l'histoire

Ou la pression de l'homme sur l'environnement

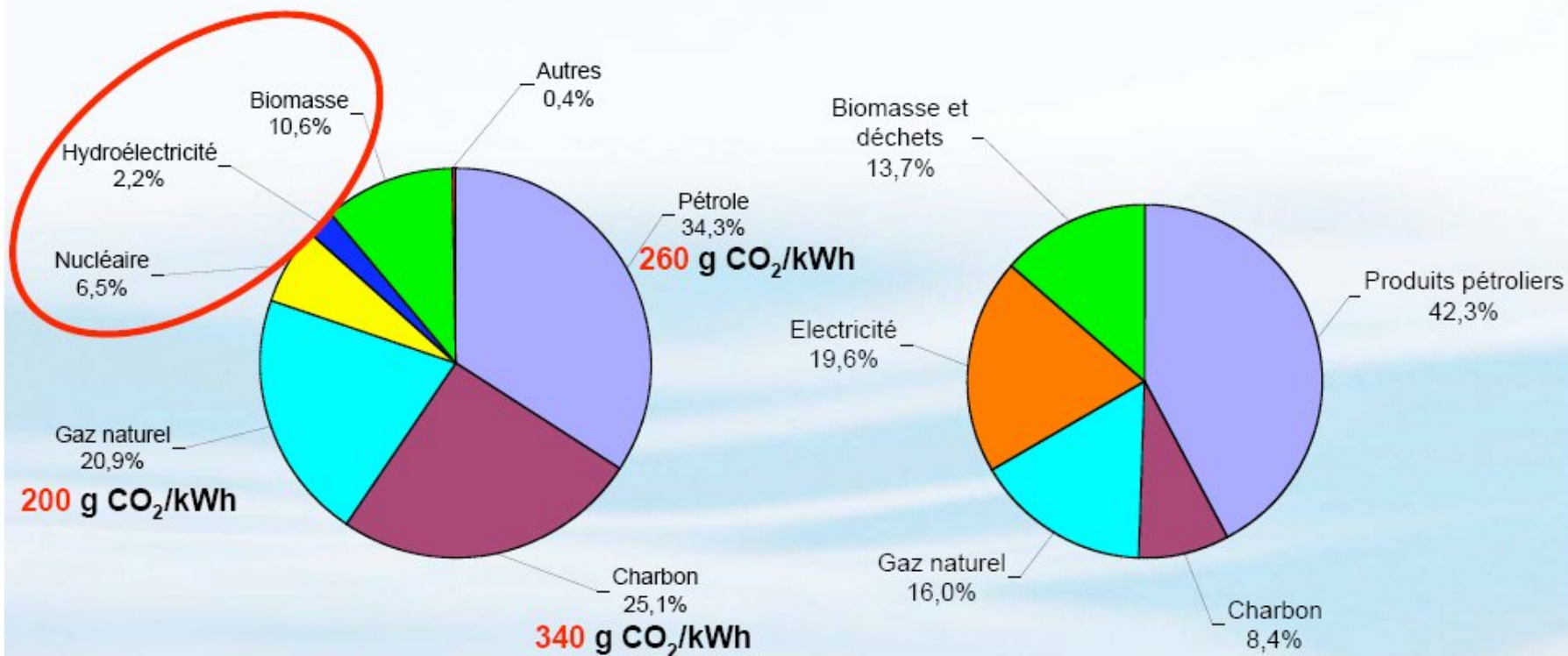


Vous êtes plutôt primaire, ou plutôt final ?



Et peut-être un jour H2, air comprimé...

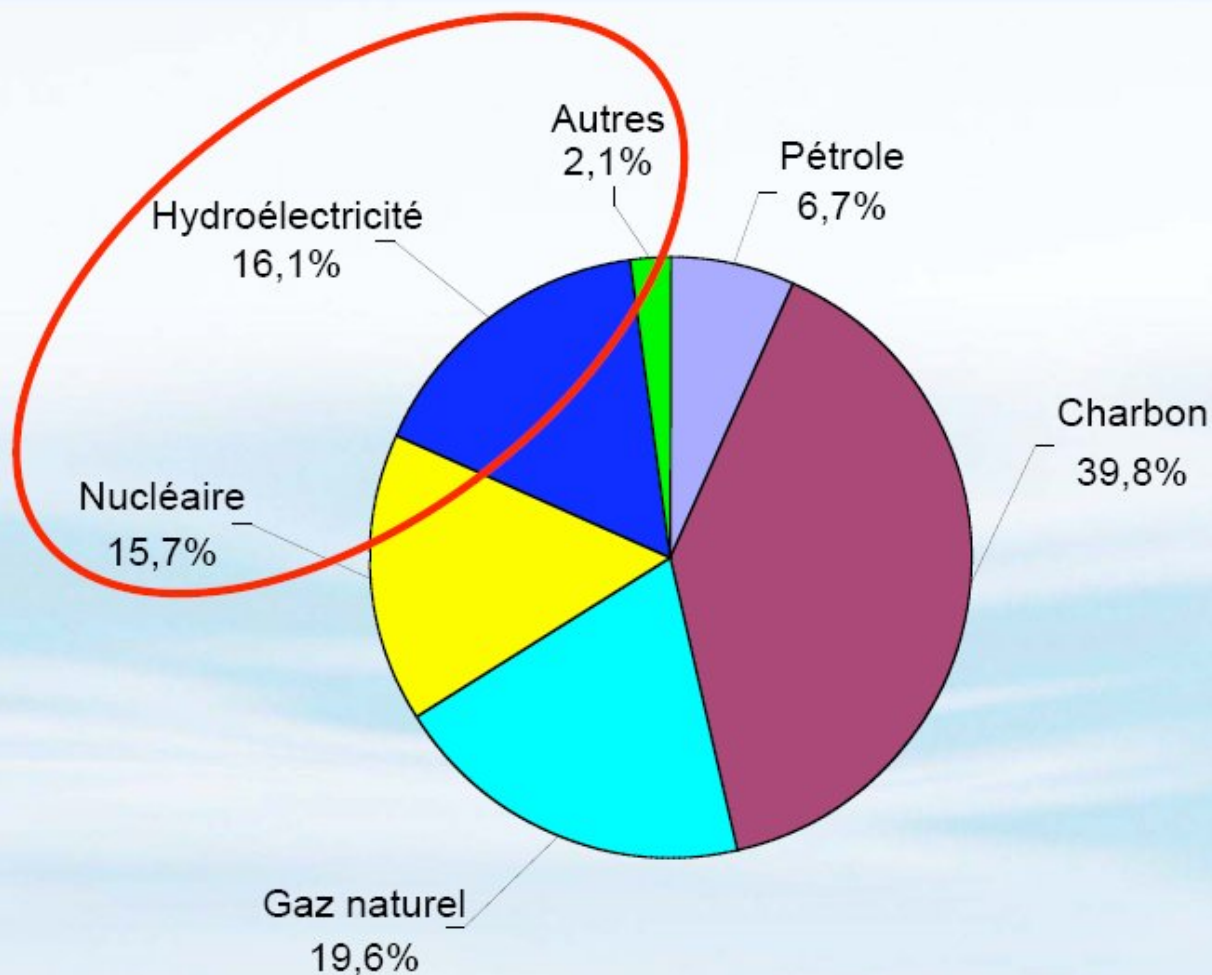
Energie primaire = carbone, c'est presque aussi simple que cela...



11,1 Gtep_{primaire} → 7,6 Gtep_{final}

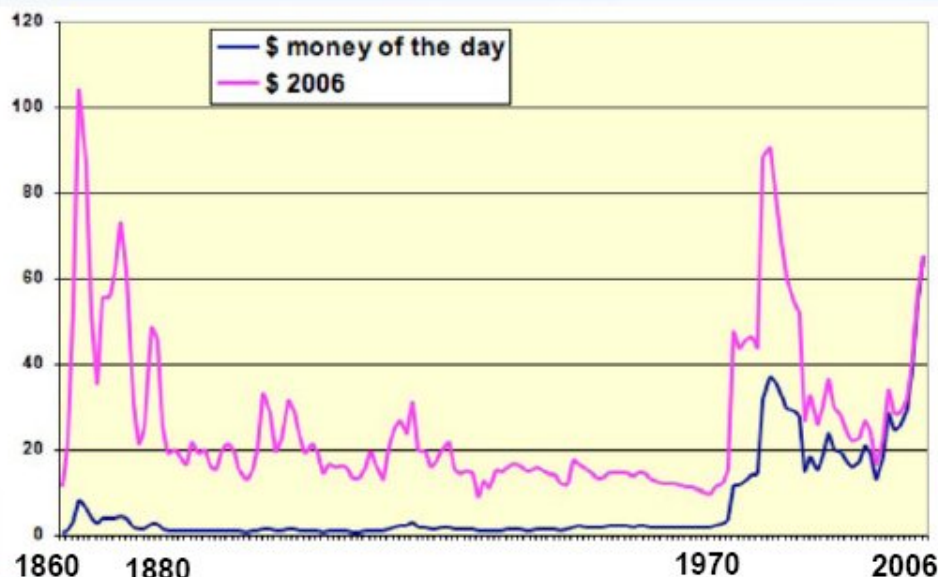
Bilan énergétique mondial en 2004 - Source : AIE 2006

Electricité = carbone, cela reste quasiment vrai aussi

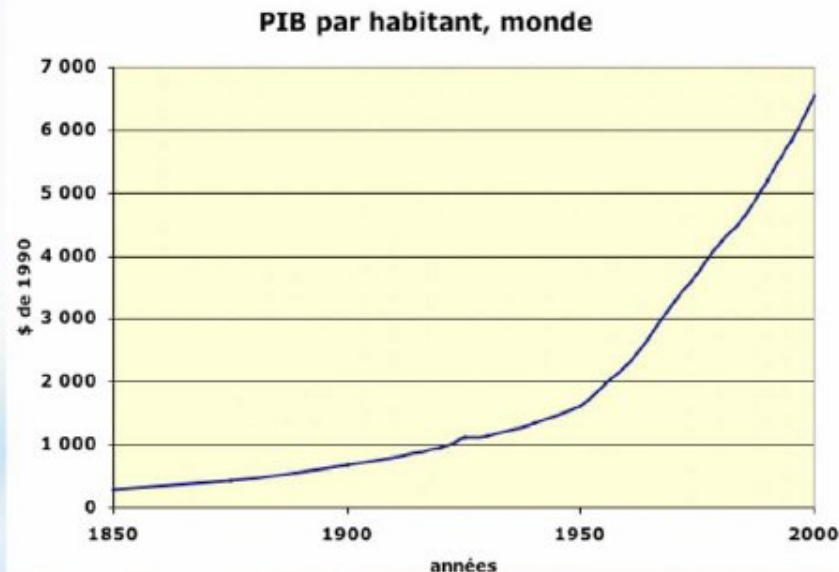


Part de chaque énergie primaire dans la production électrique en 2004
Source : AIE 2006

L'énergie plus chère ? Allons donc !



Prix du baril depuis 1861 en \$ courants et en \$ de 2006. Source BP Statistical Review, 2007

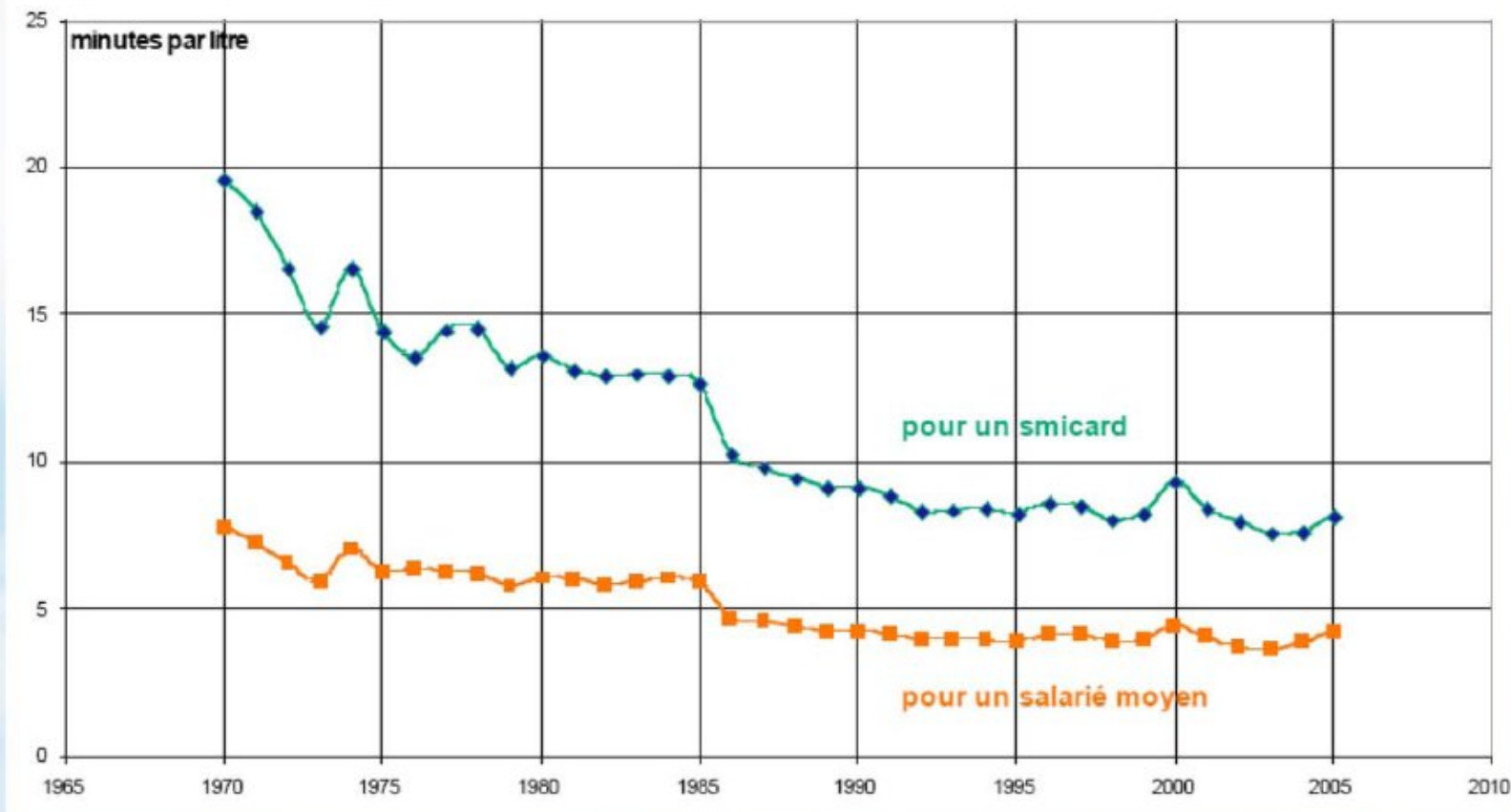


Reconstruction du PIB par habitant depuis 1850 (le PIB est une notion qui date de la fin de la Seconde Guerre Mondiale)

Source : J. Bradford DeLong, 2005

En 100 ans, le prix relatif de l'énergie - donc du carbone - a été divisé par 10 environ en Occident, et le prix d'un service énergétique par 30 -> l'énergie vaut de moins en moins cher (pour l'instant)

Energie pas chère + ouvriers : voici venir la mobilité pour tous



**Prix du carburant exprimé en minutes de temps de travail par litre
(prix rapporté au pouvoir d'achat).**

Source FNAUT, 2007

Energie fournie par un organisme humain :

Métabolisme de base d'un individu au repos : 2,5 kWh par jour
(correspond à 2000 Calories d'alimentation)

