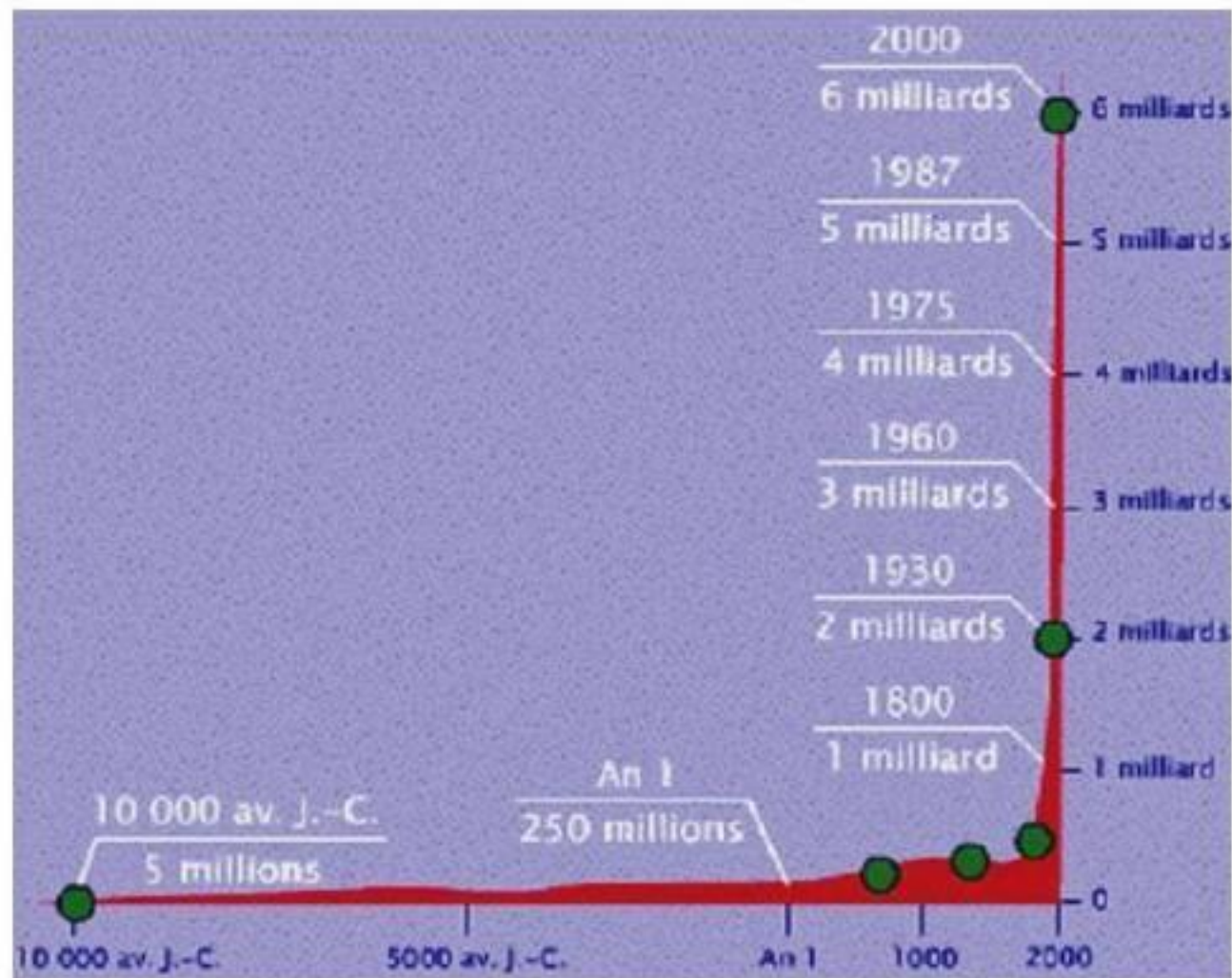


**Développement économique et
contraintes environnementales : le
rapport du club de Rome, 36 ans
après sa parution**

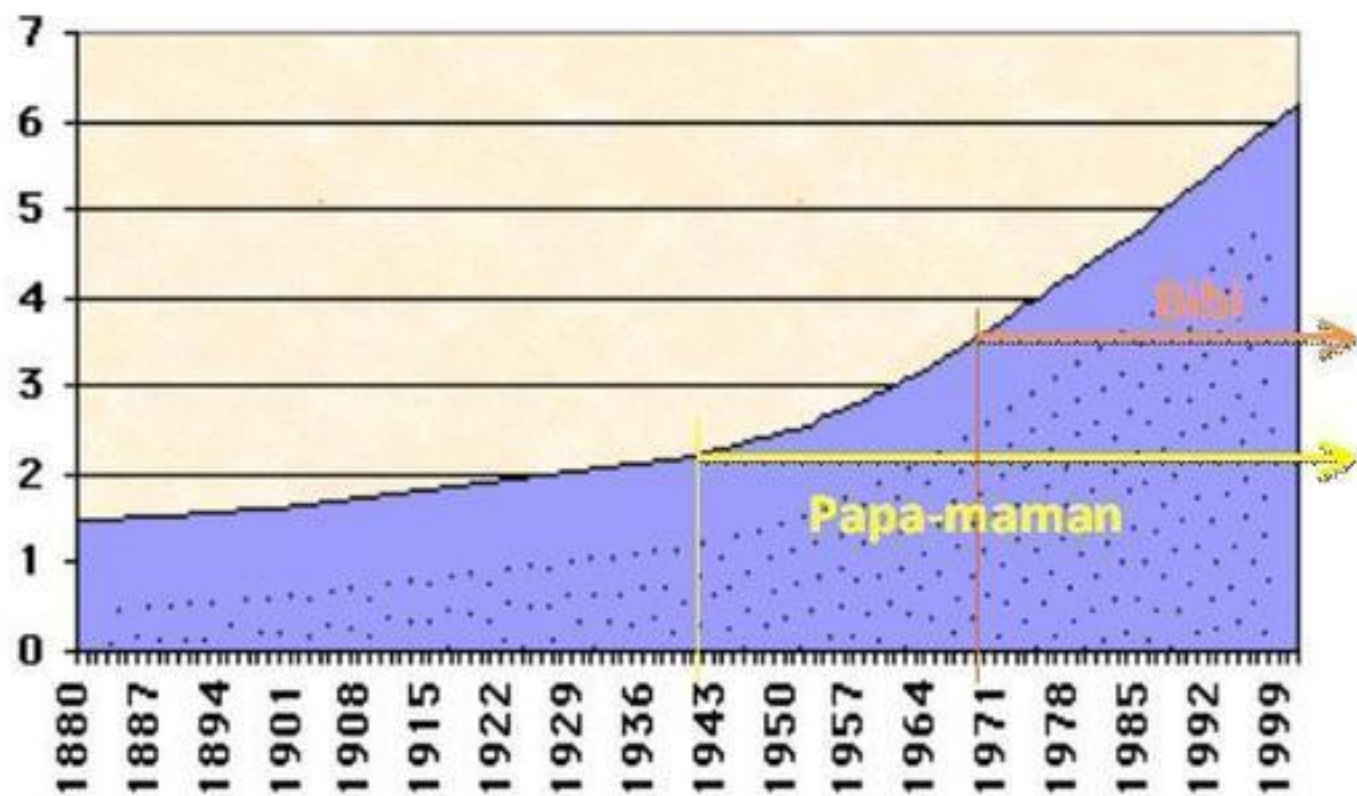


Croissez et multipliez !



Source : Musée de l'Homme

La fécondité décroît... mais la population n'a jamais cru aussi vite !



Population mondiale depuis 1880. Source : Musée de l'Homme

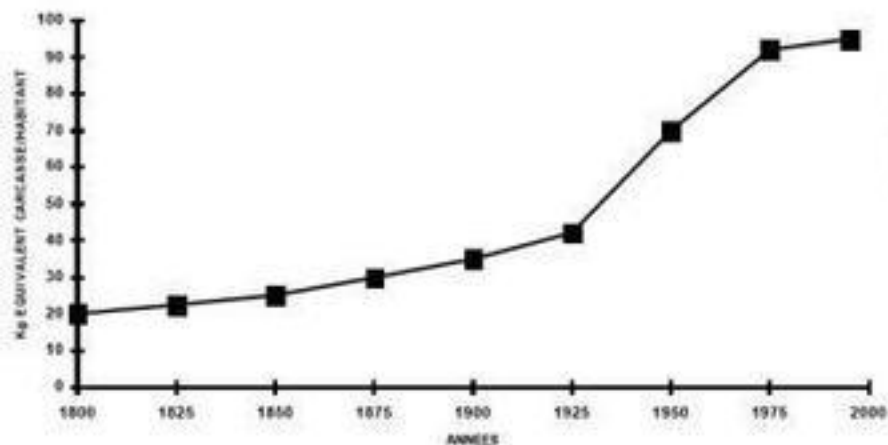
+ 70 millions d'habitants **par an** aujourd'hui (+ 85 dans les années 1990)
Chaque seconde, il naît en moyenne **5** êtres humains, et il en meurt **2**

Consommation d'énergie : toujours plus !

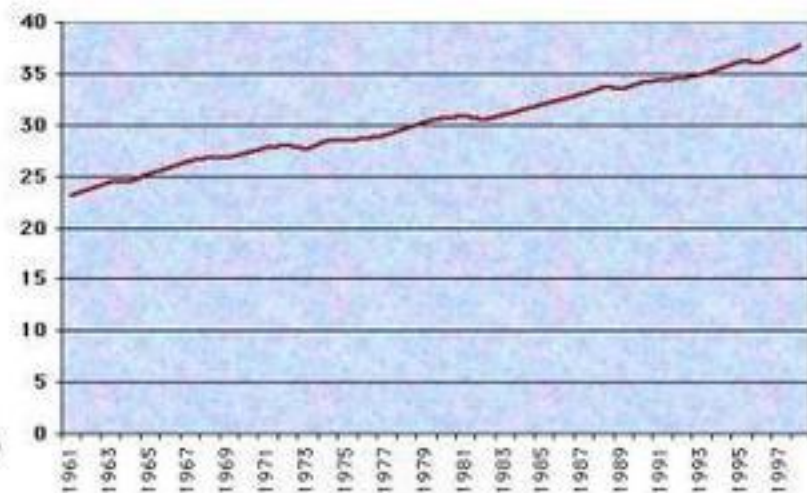


Consommation mondiale d'énergie primaire (hors biomasse) ...
x 7 en un siècle
... par personne !

Consommation de viande : toujours plus !