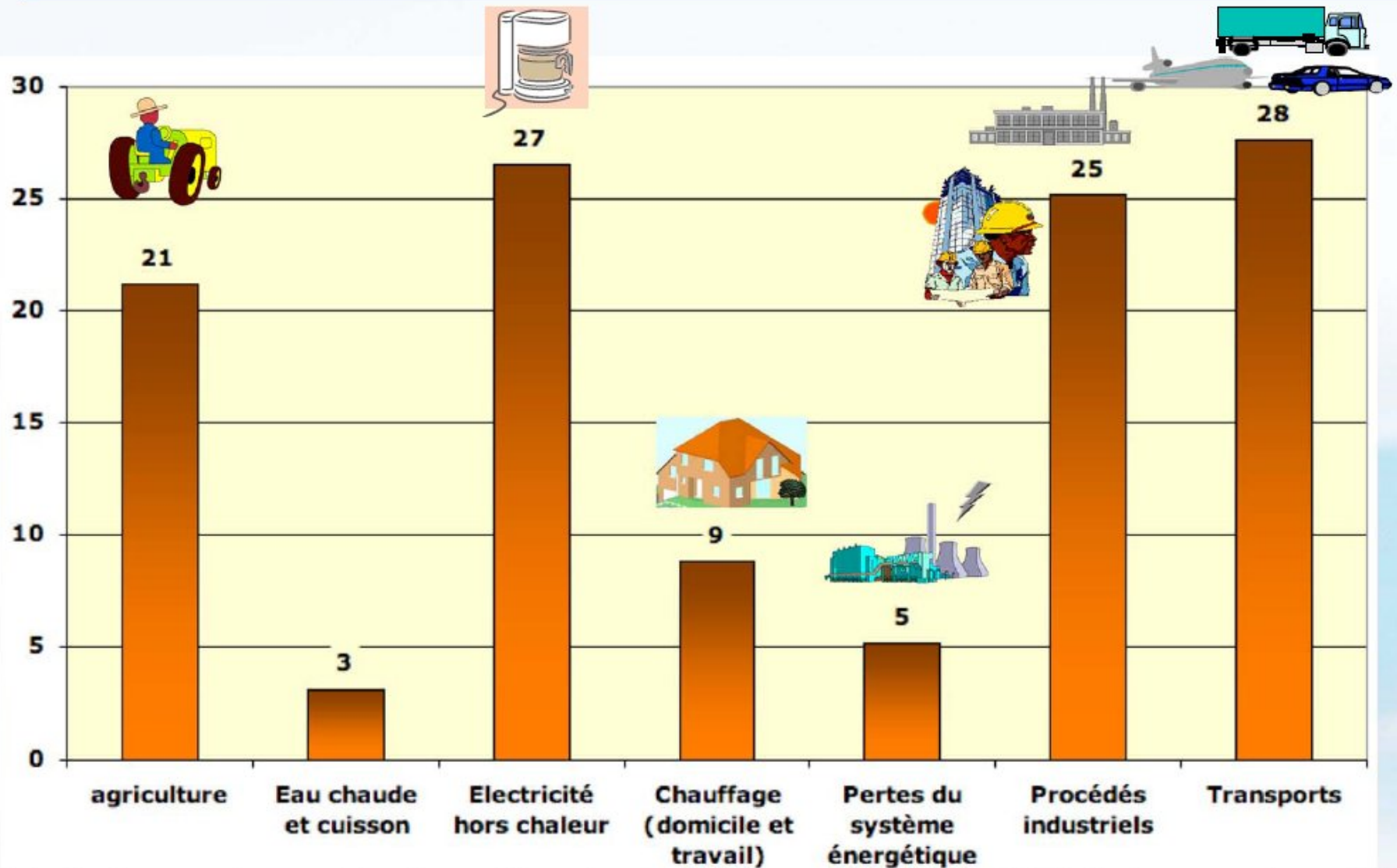
3.000 mètres de dénivelée pour une personne de 65 kg (facile !) :
0,5 kWh d'énergie mécanique (rappel pour les sceptiques : $E = mgh$; ici $E = 65 \times 9,81 \times 3000 \approx 1,9 \text{ MJ} \approx 0,5 \text{ kWh}$)

1 grand trou pour les géraniums, soit 18 tonnes de terre remontée
de 1 mètre : 0,05 kWh d'énergie mécanique (pour les même
sceptiques : E vaut toujours mgh ; ici $E = 18000 \times 9,81 \times 1 \approx 0,18 \text{ MJ} = 0,05 \text{ kWh}$)

1 litre d'essence, c'est (roulement de tambour)... 10 kWh ; après
passage dans un moteur 2 à 4 kWh d'énergie mécanique

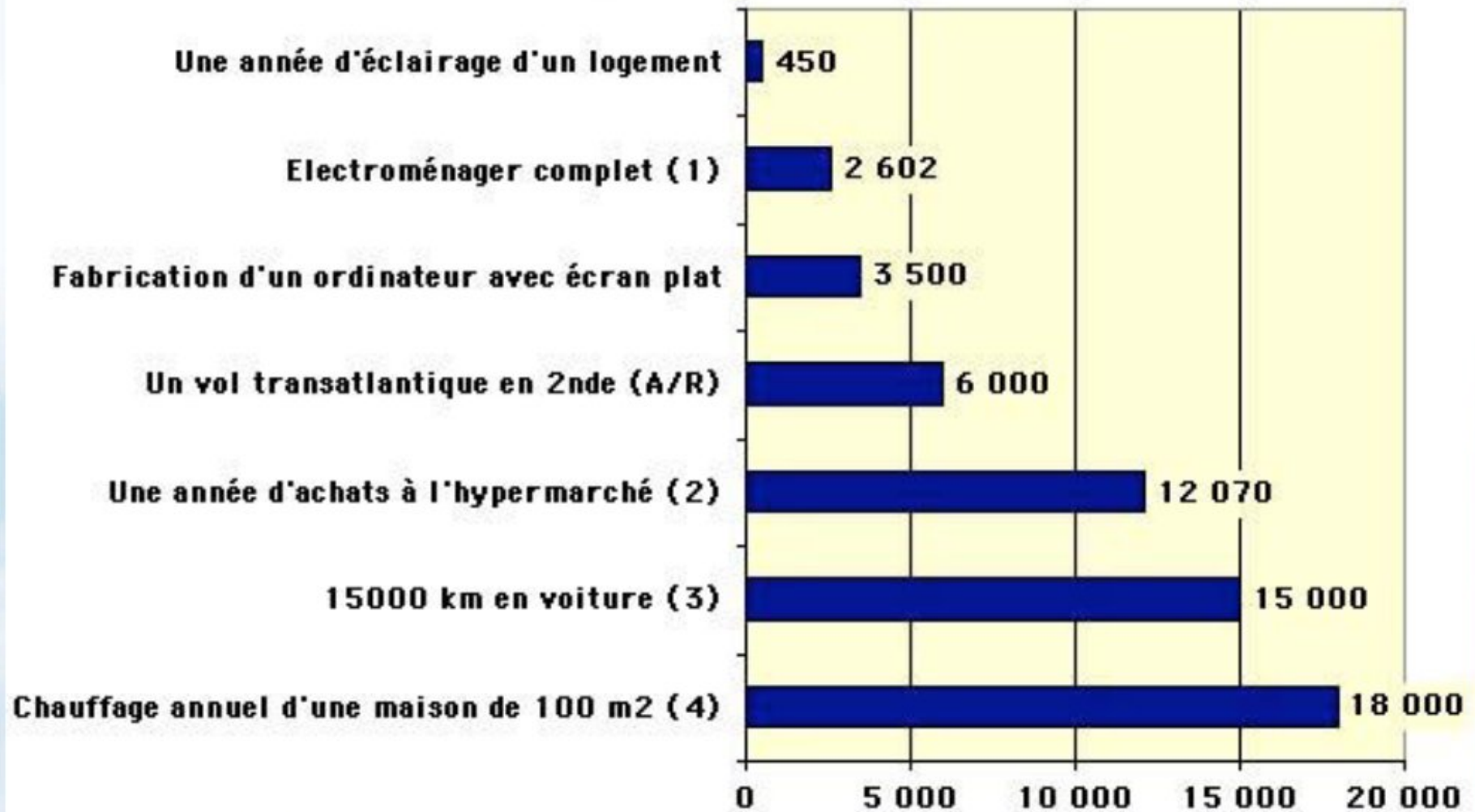
**Il y a autant d'énergie mécanique dans un 1 litre
d'essence que dans 10 paires de jambes ou 100 paires
de bras sur une journée !**

Voici la vérité qui dérange vraiment : tout smicard est un nabab



« Equivalent esclave » à la disposition de chaque Français de l'an 2000. Qui est modeste !?
Calcul de l'auteur, 2008

En kWh, les hommes sont encore plus primaires qu'on se l'imagine



Consommation annuelle par usage en kWh. Un Français ≈ 47.000 kWh « primaires » par an.

Jancovici, 2006

Consommation & Energie

- 1) L'énergie
- **2) Notre consommation**
- 3) Les ressources naturelles
- 4) Le climat
- 5) Quelles actions ?

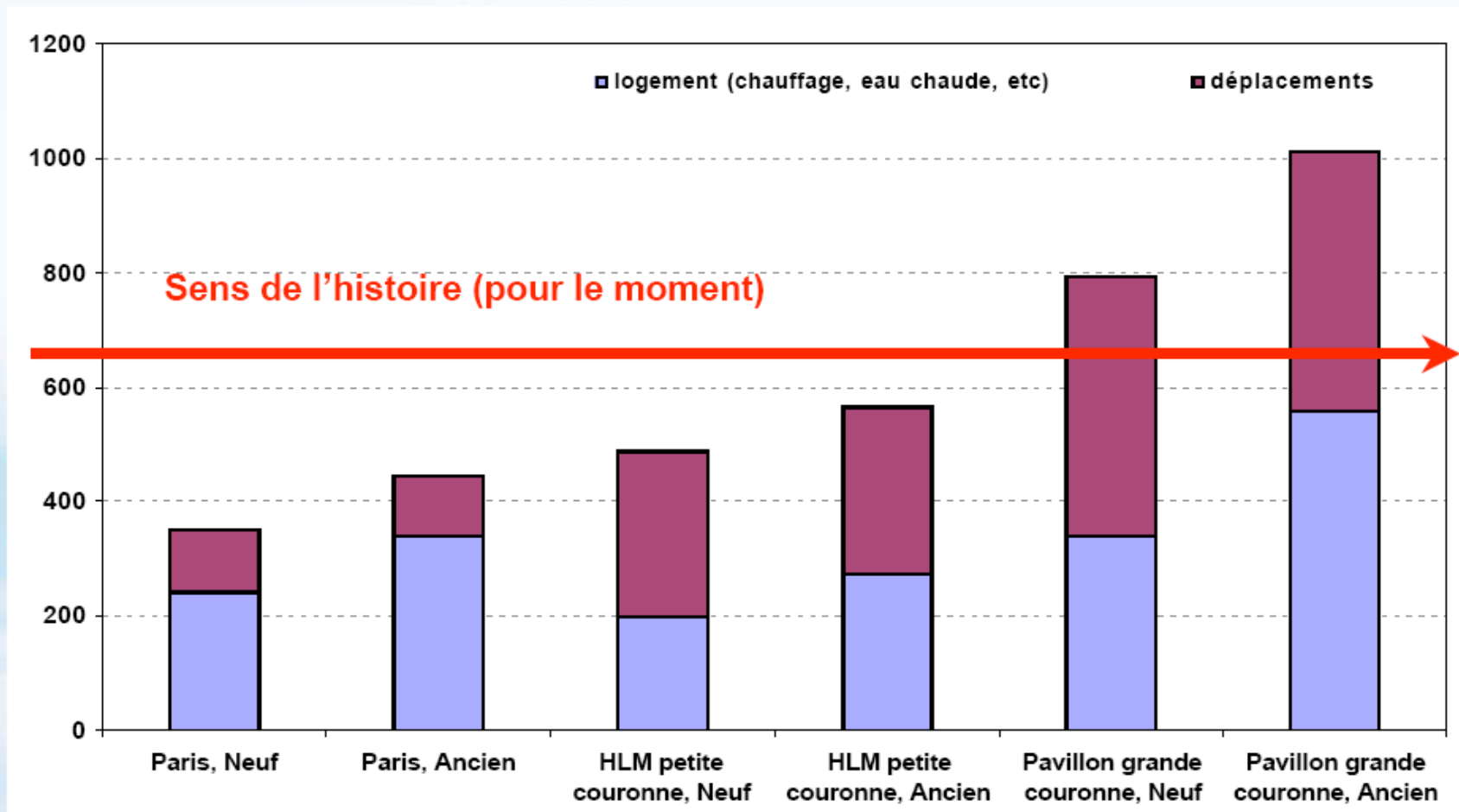


© 2008 Tele Atlas

Google



Chaude la banlieue, donc...



Emissions de gaz à effet de serre, en kg équivalent carbone par habitant et par an, pour la mobilité quotidienne et le chauffage.

Jancovici, 2001, d'après Traisnel, 2001



**La 2CV de 1950 : 375 cm³ de cylindrée,
9 CV de puissance, 60 km/h, 500 kg,
4,5 litres aux 100**

**La C3 de 2008 (diesel) : 1.400 cm³ de
cylindrée, 70 CV de puissance, 160
km/h, 1.000 kg, 5 à 6 litres aux 100**

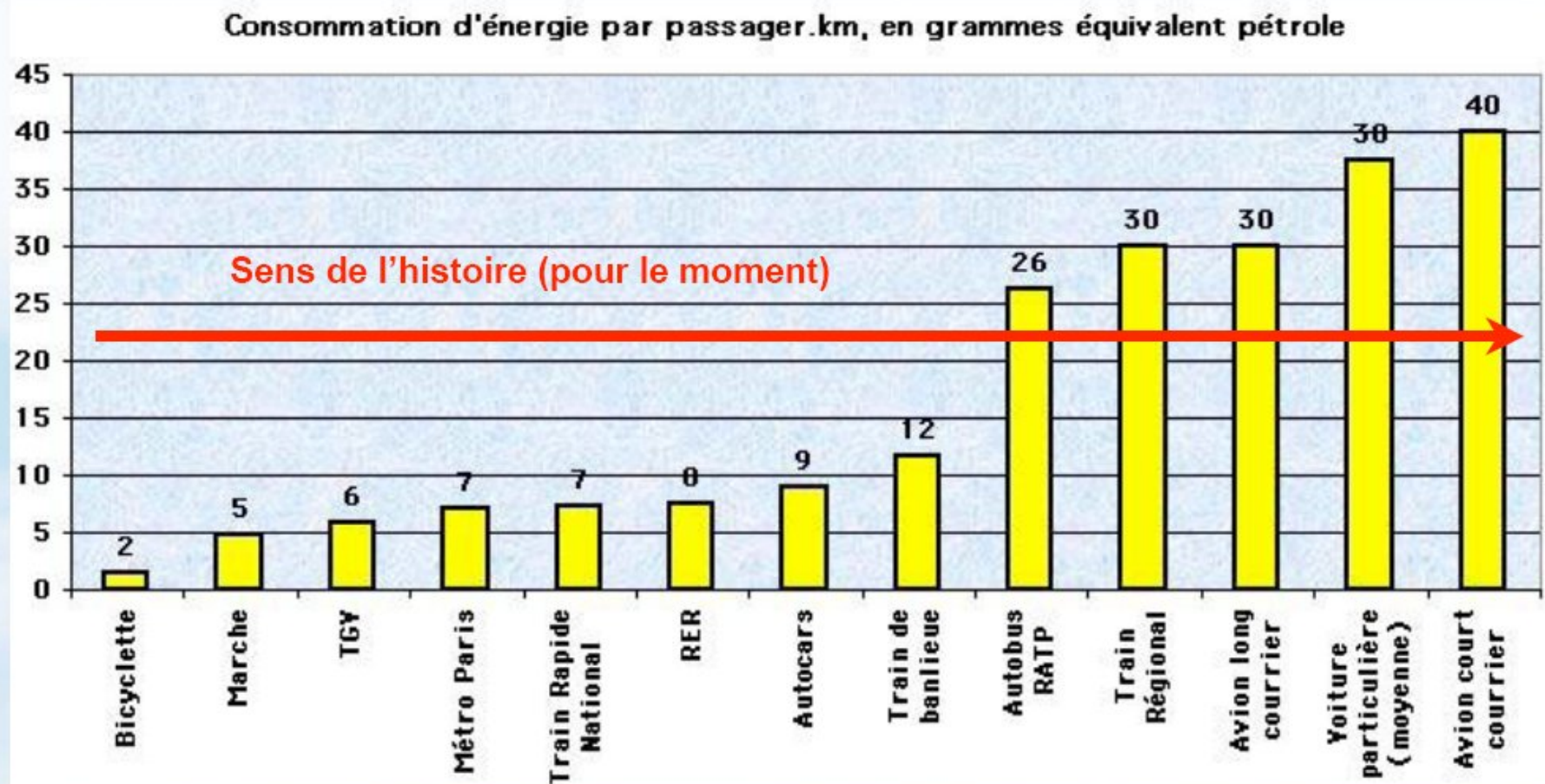
4 fois moins de carburant consommé par cm³ de cylindrée

2,5 fois moins de carburant consommé par km/h de vitesse maximale

7 fois moins de carburant consommé par CV de puissance nominale

2 fois moins de carburant consommé par kg de masse

Transports : plus c'est moderne, et plus cela pompe...