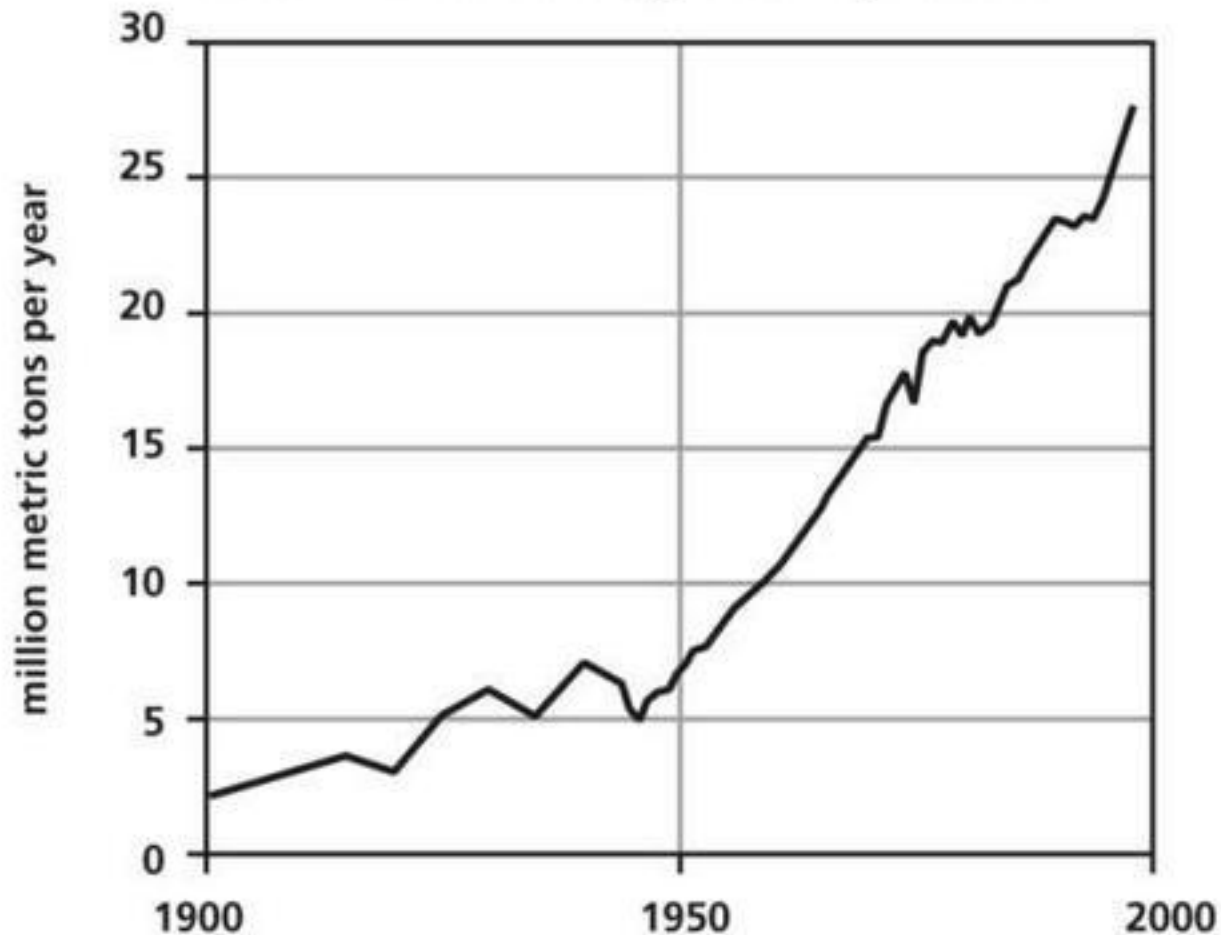
France : **x 5** en deux siècles
(source : Bernard Sauvart, INRA)



Monde : **x 2** en cinquante ans
(source : World resource institute)

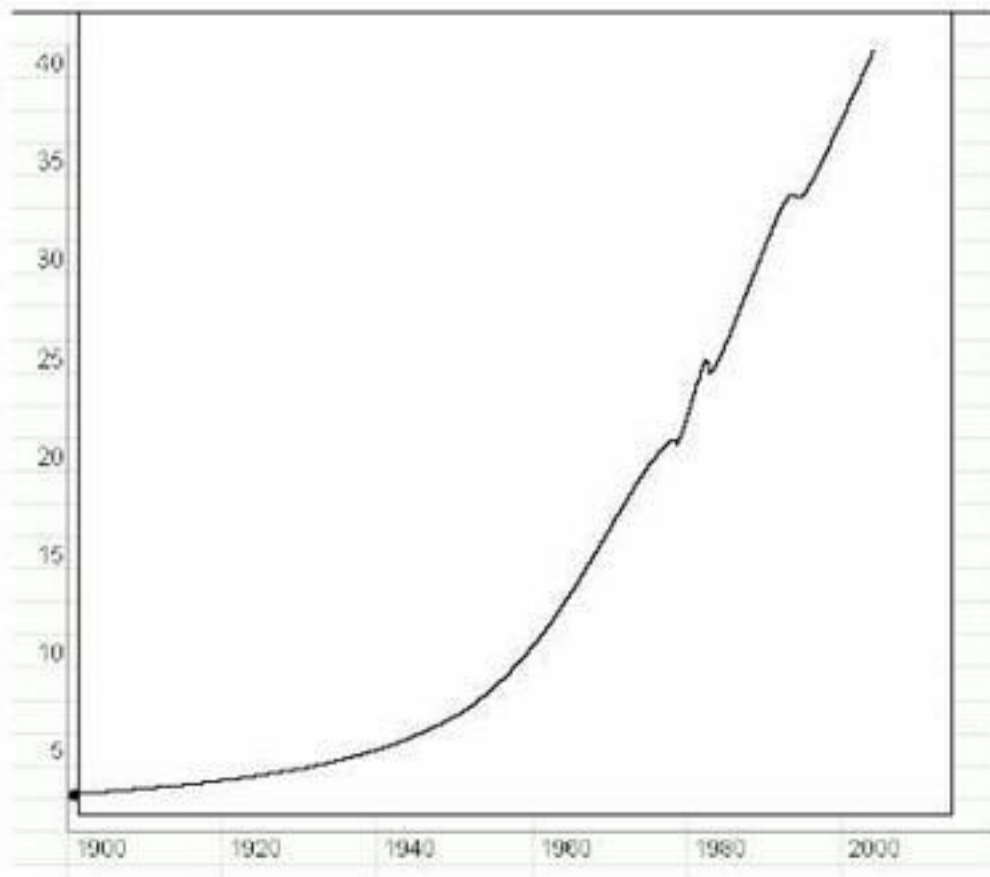
... par personne !

Métaux : toujours plus !



Consommation globale de cuivre + plomb + zinc + fer + nickel
x 10 à x 15

Croissance économique : toujours plus !



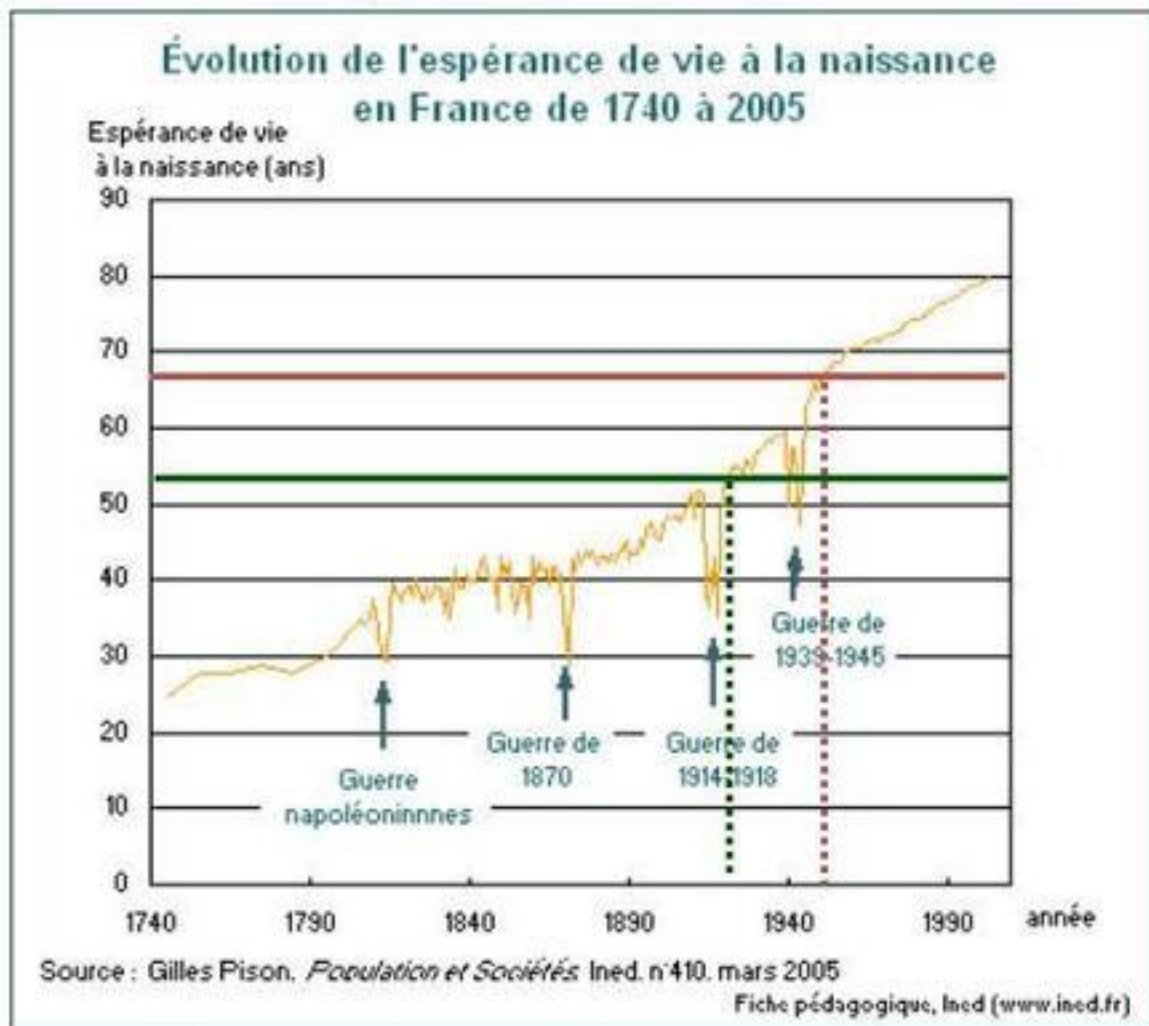
PIB mondial de 1900 à 2000

(reconstitution, car le PIB date de l'après-guerre), en dollars de 1990

x 20 environ

Source : Maddison, 1995

Espérance de vie...