Consommation d'énergie par passager **pour un km** (la voiture tient compte du taux de remplissage moyen) en grammes équivalent pétrole. Sources diverses.

L'impossible définition des économies : l'électricité



Le frigo de 1950 : ~100 litres, ~400 kWh/an

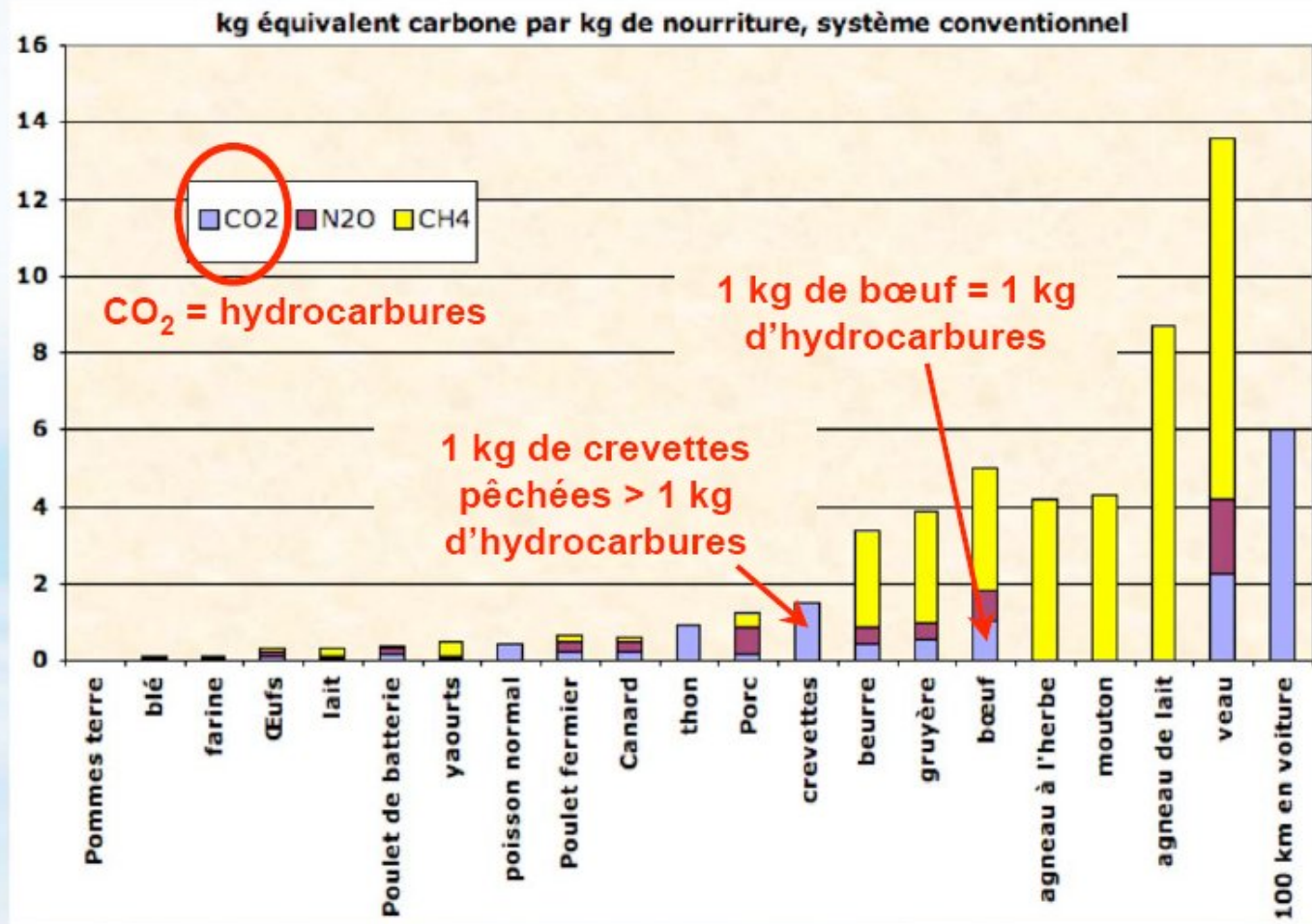


Le frigo de 2008 : 280 litres, 30% en compartiment surgelés, 320 kWh/an

2 à 4 fois moins d'électricité par litre refroidi

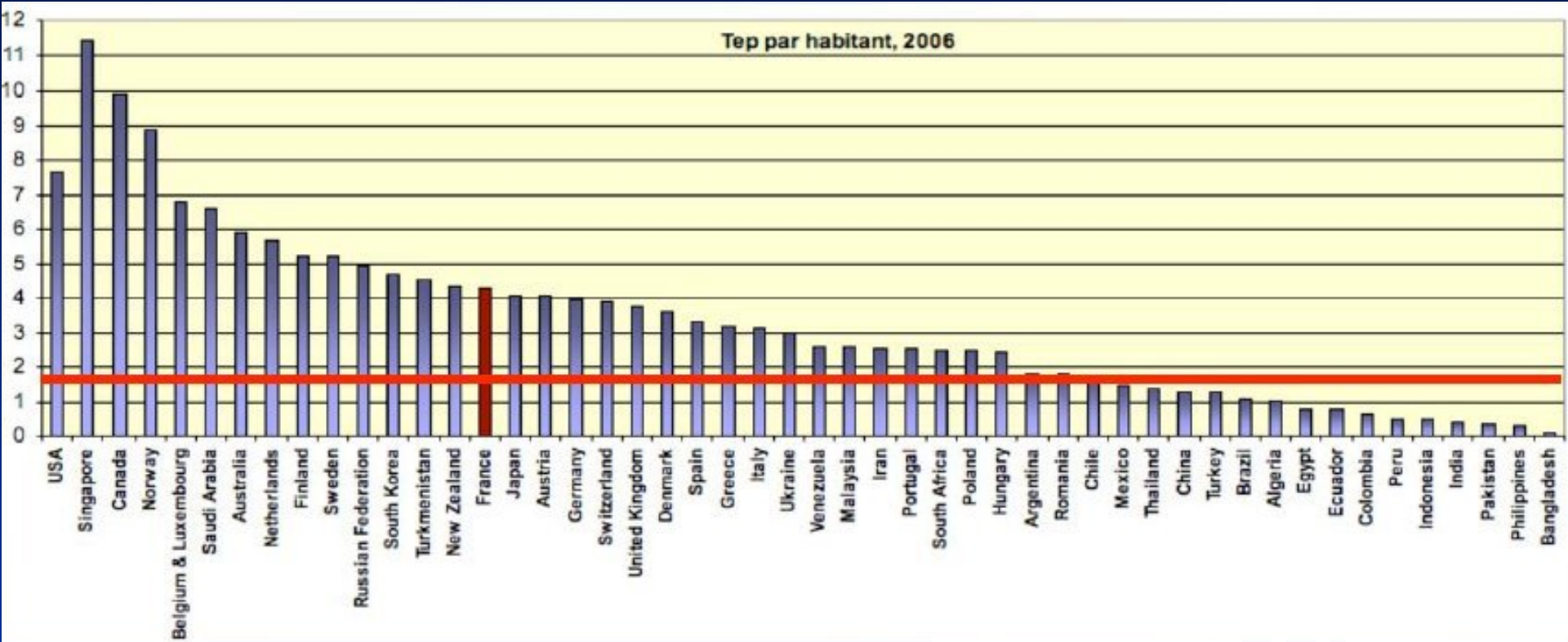
Par rapport à 1970, 4 fois moins d'électricité consommée par réfrigérateur

Nous mangeons l'énergie, aussi...



Kg équivalent carbone pour la production d'un kg de nourriture. La partie bleue de chaque barre correspond à la part des hydrocarbures dans les émissions

Source : Jancovici/Ademe, 2007

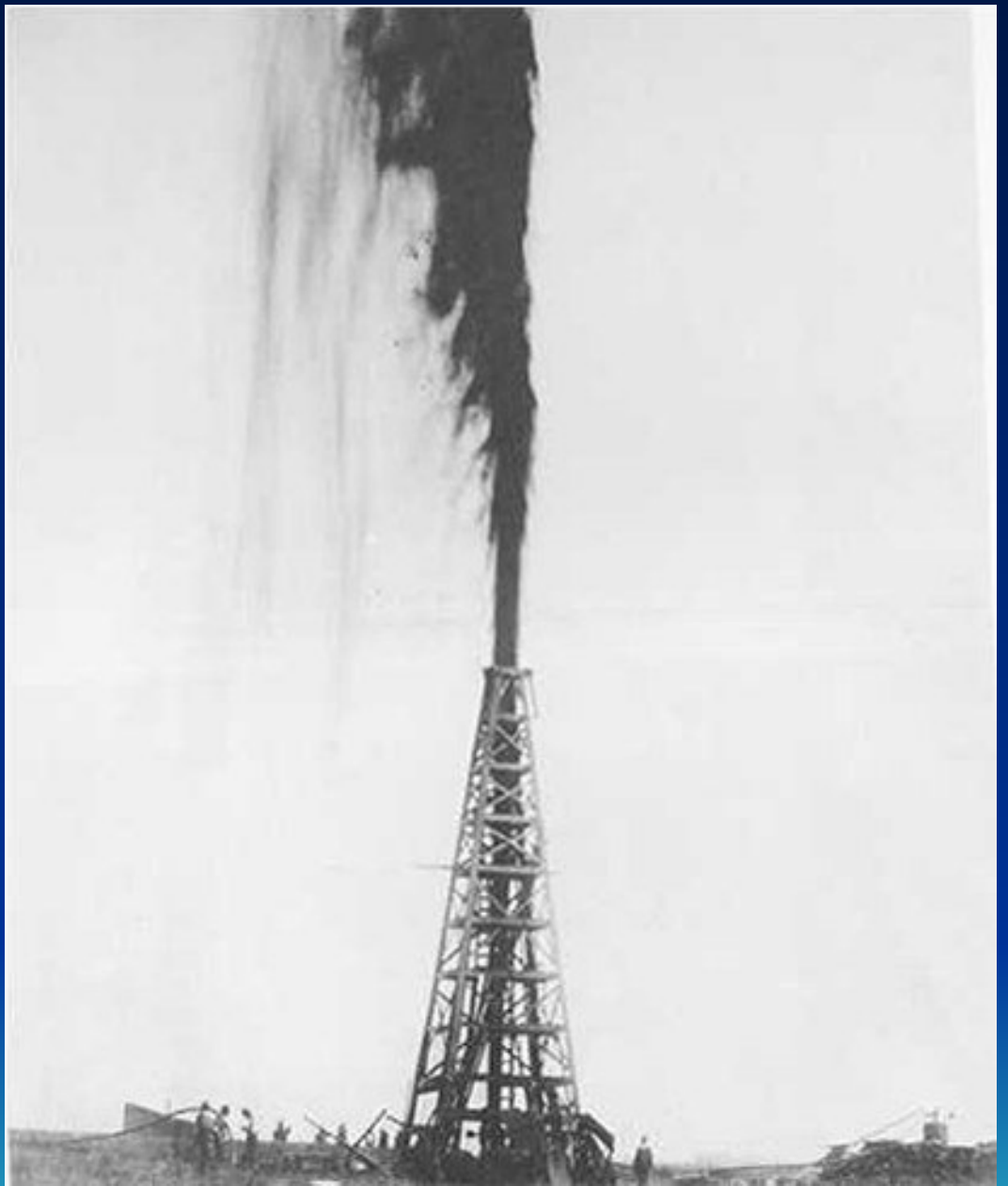


Consommation & Energie

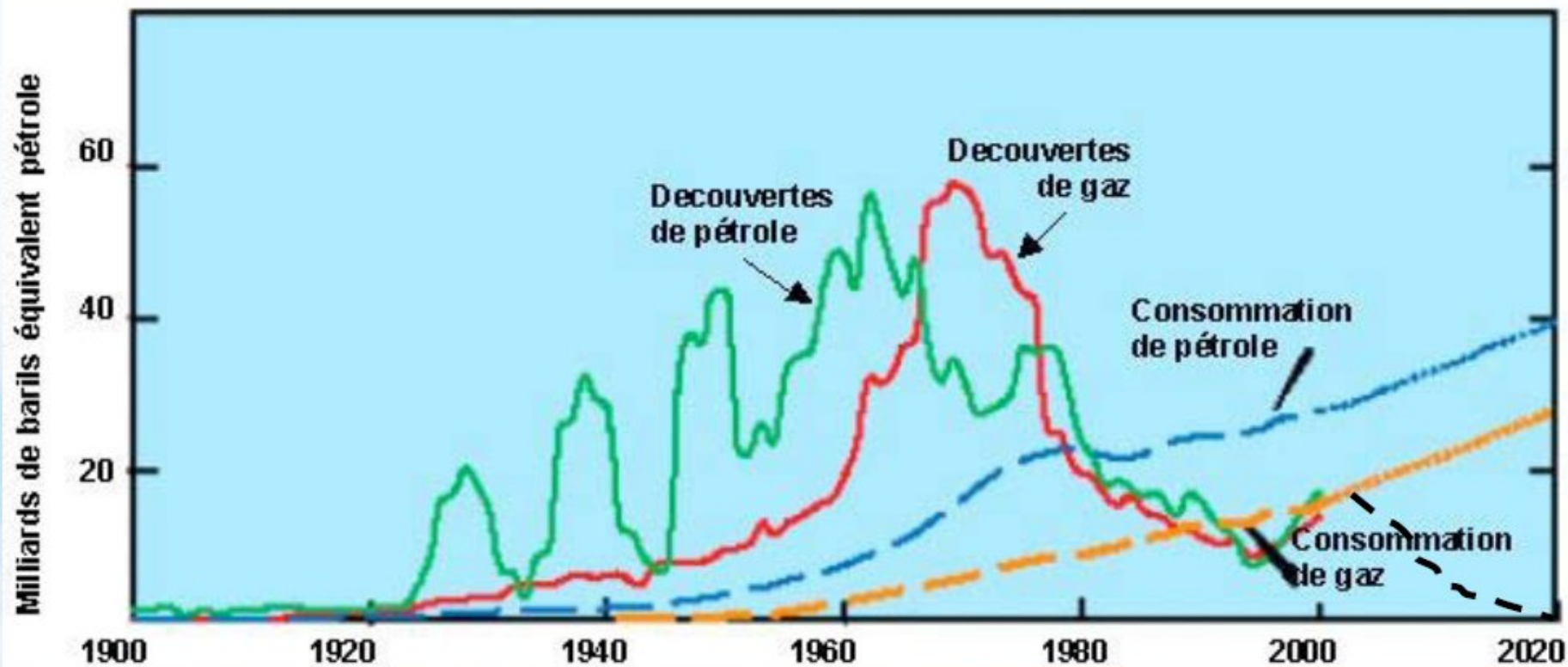
- 1) L'énergie
- 2) Notre consommation
- **3) Les ressources naturelles**
- 4) Le climat
- 5) Quelles actions ?