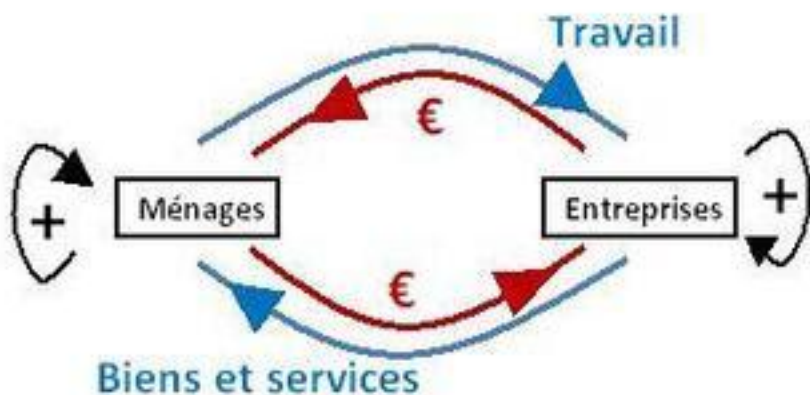


Espérance de vie aujourd'hui : Monde : **67,3 ans**
Afrique : **53 ans**

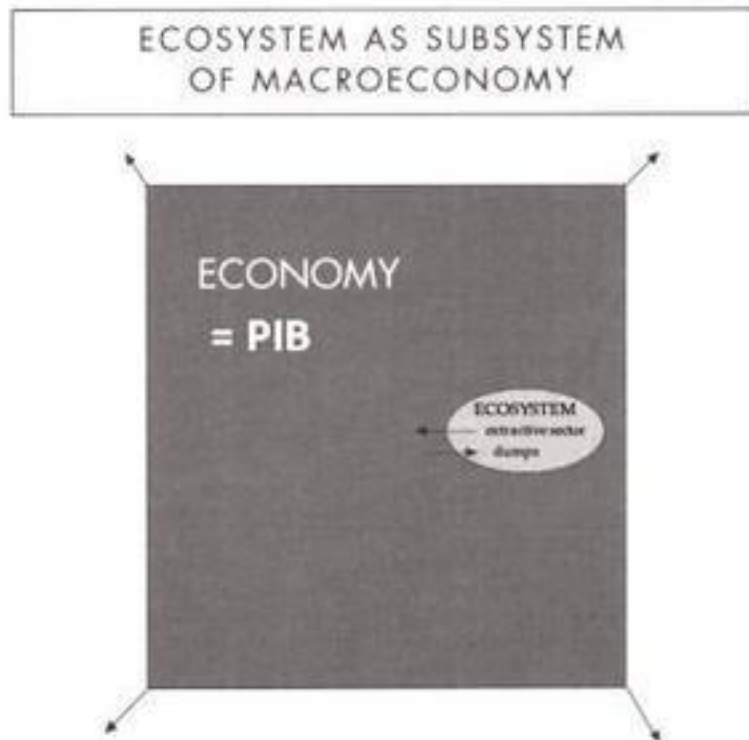
(source : INED)

A quel prix, et jusqu'à quand?

Ah, ces économistes !



- Croissance potentiellement infinie
- Pas de problème de partage
- Ressources naturelles ???



Economie de l'environnement

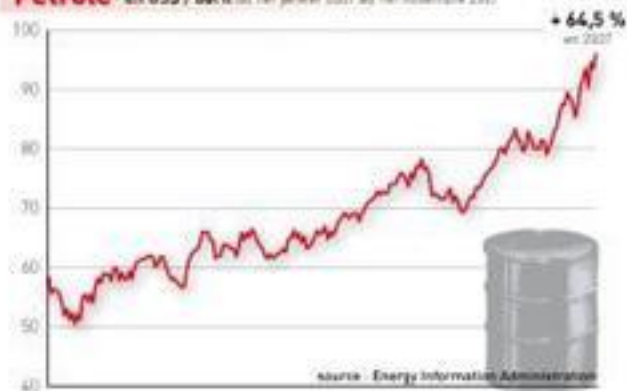
- Donner un prix aux ressources naturelles
- Principe pollueur-payeur

Hausse du prix des matières premières en 2007

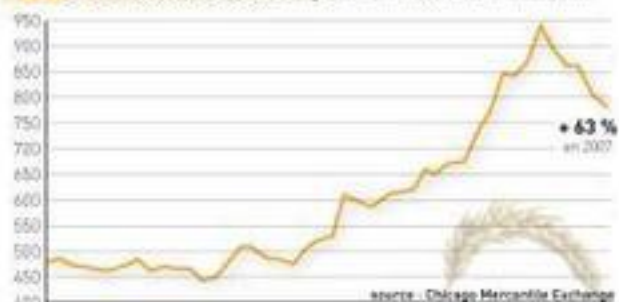
Le prix des **matières premières** est en nette **augmentation** depuis le début de l'année. Le phénomène touche un éventail très **large de produits** : métaux, combustibles ou encore alimentation.

Ainsi, le pétrole a subi une hausse de près de 2/3 de son prix en moins d'un an, tout comme le blé. Le prix du plomb a plus que doublé, le lait a augmenté de 37 % aux Etats-Unis, et la courbe du prix de l'or a très nettement grimpé lors des trois derniers mois.

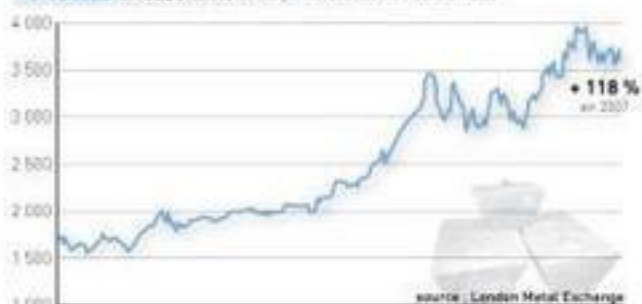
Pétrole en US\$ / baril du 1er janvier 2007 au 1er novembre 2007



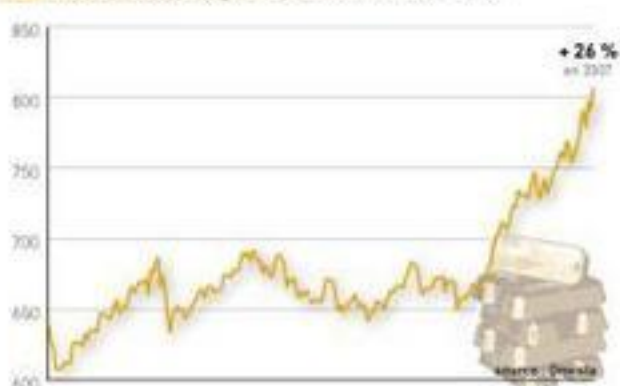
Blé en US\$ / boisseau (approx. 27 kg) du 1er janvier 2007 au 1er novembre 2007



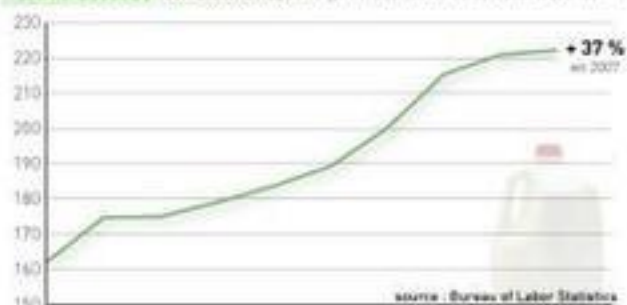
Plomb en US\$ / tonne du 1er janvier 2007 au 1er novembre 2007



Or en US\$ / t. oz. (31,103g) du 1er janvier 2007 au 1er novembre 2007



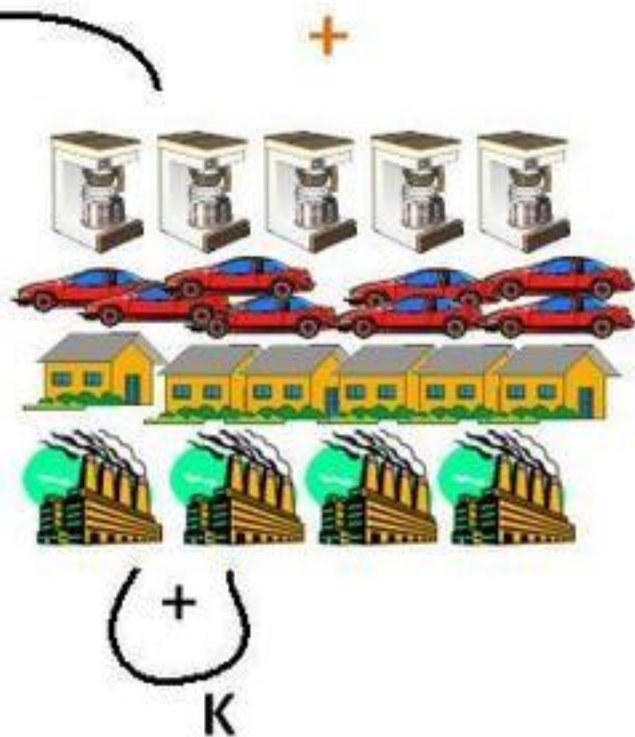
Lait entier aux Etats-Unis, du 1er janvier 2007 au 1er octobre 2007 (base 100 = 1460)



Le stock et le PIB

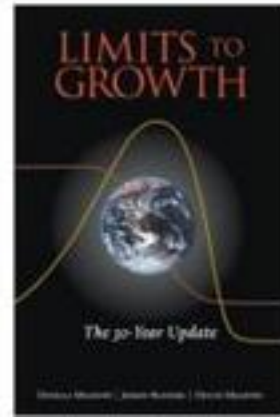
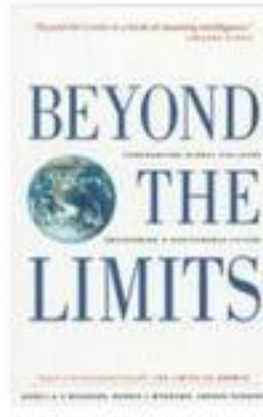
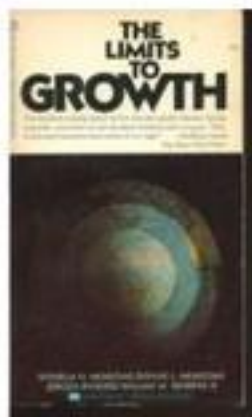


W



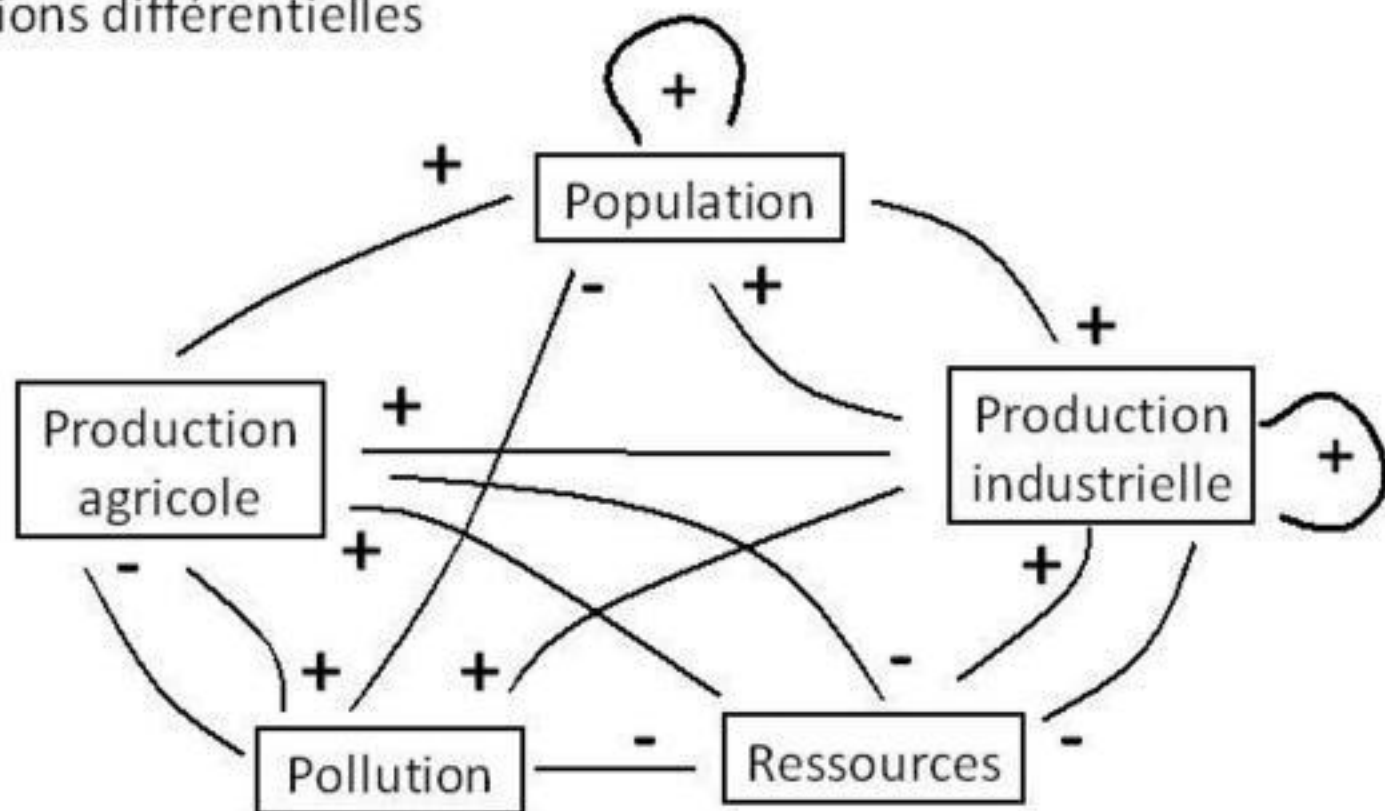
Le rapport du club de Rome, ou rapport « Meadows »

- **8 avril 1968** : création du « Club de Rome »
- Objectif : réfléchir aux « grands problèmes du monde », notamment l'interaction entre l'économie et l'environnement
- **1970** : Jay Forrester, MIT, modèle « World 1 »
- **1972** : Sortie de « Limits to growth », mise en œuvre du modèle « World 3 », sous la direction de Dennis Meadows, improprement traduit en français par : « Halte à la croissance ! »
- **1992** : « Beyond the limits »
- **2004** : « Limits to growth, the 30-year update »

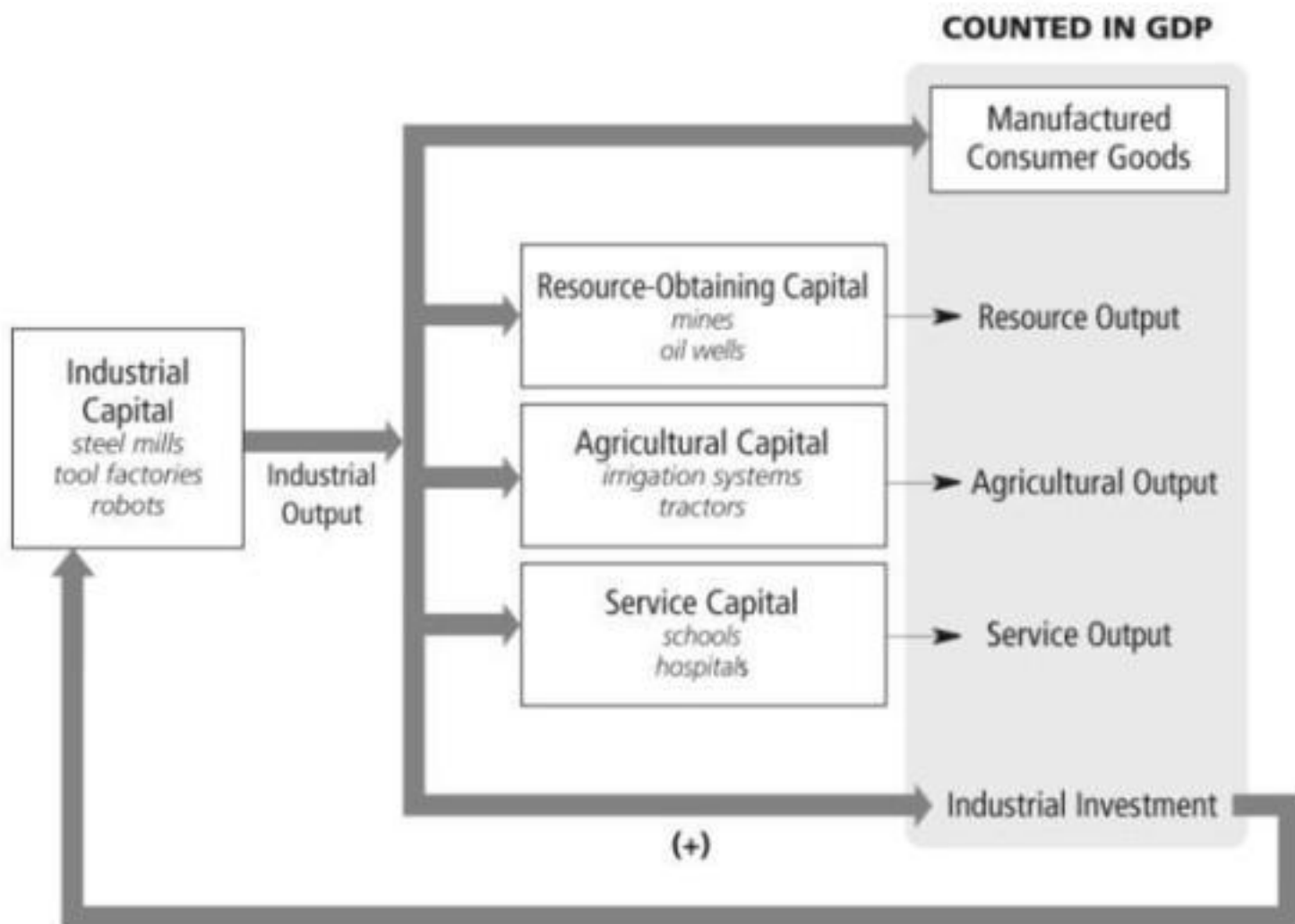


Les modèles « World » (1,2,3)

Modèles « intégrés » économie-environnement
Equations différentielles



Utilisation du capital

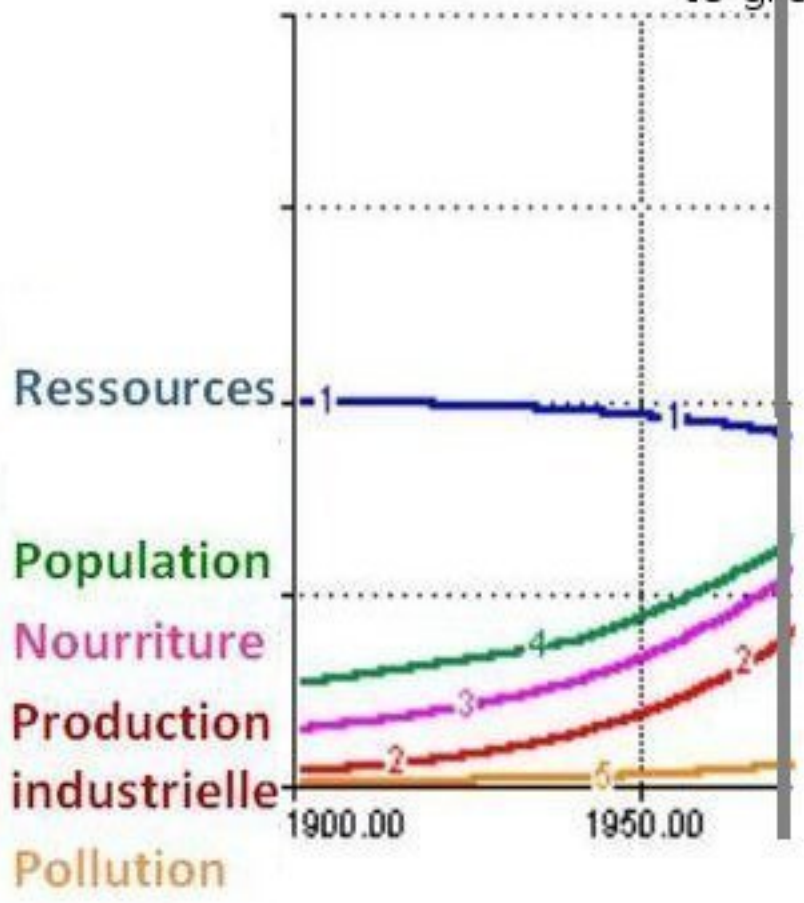


Scénario 1

Scénario de référence

Crise de pénurie de ressources non renouvelables

"Limits to growth"