Le pétrole

1908 - USA



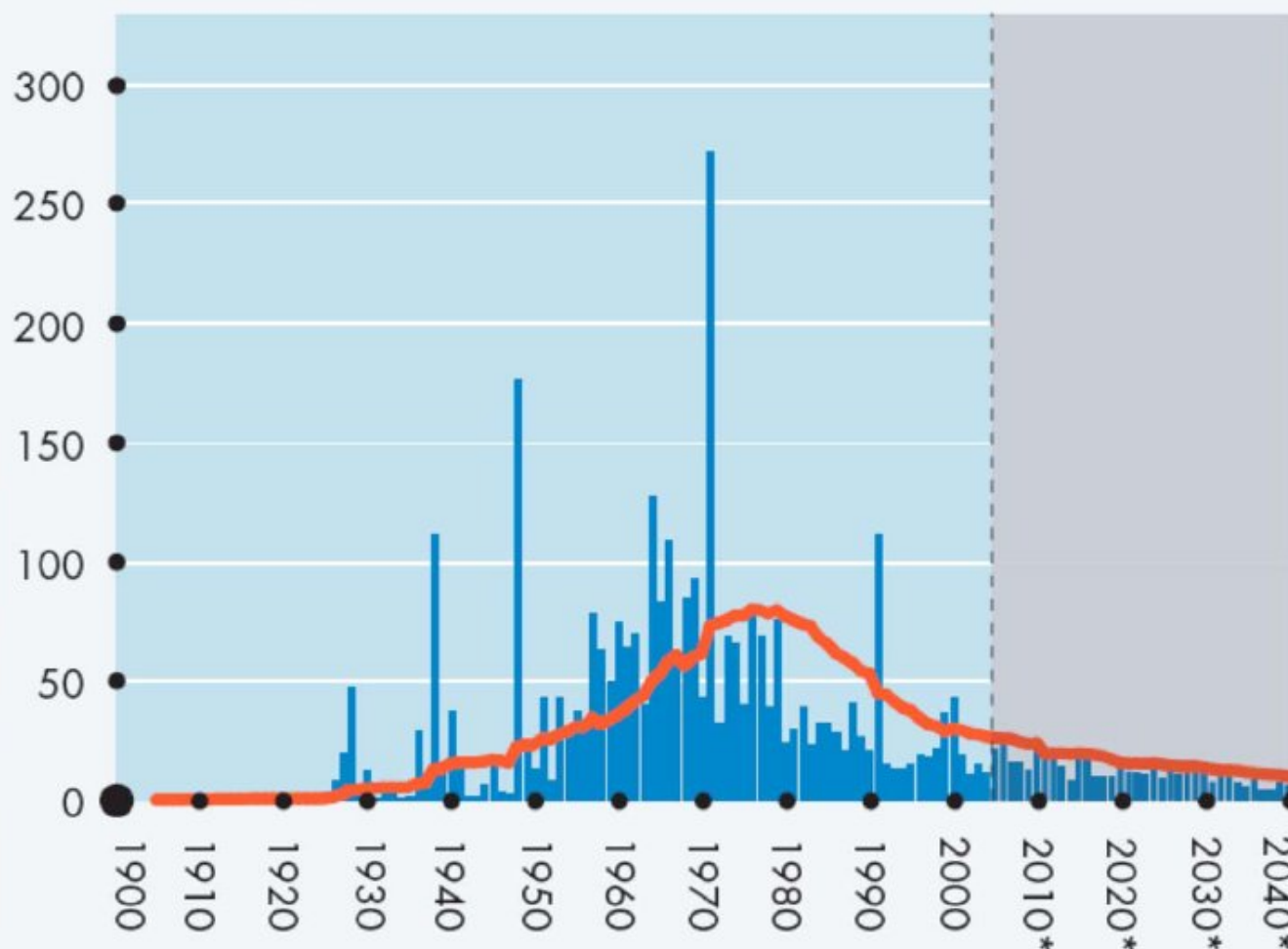
Pour produire du pétrole, il est conseillé de le découvrir, d'abord



Découvertes mondiales de pétrole récupérable depuis 1900 (2P), en moyenne mobile sur 5 ans, en milliards de tonnes équivalent pétrole (1 tonne = 7,3 barils).

Source : Exxon Mobil, 2002

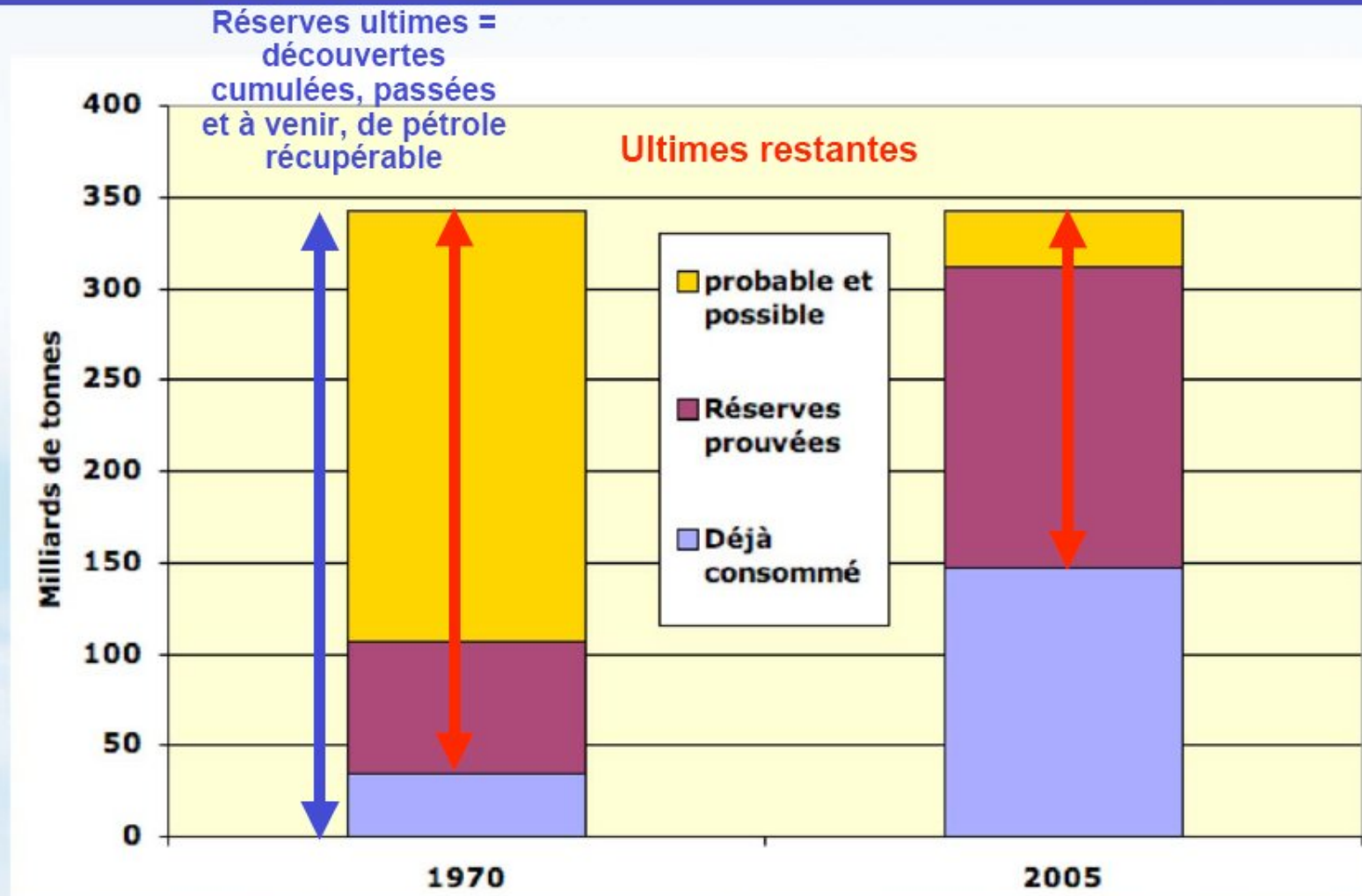
Le Gross Kapital, décidément imprécateur d'apocalypse...



Découvertes mondiales de pétrole récupérable depuis 1900 (valeurs annuelles et moyenne mobile sur 20 ans), en milliards de barils, et **extrapolation pour le futur** (y compris offshore profond, polaire, condensats, etc).

Source : Shell/IHS Energy, 2005

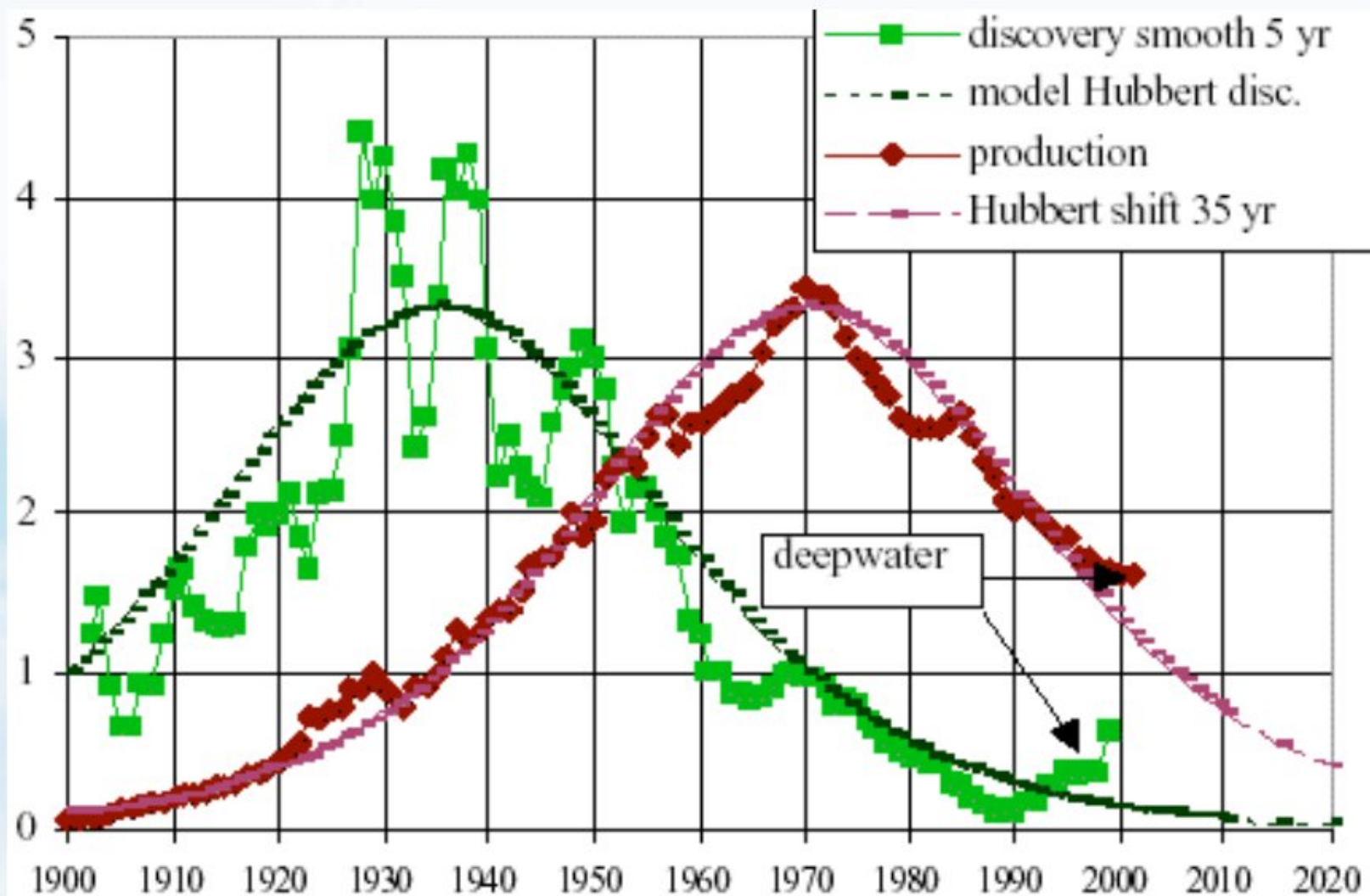
40 ans de pétrole ? Un regrettable problème de nomenclature....



L'augmentation des réserves prouvées est un trompe-l'œil : ce qui compte, ce sont les **ultimes restantes**... qui ont bien diminué.

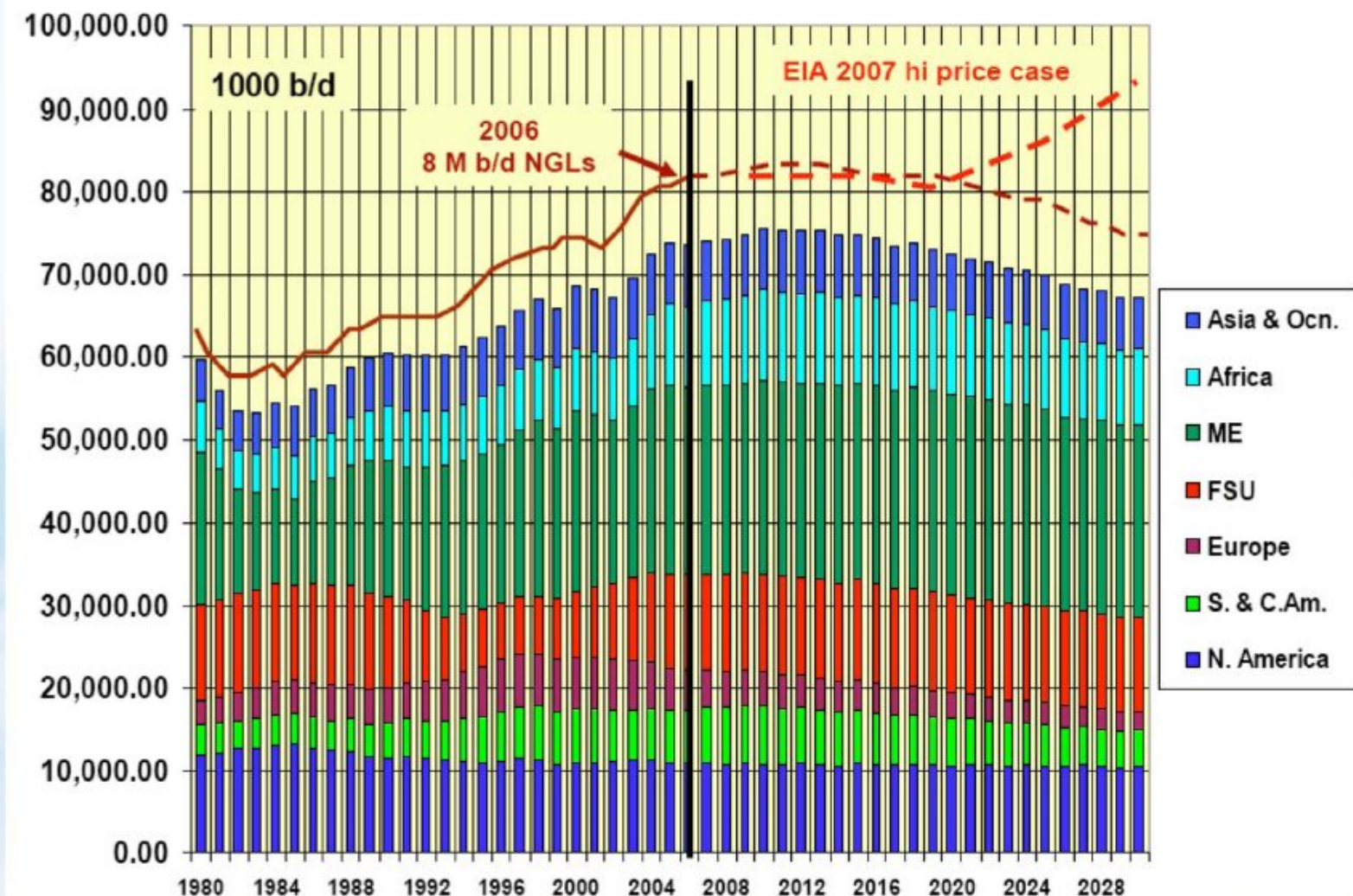
Jancovici, 2007, d'après BP Stat 2006, IFP 2006, Schilling et al 1977 ; ultimes = 2500 milliards de barils