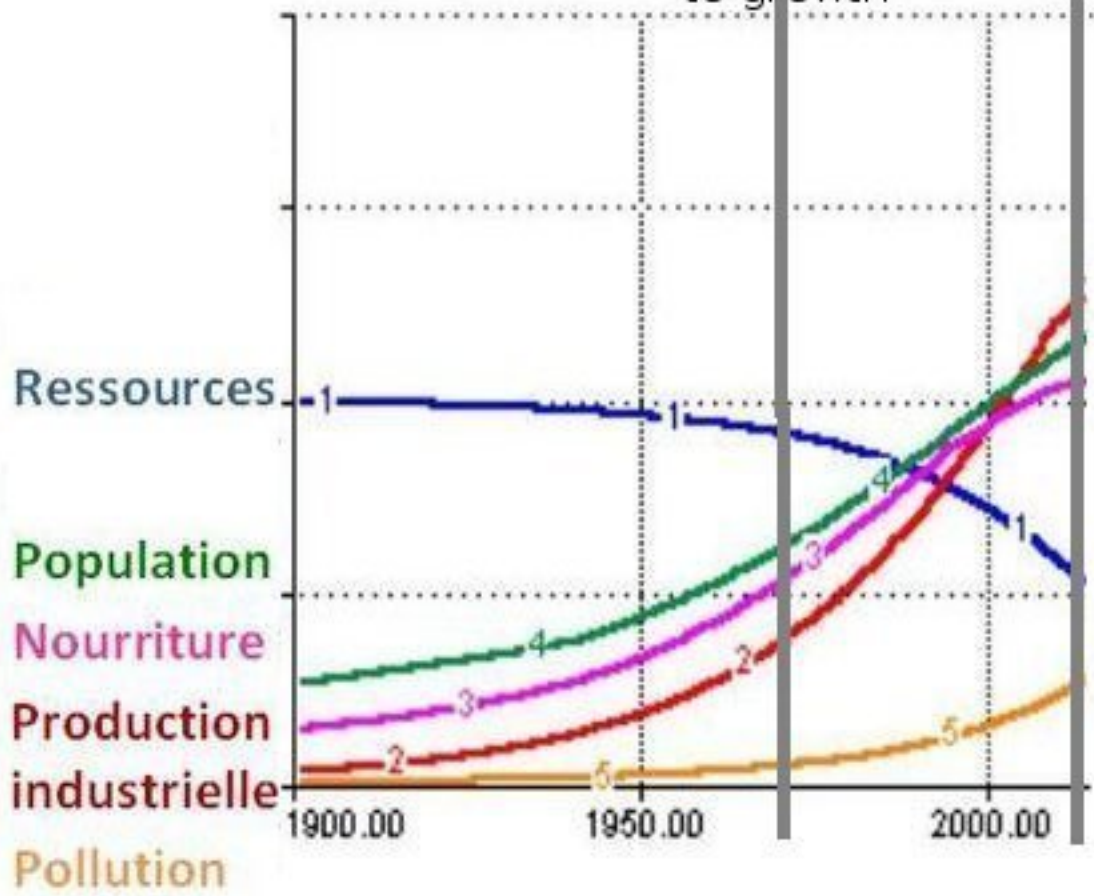


Scénario 1

Scénario de référence

Crise de pénurie de ressources non renouvelables

"Limits to growth" 2008

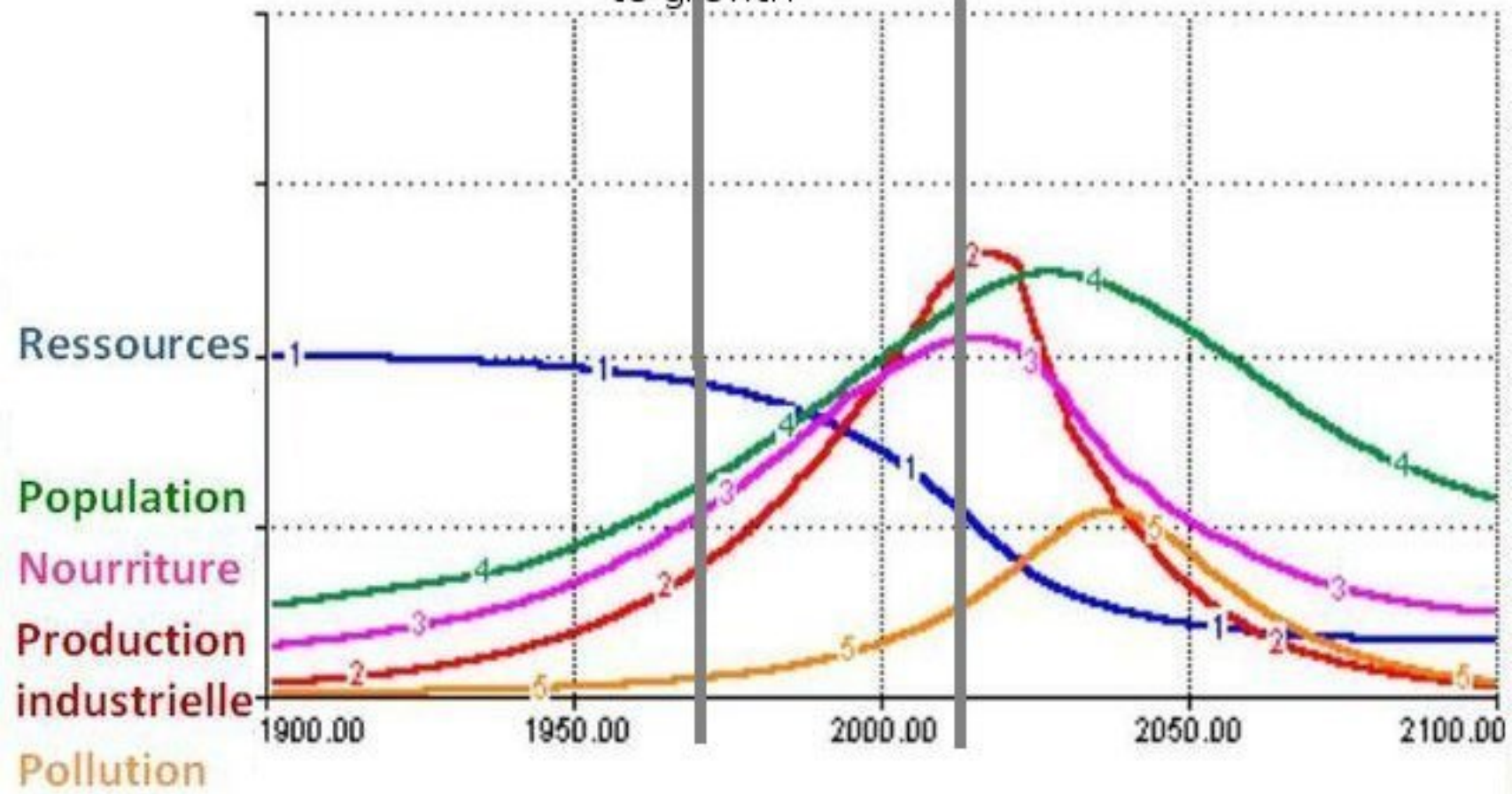


Scénario 1

Scénario de référence

Crise de pénurie de ressources non renouvelables

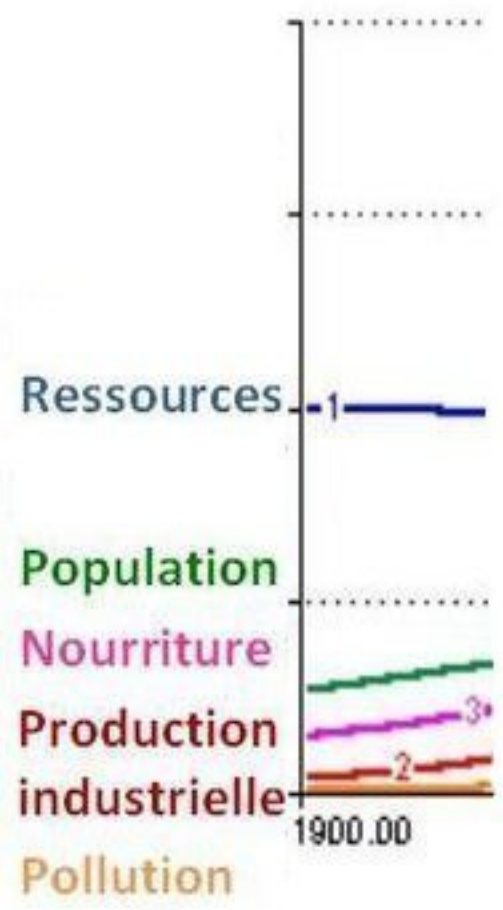
"Limits to growth"
2008



Scénario 1

Scénario de référence

Crise de pénurie de ressources non renouvelables



Conclusion du rapport Meadows

Un effondrement de la civilisation industrielle sera difficile à éviter

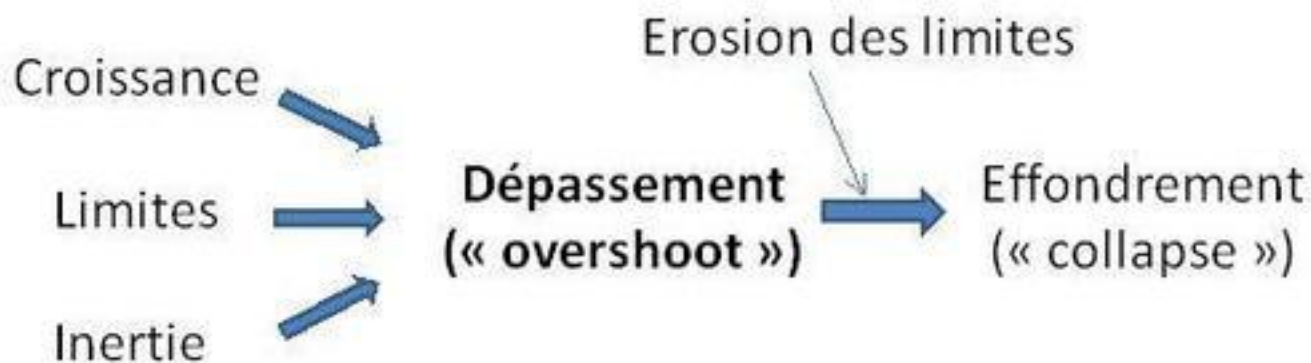
Effondrement =

- diminution de la production industrielle
- diminution de la production agricole
- diminution de la population

... au cours du 21^{ème} siècle

Questions

1. Pourquoi ça croît ?
2. Y-a-t-il des limites et si oui lesquelles ?
3. Pourquoi le système a-t-il naturellement tendance à outrepasser ces limites ? (dépassement = « overshoot »)
4. Pourquoi ce dépassement a-t-il tendance à conduire à l'effondrement ?



Pourquoi ça croît... exponentiellement ?