Passer des découvertes à la production, that is the question



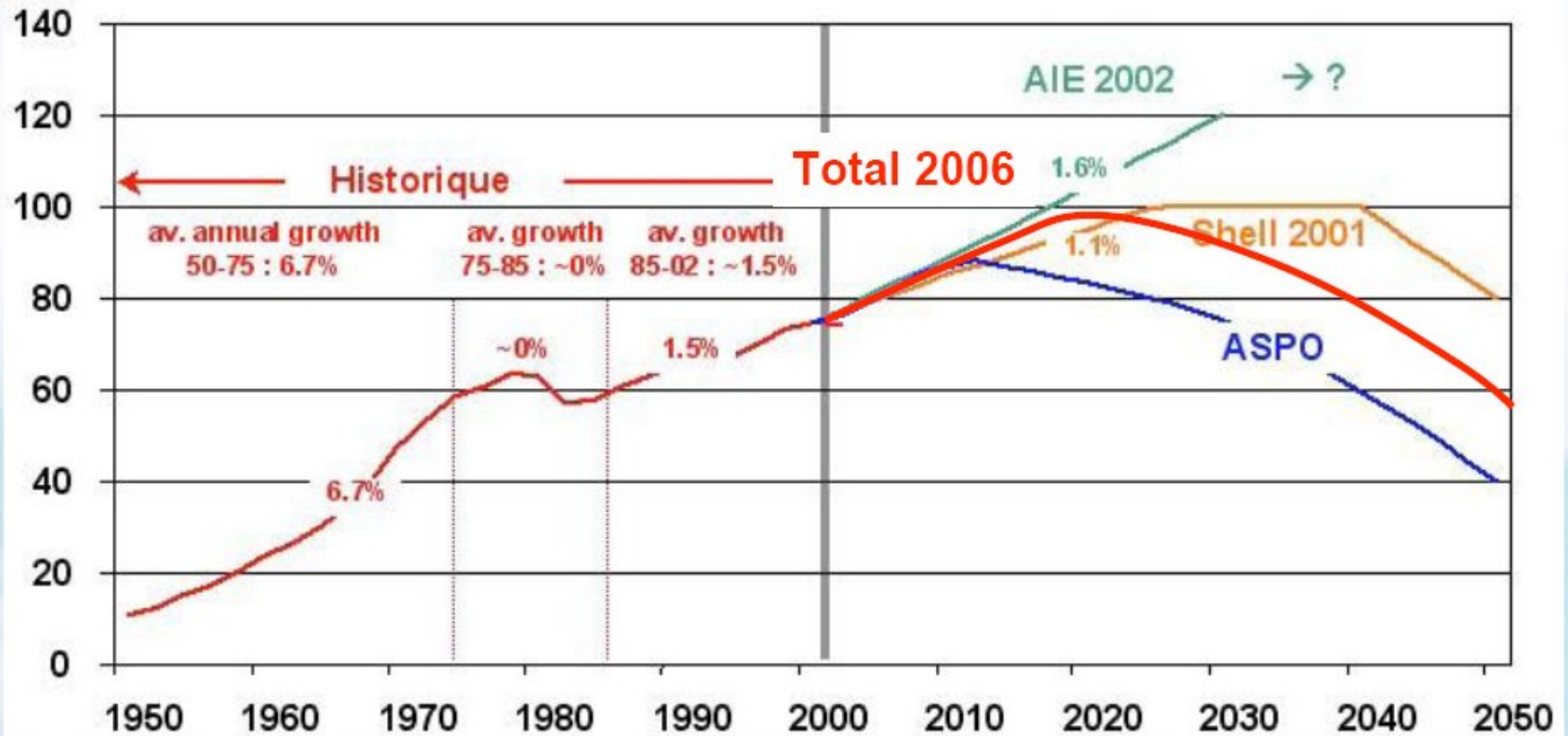
Découvertes et production aux USA : une « même tête », mais pas au même moment.
Source Laherrère, 2004

Les insiders sont-ils fiables ?



Projection de la production pétrolière mondiale, discriminée par zone de production.
Source : Dr. Sadad I. Al Hussein (ancien cadre dirigeant de la Saudi Aramco), Oil and Money Conference, October 30, 2007

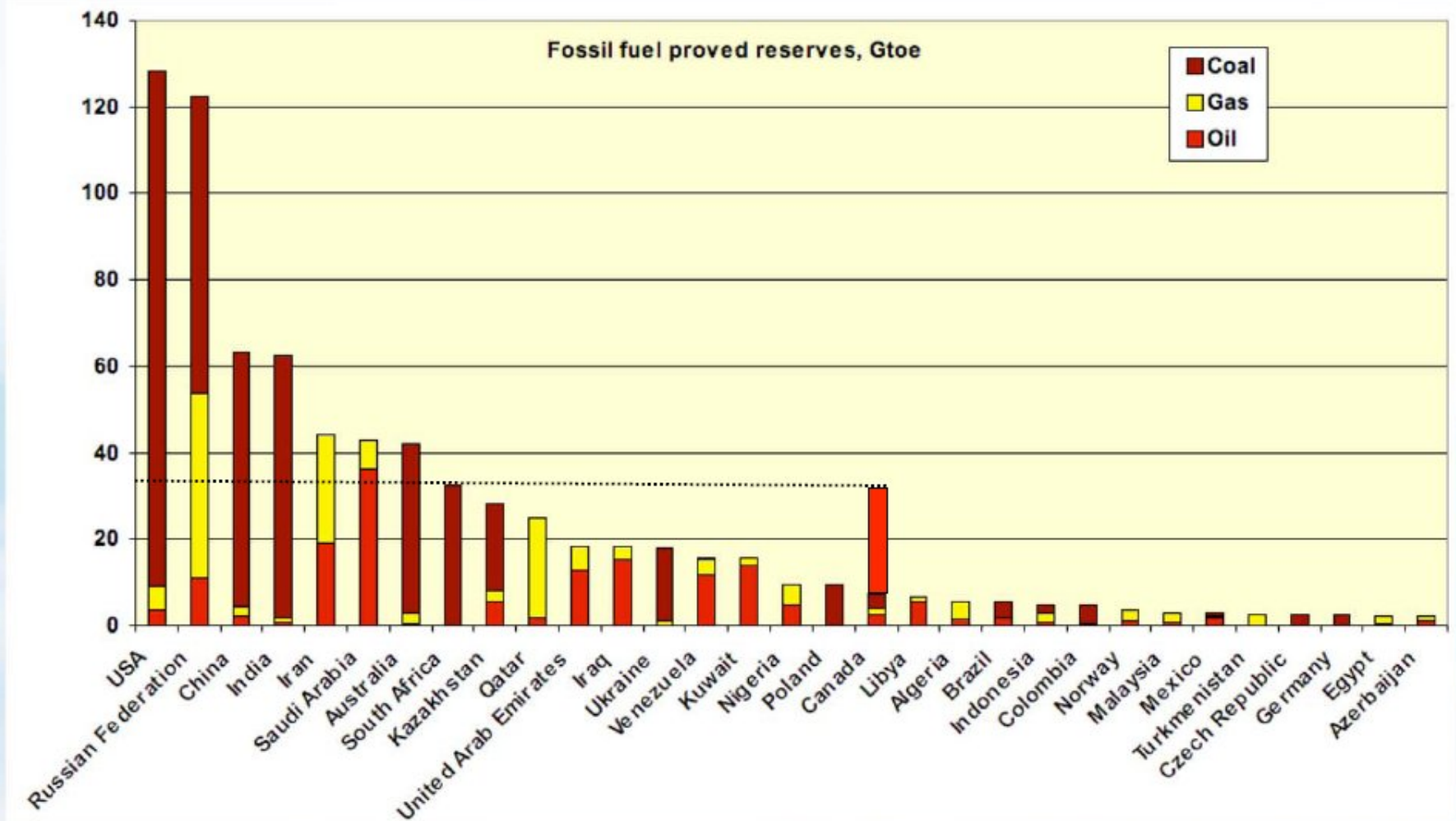
Ah, la fascinante beauté des intégrales bornées...



Prédiction du maximum de la production pétrolière mondiale selon les sources. La prolongation tendancielle de la croissance finira par s'arrêter : c'est une simple question de mathématiques !

Source : Total, 2004

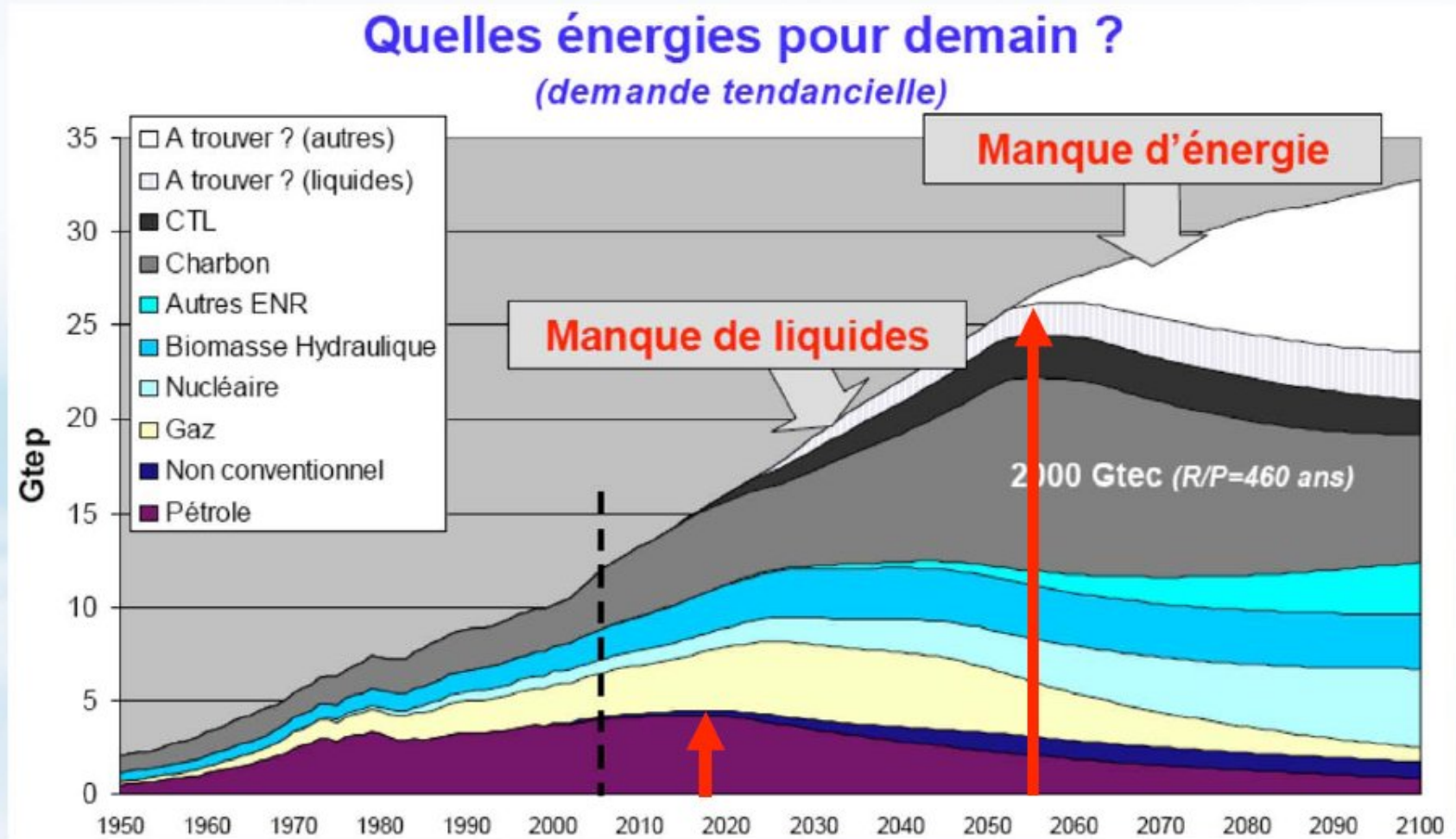
Et les premières réserves de carbone au monde sont... américaines !



Cumul gaz+pétrole+charbon par pays pour les réserves prouvées.

Source BP Statistical Review

Pétrole -> charbon : 30 à 40 ans de rab, mais pas beaucoup plus



Source du graphique : Bernard Rogeaux, EDF, décembre 2007

Consommation & Energie

- 1) L'énergie
- 2) Notre consommation
- 3) Les ressources naturelles
- **4) Le climat**
- 5) Quelles actions ?