Accroissement linéaire :

$$X(t+1) - X(t) = c \cdot X(t)$$

$$dX/dt = c \cdot X(t)$$

=> croissance exponentielle

Exemples

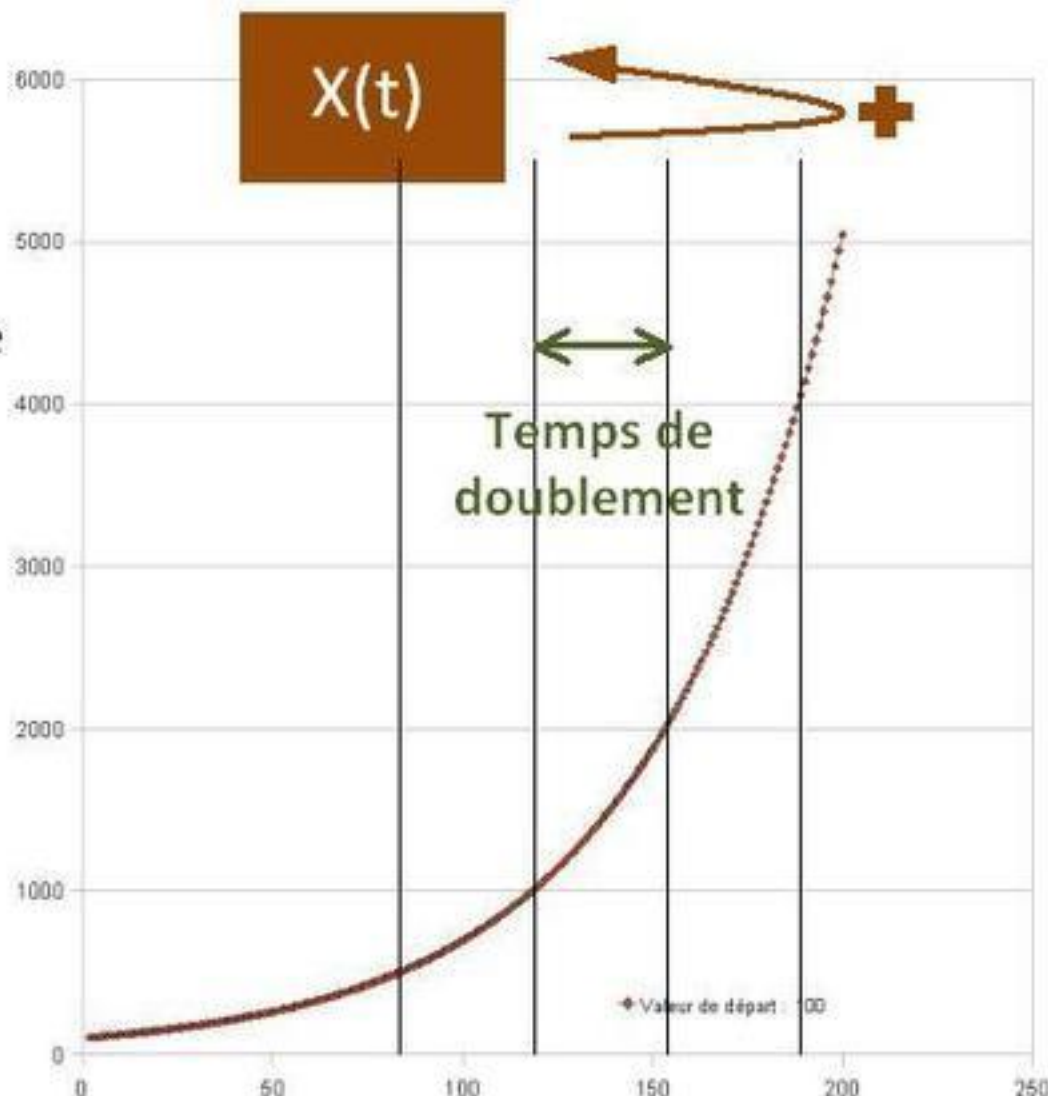
- Placement rémunéré à taux constant
- Population biologique non contrainte

Dans « Limits to growth »

- Population
- Production industrielle

Croissance = 2% par an

=> temps de doublement : 36 ans

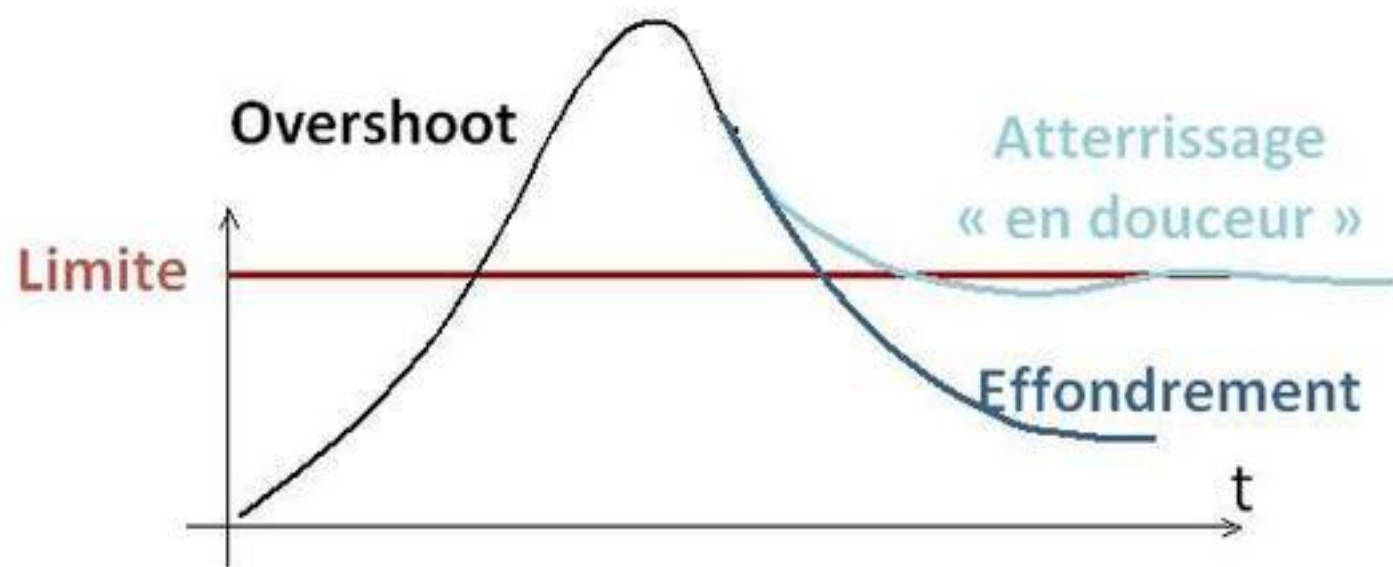
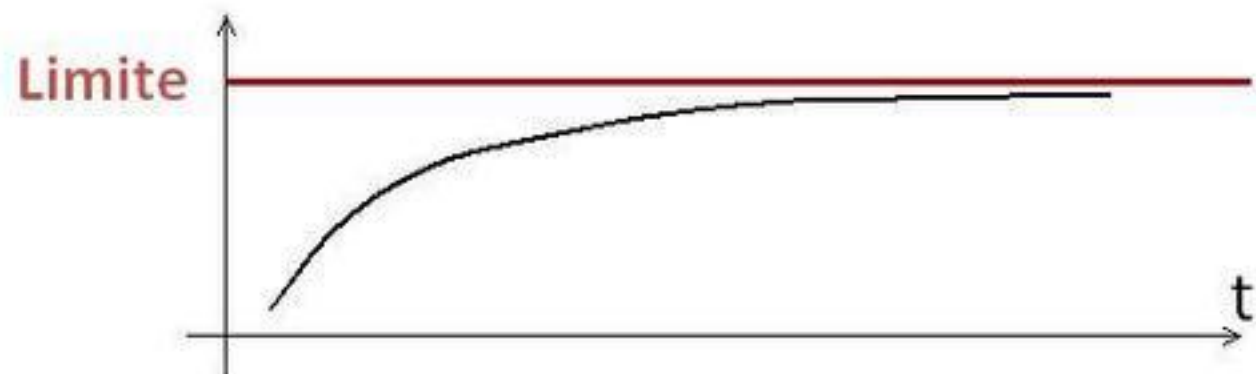


Y-a-t-il des limites et si oui lesquelles ?

Le développement durable, c'est (au moins) ça :

- Ne pas utiliser une ressource non renouvelable plus vite qu'on ne peut la remplacer par une ressource renouvelable
- Ne pas utiliser une ressource renouvelable plus vite qu'elle ne se renouvelle
- Ne pas rejeter plus dans l'environnement que ce qu'il peut absorber (sans être sensiblement perturbé)

Confrontations à une limite



Pourquoi y-a-t-il dépassement ?

- Croître = tendance « naturelle » (population, production industrielle)
- Inertie :
 - dans la société et l'économie
 - dans l'environnement
- « Tragédie des biens communs » (« Tragedy of the commons »)

Pourquoi le dépassement a-t-il tendance à conduire à l'effondrement ?

- La redescente peut être rude !
- Le fait d'approcher trop près des limites ou de les dépasser induit :
 - des dégradations irréversibles
 - des effets de seuils (non linéaires)

A la recherche ...

- des limites et de leur dépassement (tragédie des biens communs, inertie)
- des dégradations irréversibles occasionnées par ce dépassement
- des effets de seuil qui apparaissent au-delà

... dans l'environnement

Déforestation : USA

Aux USA, 90 % des forêts primaires ont disparu

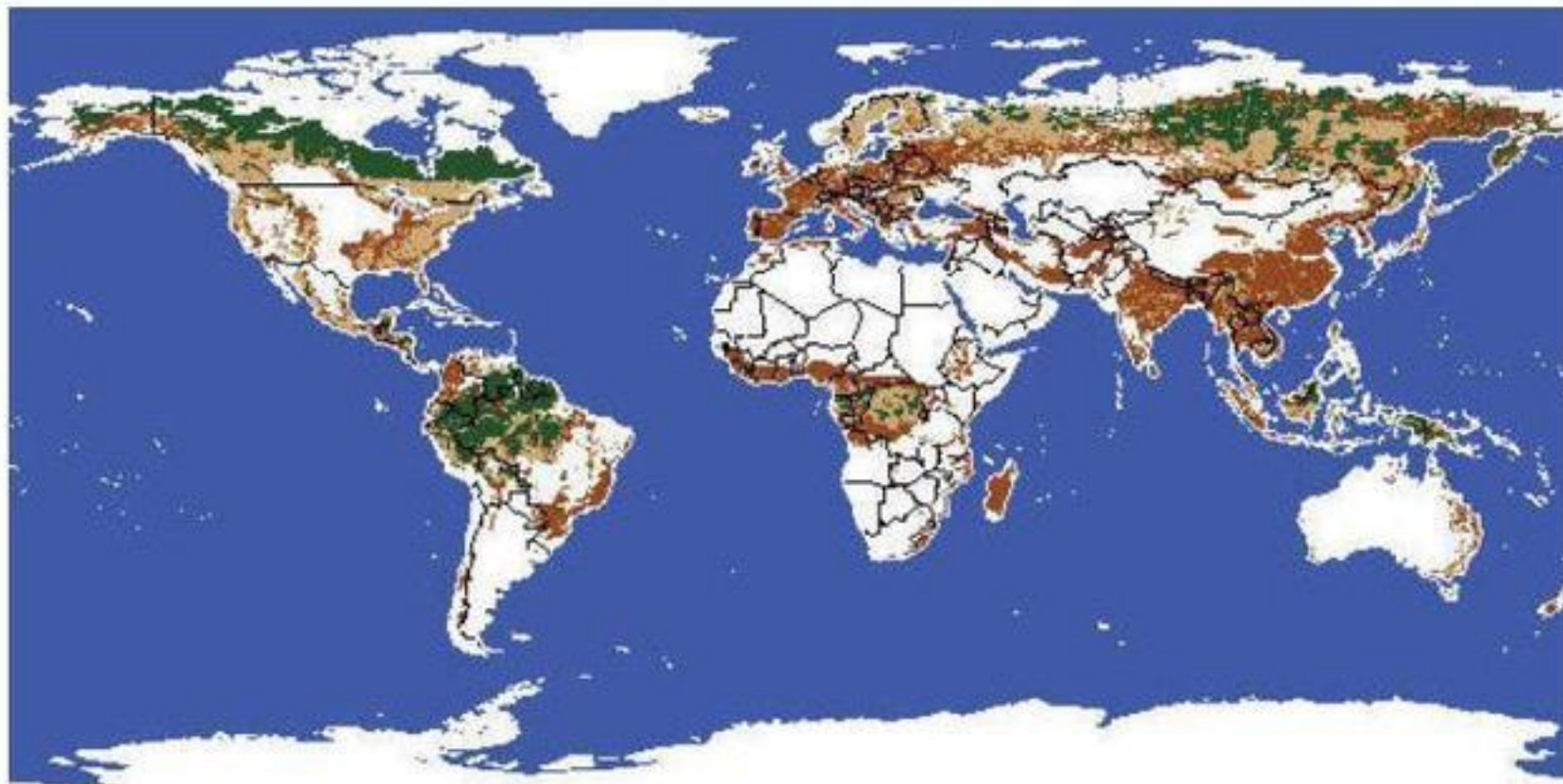


Déforestation : Asie du sud-est



Un monde sans forêt primaire

- forêts primaires aujourd'hui
- forêts non primaires aujourd'hui
- forêts primaires il y a 8 000 ans



Forêts tropicales : -17 Mha / an (= 1/4 France) = 0,5ha / sec

Un espace aux dimensions continentales : comparaison entre l'Amazonie brésilienne et les principaux pays d'Europe



FIG. 1. 2011. Faits sur les sites de l'Instituto de Pesquisas





Latitude: 10.94895°
Longitude: 62.06674°
Heading: 0.00000°
Tilt: 0.00000°
Altitude: 322.38km
Distance: 322.38km
FOV: 45.00000°

11S

Distance: 111.4km
Bearing: 179.4°

Latitude: +11.69790°

Longitude: 52.05850°

Elevation: 4630008

UTM: 938100

Distance: 2086m

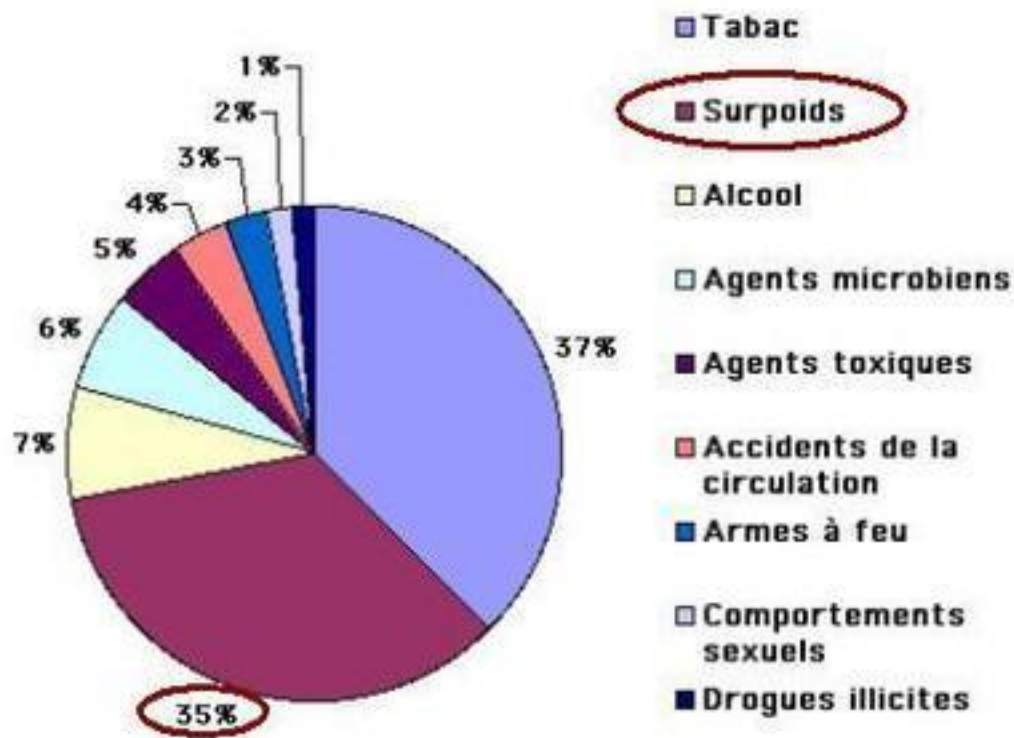
FOV: 40.00000°

Terrain Height: 22860 meters

WGS 84 Longitude: 105



Cherchez l'erreur...

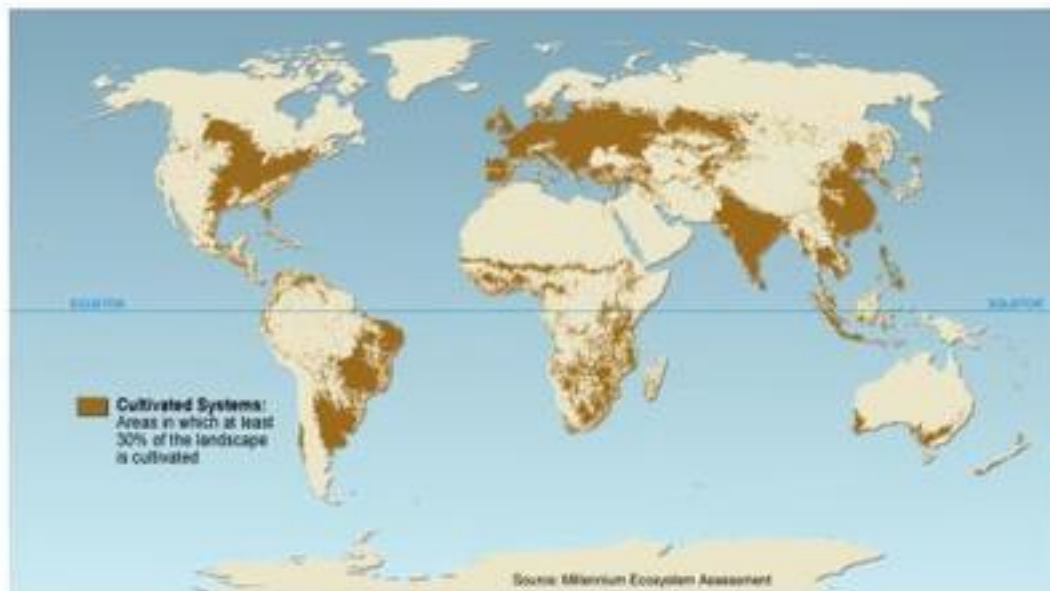


Causes des décès évitables aux USA en l'an 2000

(Source : Centers for Disease Control and Prevention)

Entre 65 et 70% de la surface agricole française est consacrée à l'alimentation des animaux d'élevage (France : biomasse bovine > biomasse humaine)

On cultive... tout ce qu'on peut !



Les surfaces non cultivées sont principalement :

- montagnes
- déserts (33% de la surface du globe)
- forêts primaires humides

- 1,5 milliards d'ha de terres cultivées
- 7 milliards d'habitants
- 2000 m² de surface cultivée / habitant

Chaque année :

- + 70 millions d'habitants
- 10 millions d'ha (désertification)
- +17 millions d'ha (déforestation)
- = + 1000 m² de surface cultivée / nouvel habitant

Environ 40% de la toute biomasse produite sur terre est mobilisée par l'homme

Sols

Patrimoine unique (non renouvelable) de l'humanité
Temps de reconstitution d'un sol à partir d'une roche nue :
dizaines de milliers d'années