Se reporter du pétrole sur le charbon est aller de Charybde en Scylla

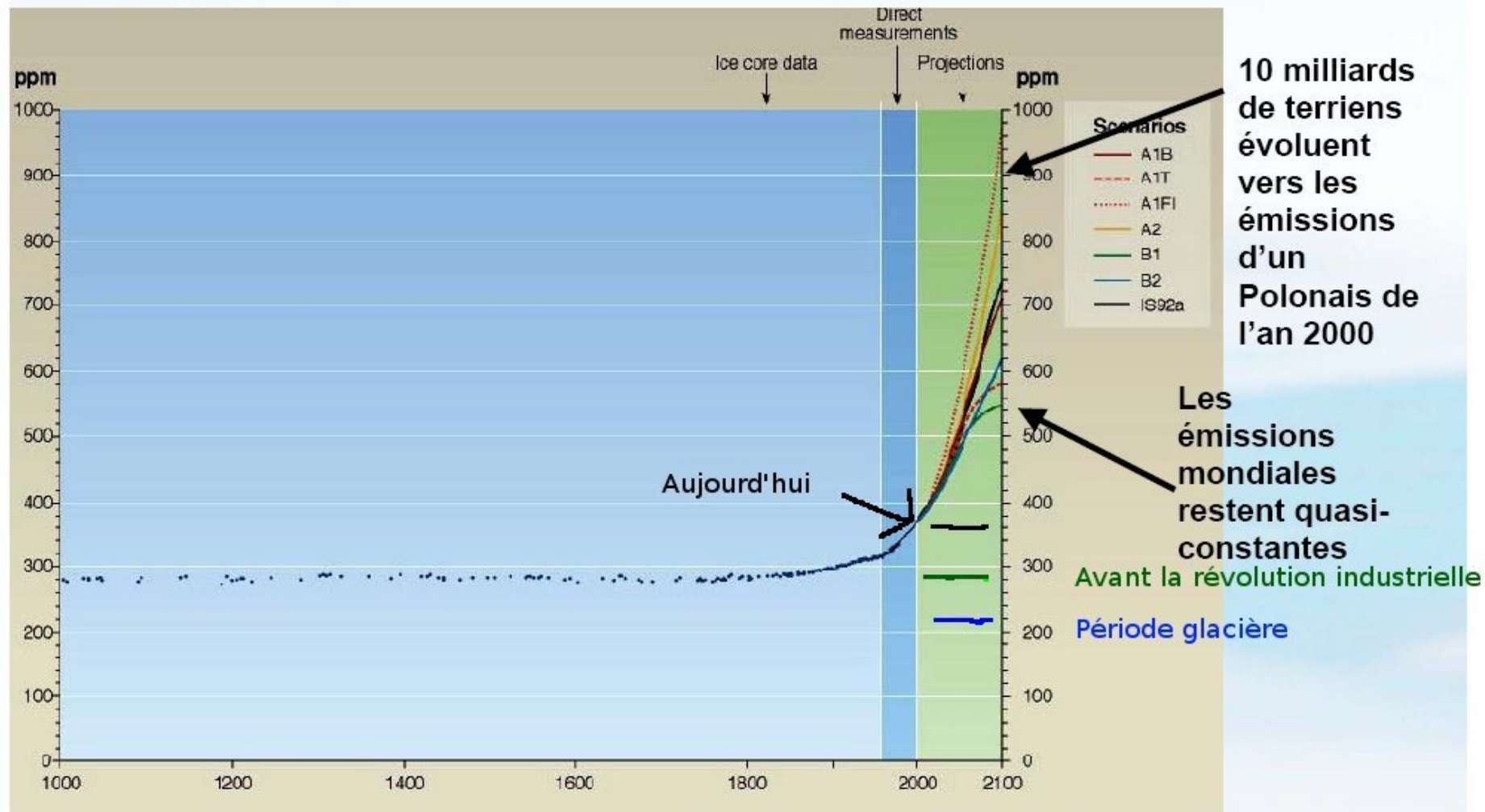
Concentration atmosphérique en CO ₂ au moment de la stabilisation	Concentration atmosphérique tous gaz à effet de serre au moment de la stabilisation en CO ₂ -équivalent	Période de survenance du maximum des émissions de CO ₂	Augmentation de température globale à l'équilibre, par rapport à la température de 1850
350 à 400 ppm	445 à 490 ppm	2000 à 2015	2,0 à 2,4 °C
400 à 440 ppm	490 à 535 ppm	2000 à 2020	2,4 à 2,8 °C
440 à 485 ppm	535 à 590 ppm	2010 à 2030	2,8 à 3,2 °C
485 à 570 ppm	590 à 710 ppm	2020 à 2060	3,2 à 4,0 °C
570 à 660 ppm	710 à 855 ppm	2050 à 2080	4,0 à 4,9 °C
660 à 790 ppm	855 à 1130 ppm	2060 à 2090	4,9 à 6,1 °C

450 ppm de CO₂ à stabilisation : nous avons « encore droit » à 250 Gt de carbone, soit les réserves pétrolières et gazières et **RIEN DE PLUS**

Source IPCC, novembre 2007

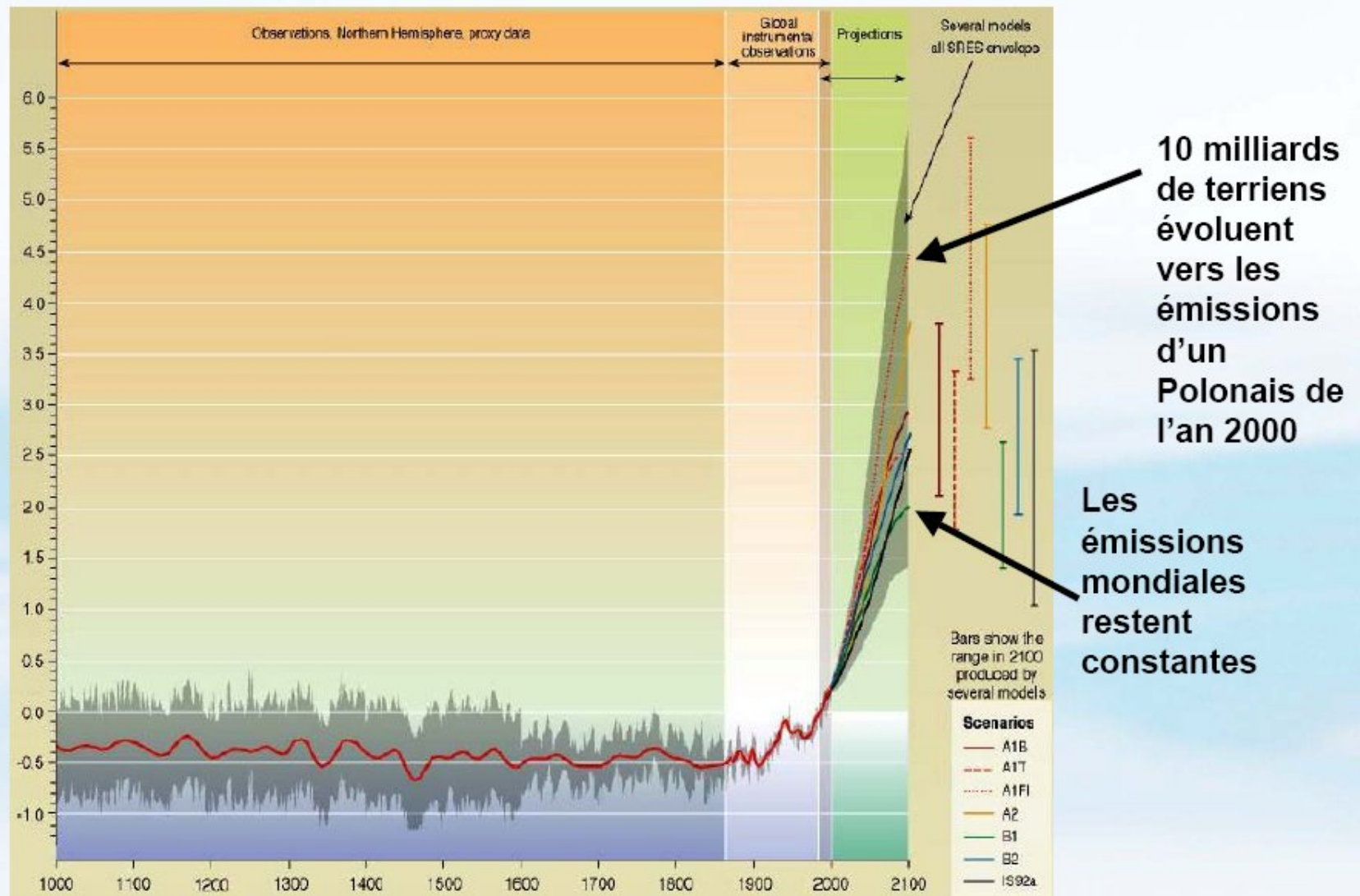
Évolution de la concentration en CO₂ pour ces divers scénarios

Climate Change 2001, the scientific Basis, GIEC, 2001



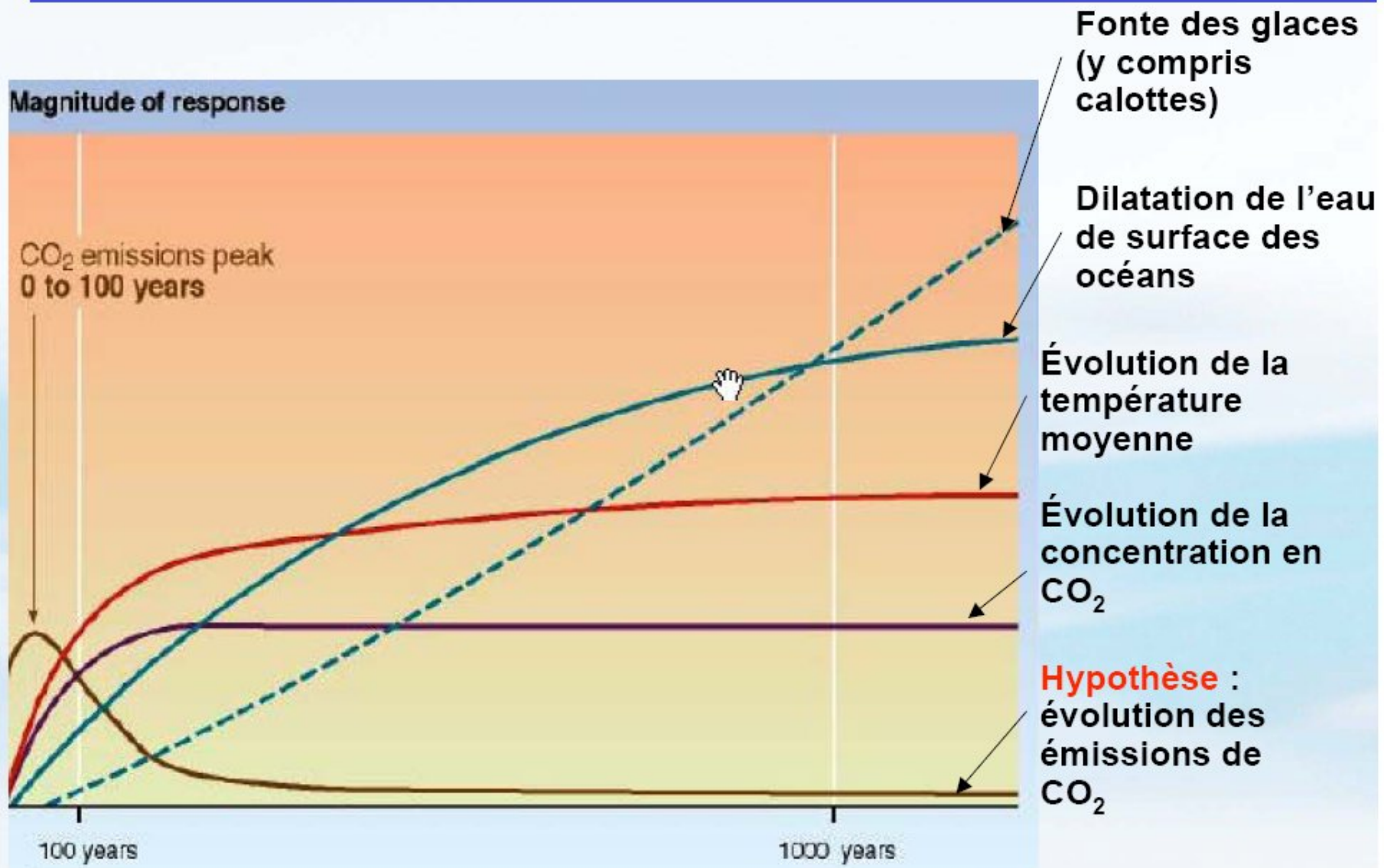
Tous les scénarios envisagés conduisent à une augmentation forte de la concentration atmosphérique en CO₂, plus ou moins vite selon le scénario

Quelques degrés en plus, on ne peut pas dire que cela arrive souvent !



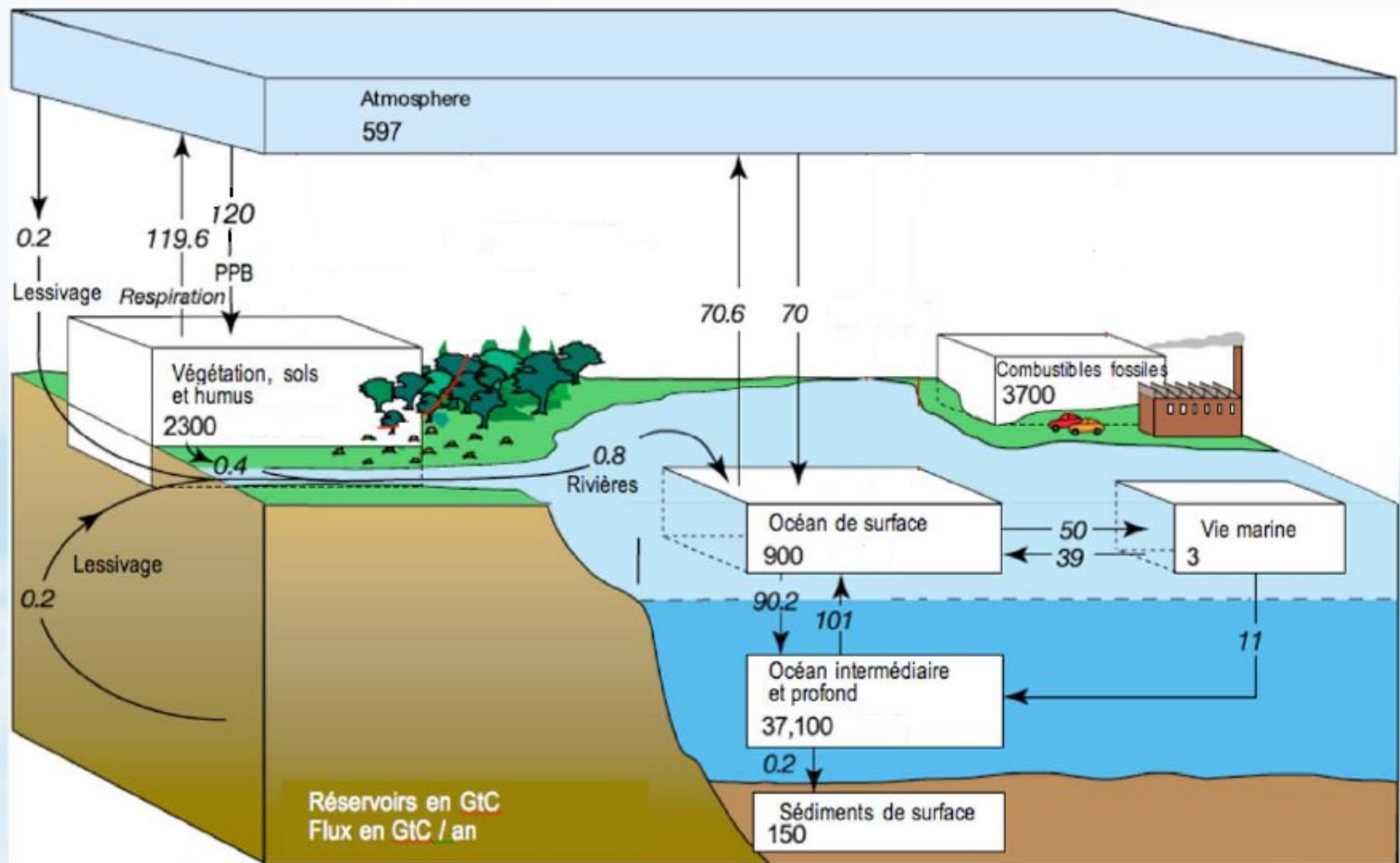
Évolution de la température moyenne de l'air au niveau du sol, selon les scénarii, et mise en perspective avec le passé. Climate Change 2001, the scientific Basis, GIEC

Toute cette affaire est fondamentalement irréversible



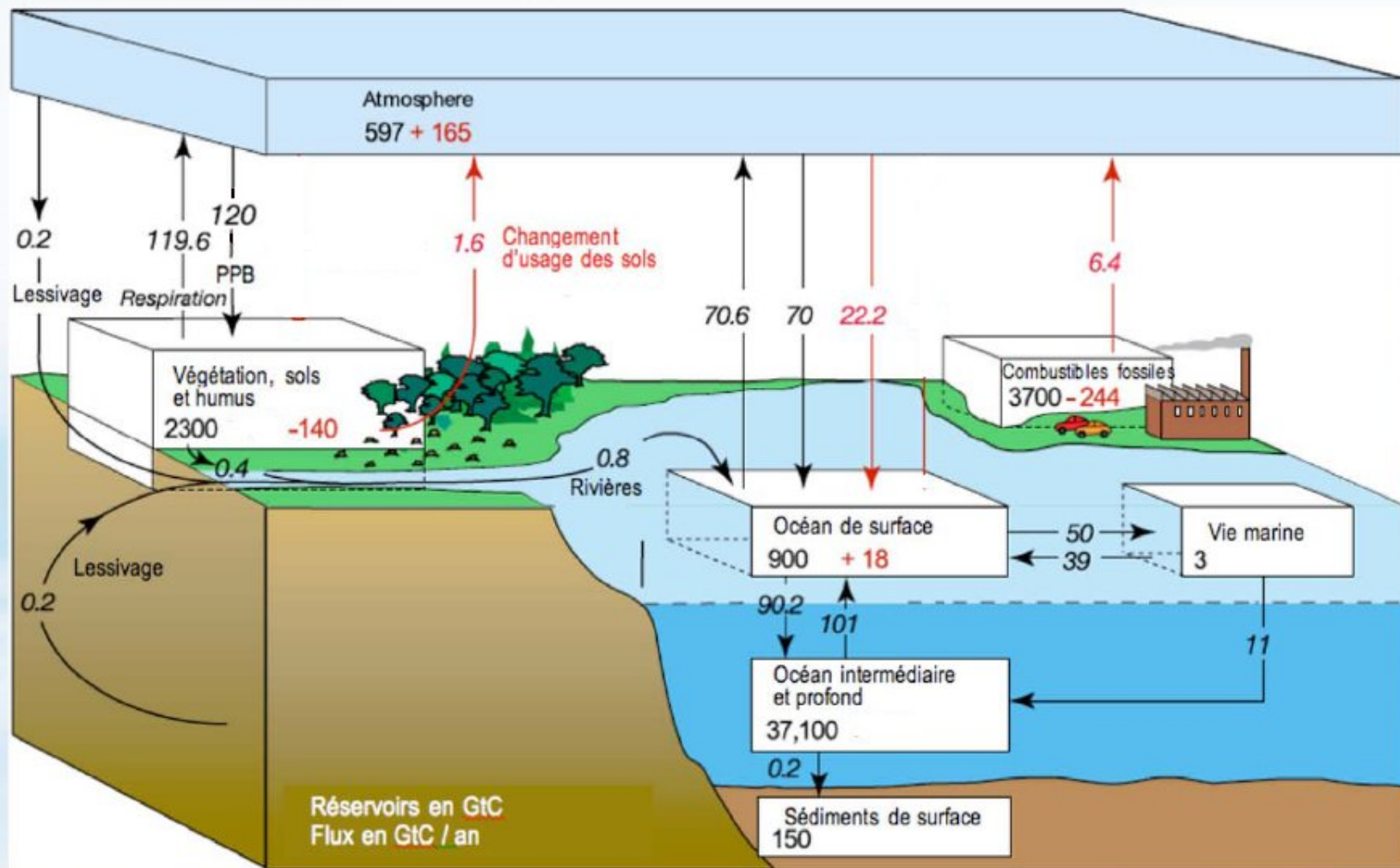
Source : Climate Change 2001, the scientific Basis, GIEC

La photosynthèse, seule manière de réduire le carbone oxydé



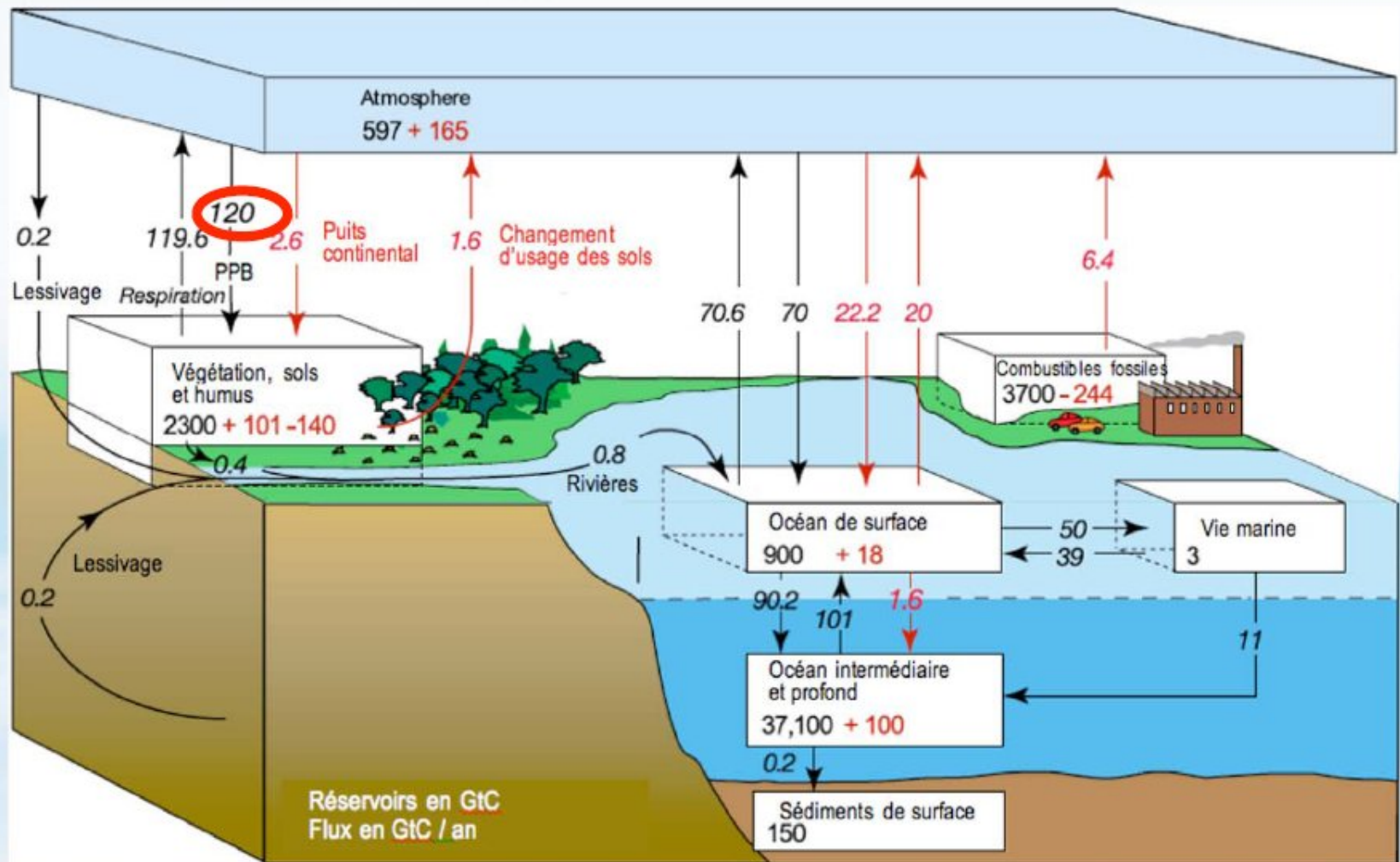
Photosynthèse : 120 GtC brut, 60 net, soit ~50 Gtep d'énergie (≈ 5 fois la consommation d'énergie de l'humanité). -> Rendement de 0,5% environ.

La photosynthèse, seule manière de réduire le carbone oxydé



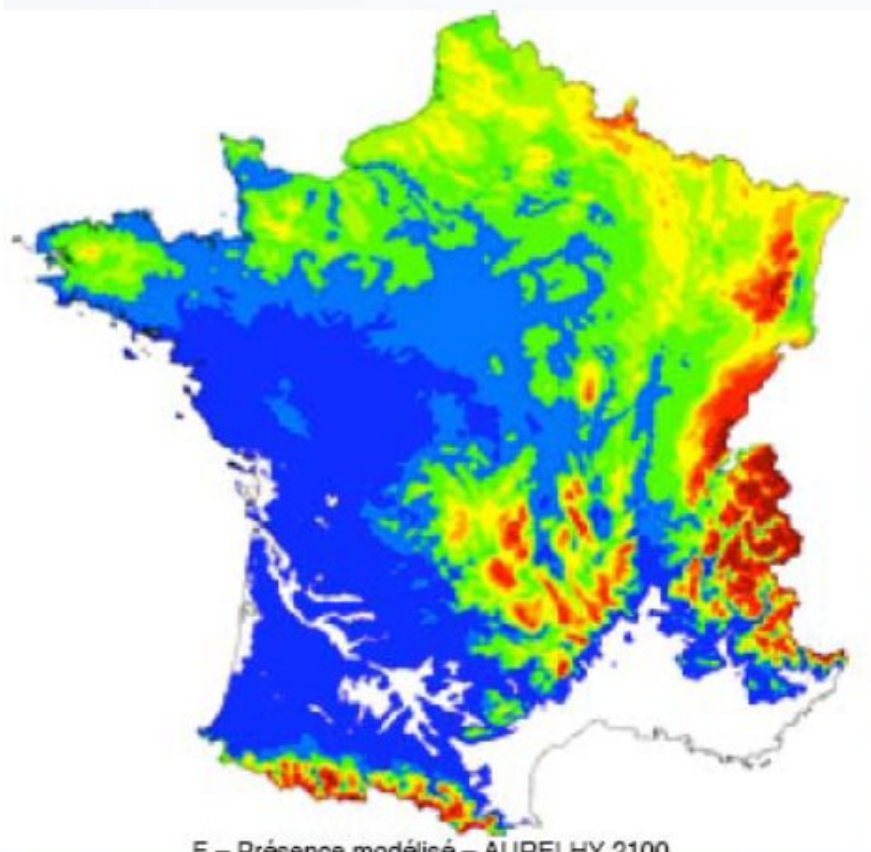
Photosynthèse : 120 GtC brut, 60 net, soit ~50 Gtep d'énergie (≈ 5 fois la consommation d'énergie de l'humanité). -> Rendement de 0,5% environ.

La photosynthèse, seule manière de réduire le carbone oxydé



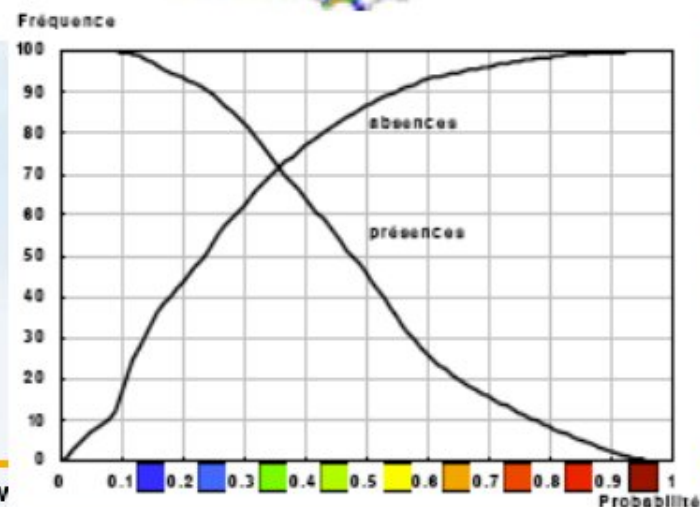
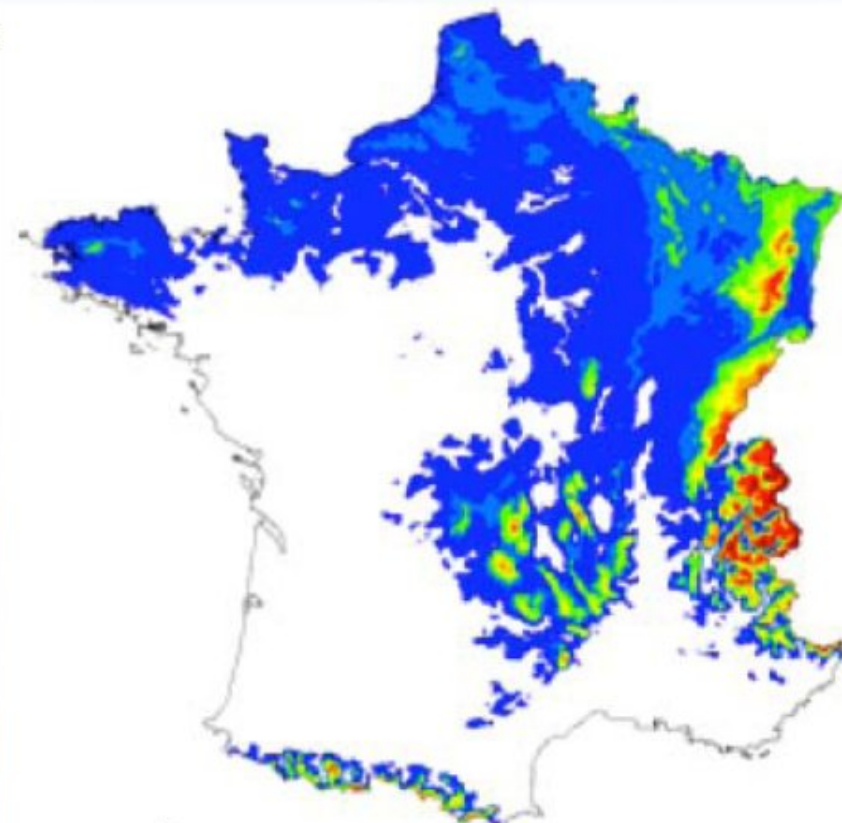
Photosynthèse : 120 GtC brut, 60 net, soit ~50 Gtep d'énergie (≈ 5 fois la consommation d'énergie de l'humanité). -> Rendement de 0,5% environ.

Exemple : le hêtre en France

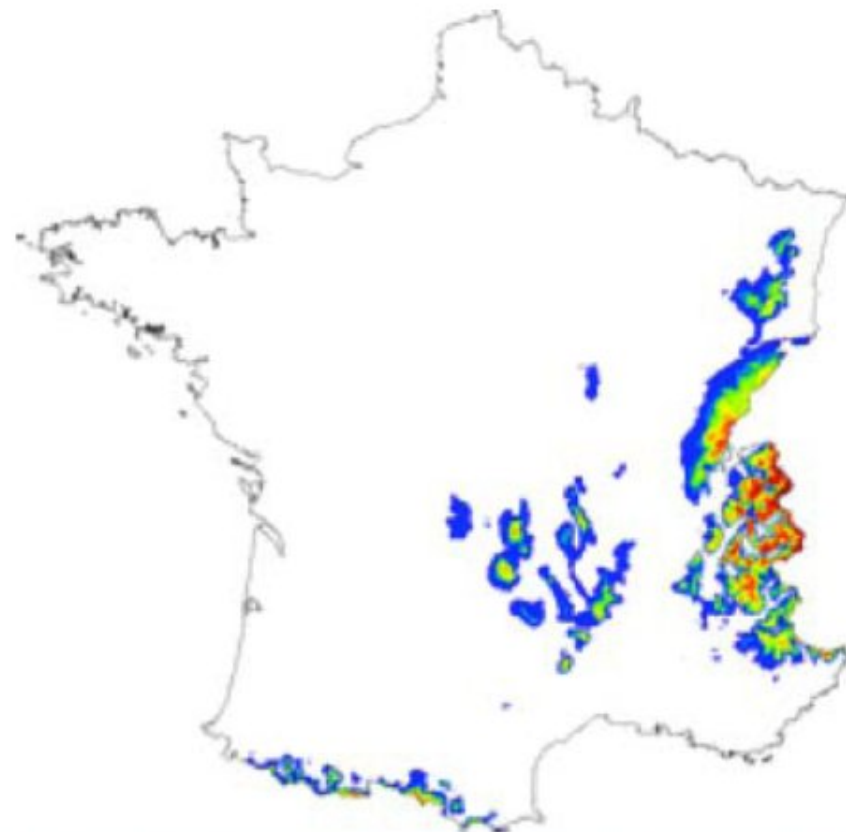
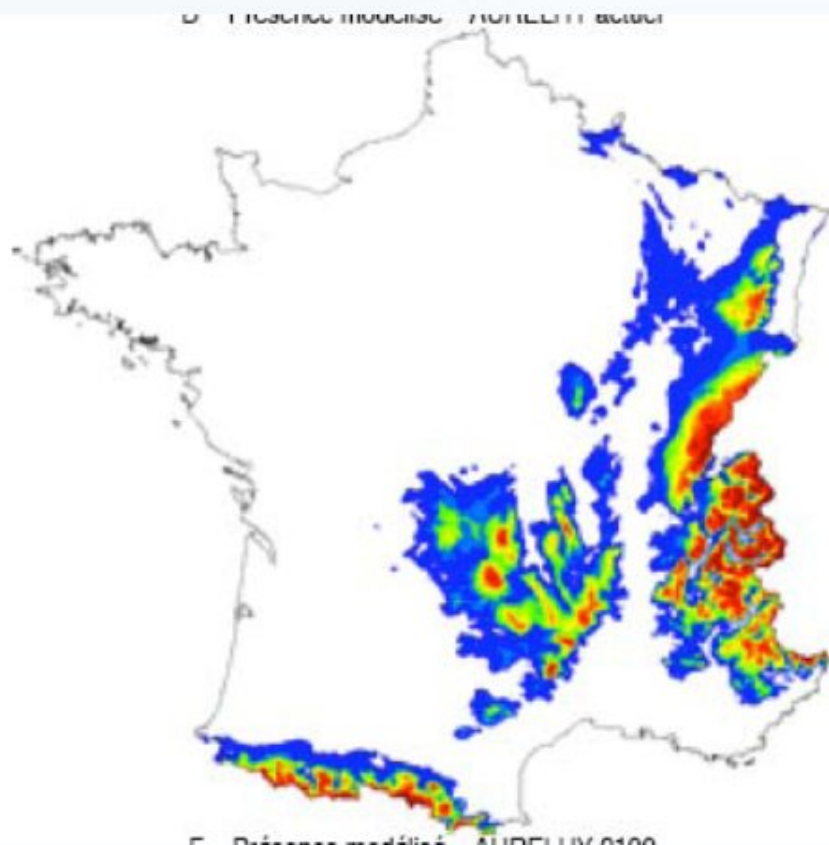


Aire de répartition du hêtre aujourd'hui (à gauche) et potentiel en 2100 (à droite) avec un scénario « peu émissif » (B2).

Source : Badeau et al., CARBOFOR, INRA Nancy, 2004

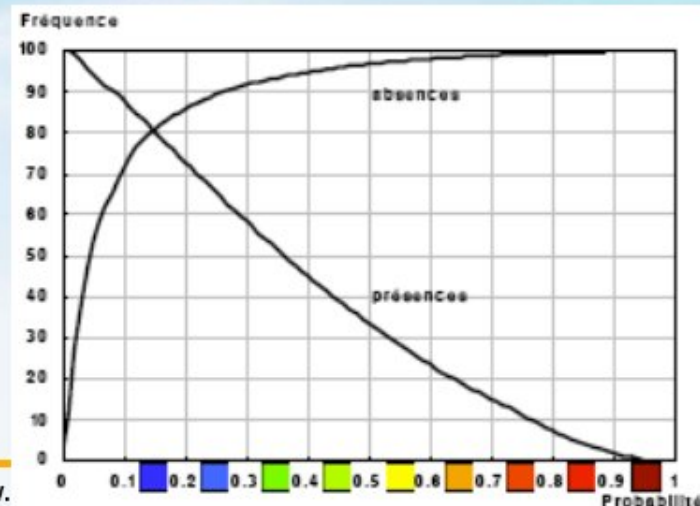


Exemple (2) : le sapin en France



Aire de répartition du sapin aujourd'hui (à gauche) et potentiel en 2100 (à droite) avec un scénario « peu émissif » (B2).

Source : Badeau et al., CARBOFOR, INRA Nancy, 2004

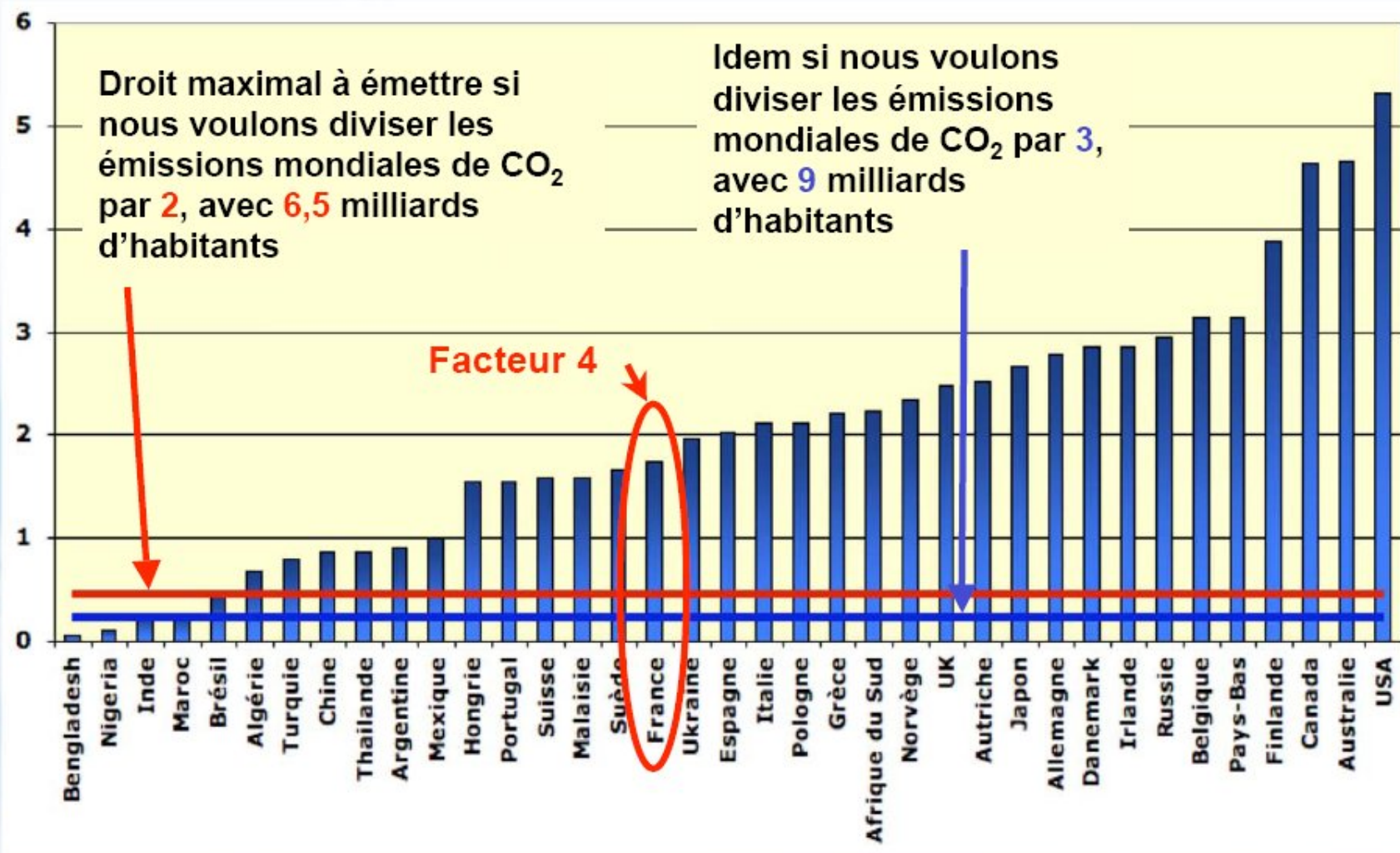




Consommation & Energie

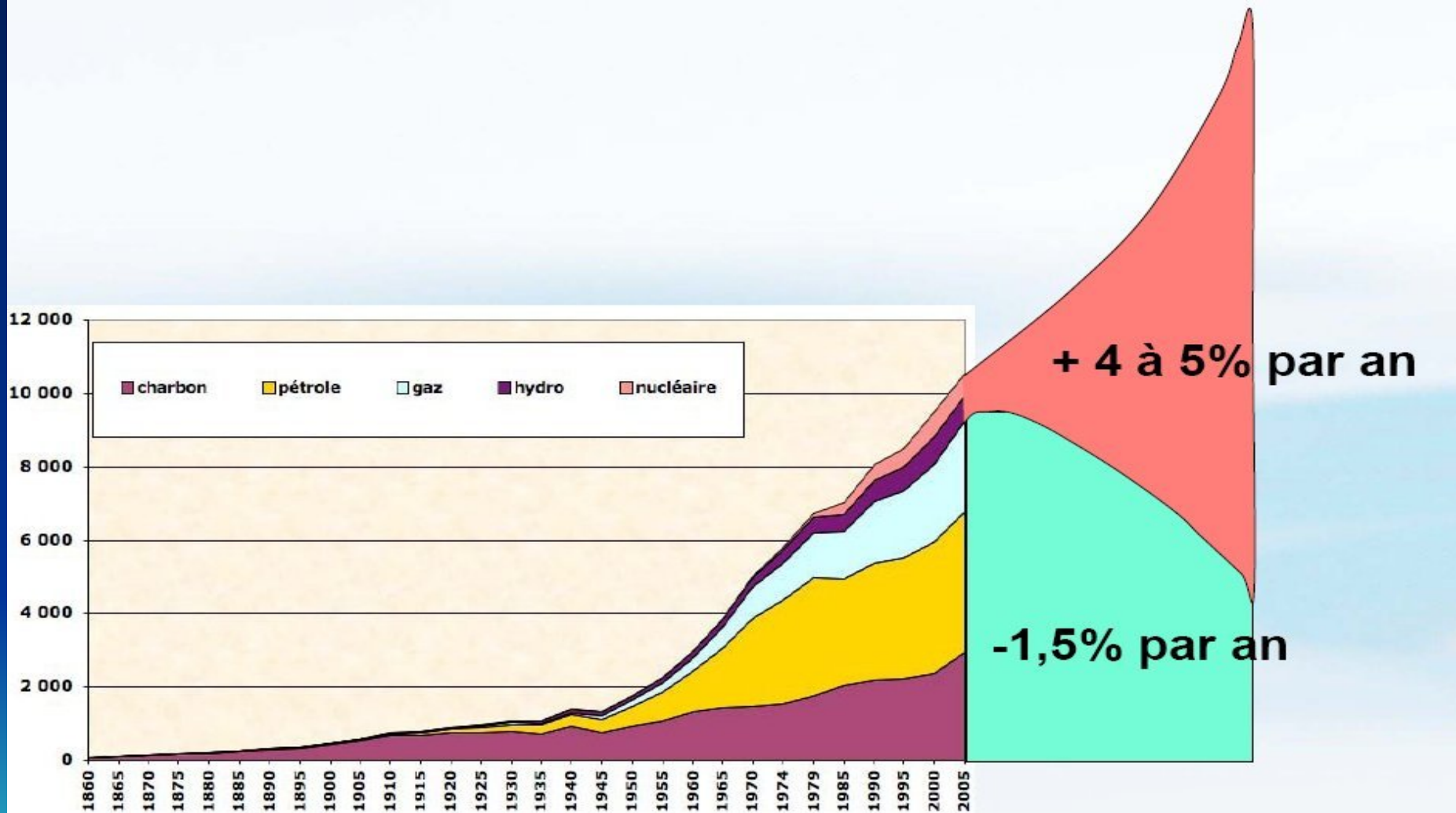
- 1) L'énergie
- 2) Notre consommation
- 3) Les ressources naturelles
- 4) Le climat
- **5) Quelles actions ?**

Où est le développement durable ?

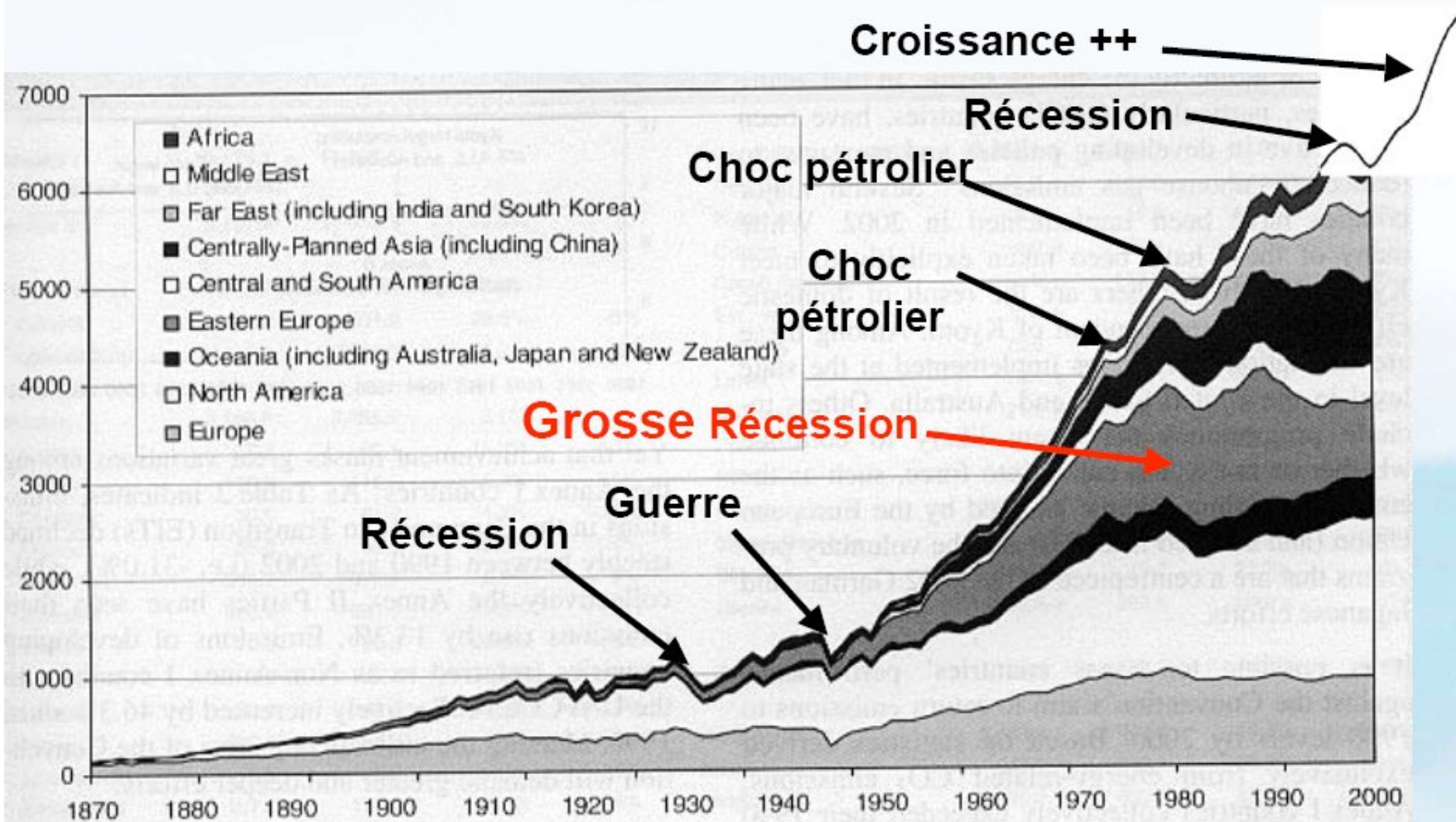


Émissions de CO₂ par habitant en 2003 et « droits maximaux à émettre sans perturber le climat ». Source UNFCCC pour les émissions par habitant.

Peut-on remplacer l'énergie fossile par des renouvelables ?



Plus ça va (le PIB) et moins ça va (le CO₂)...



Les émissions de CO₂ provenant de combustibles fossiles ont été multipliées par plus de 5 depuis 1950, et surtout **il est impossible de « faire » de la croissance économique sans augmenter ces émissions**. AIE, 2004 + IPCC, 2007

Quelles actions pour nous ?

- Actions individuelles
 - Sagesse populaire, changement de comportement
 - Bilan Carbone
- Actions Collectives / de société
 - Quotas d'émissions (tickets de rationnement en énergie)
 - Taxe Carbone (la prime d'assurance)
- Volonté politique ◀ Volonté citoyenne