Erosion eolienne



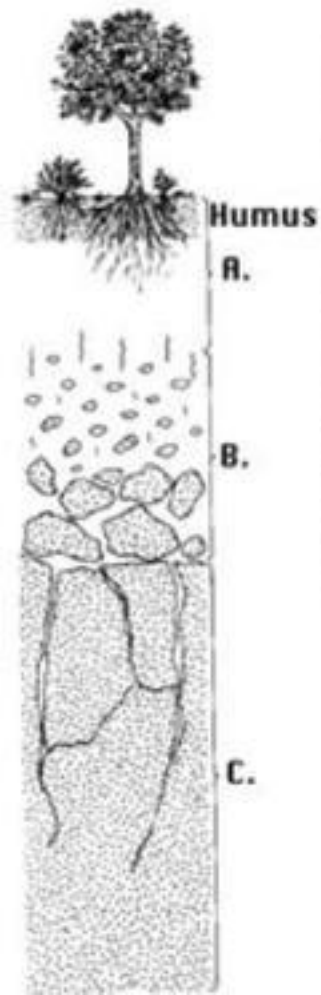
« Dust bowl », 1930, sud-ouest des EU

30 millions d'ha transformés en désert

Erosion hydrique

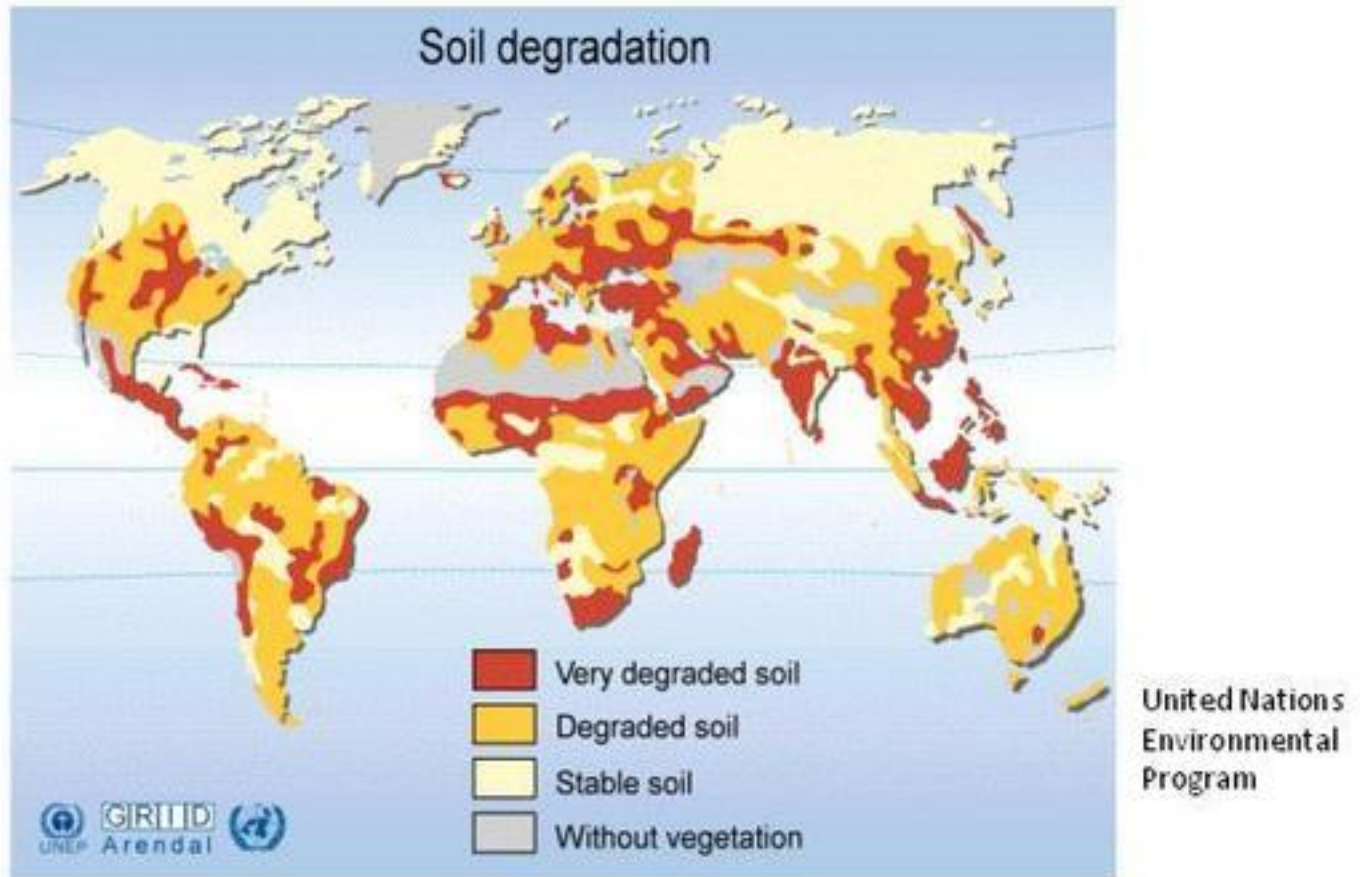


Embouchure de l'Amazonie



Pollution, salinisation, anthropisation, ...

Sols



On estime qu'un tiers de toutes les terres cultivées dans le monde s'érodent sensiblement plus vite qu'ils ne se reconstituent

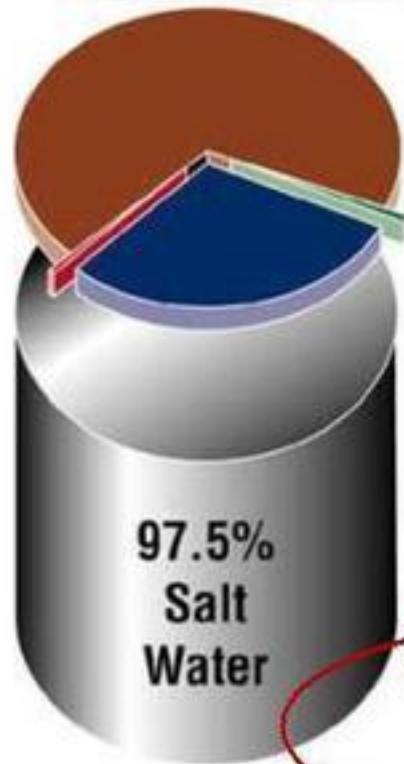
Au-dessus des sols les plus dégradés, il y a du monde !



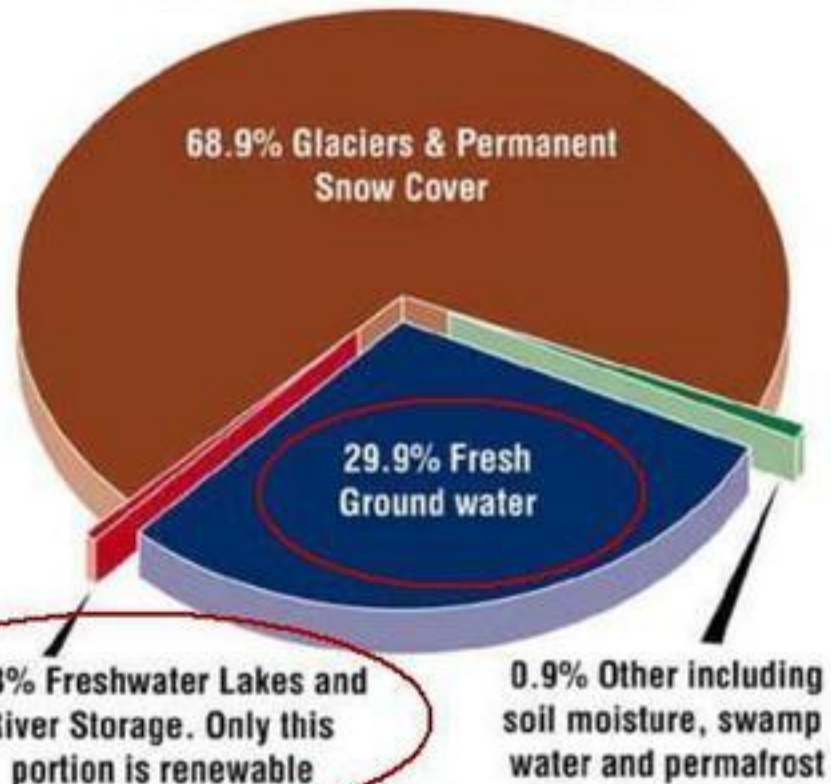
Source : Center for International Earth Science Information Network, Columbia University

Eau

TOTAL GLOBAL (Water)



2.5% OF TOTAL GLOBAL (Freshwater)



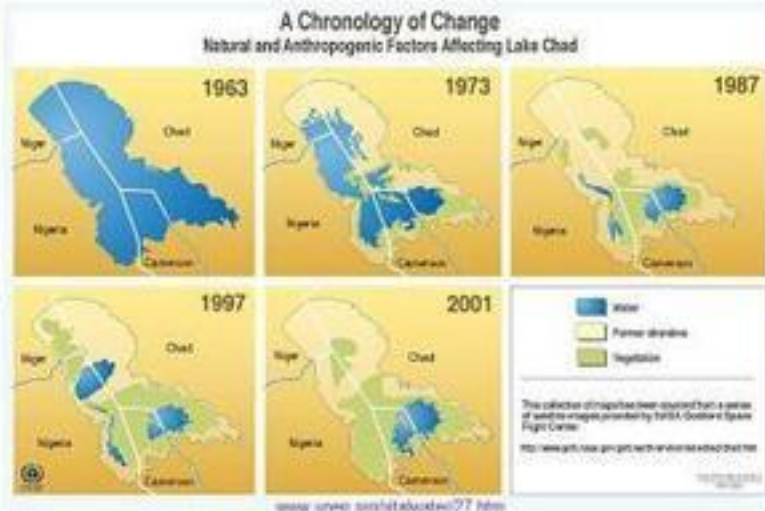
(UNESCO)

Eau de surface

Mer d'Aral



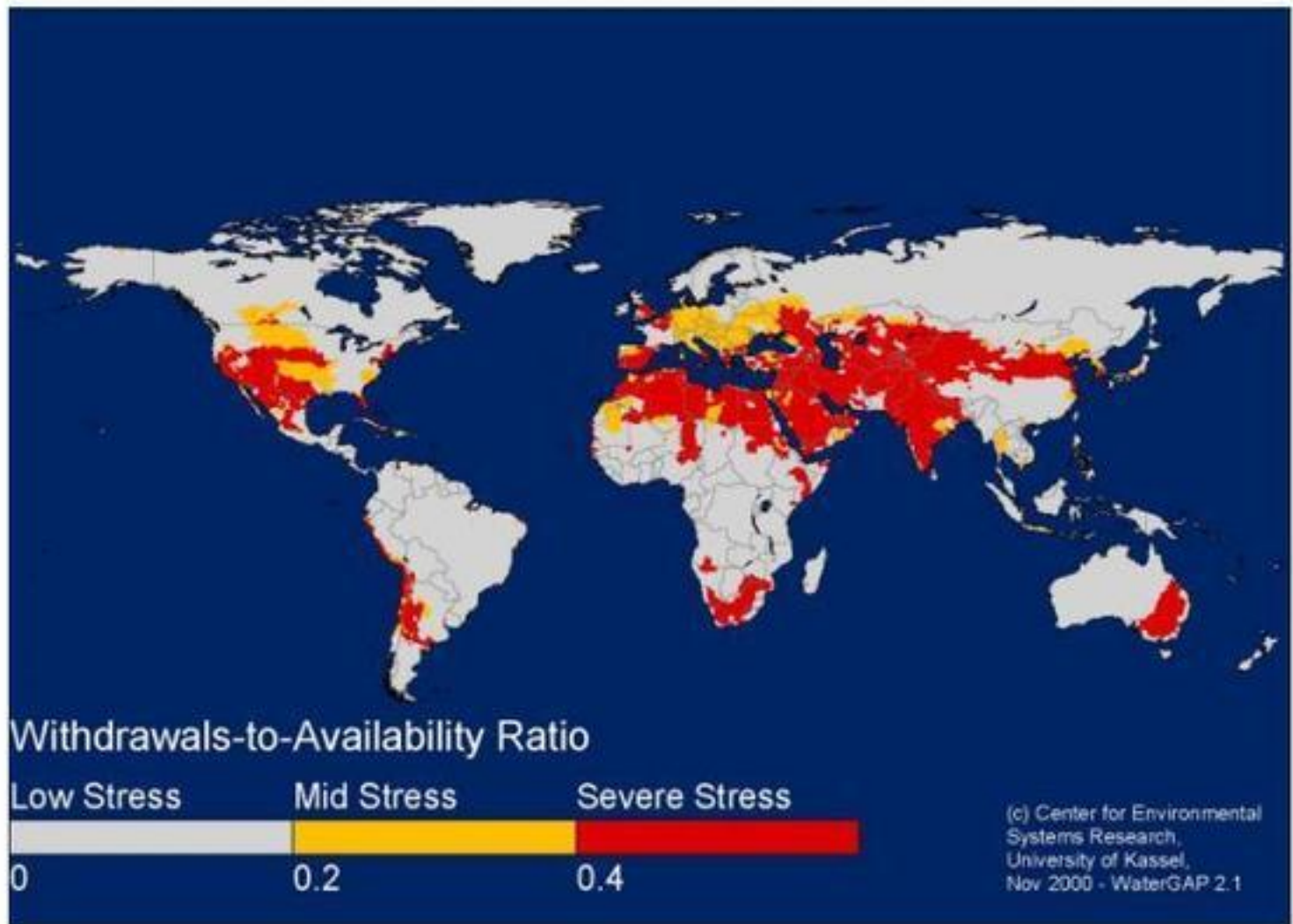
Lac Tchad



Eau souterraine ou fossile (lentement ou pas renouvelable) ...

- L'Inde a recours à l'eau non renouvelable pour 1/4 de ses récoltes
- Un américain sur deux dépend des aquifères alors que la moitié des aquifères américains sont déjà en situation de stress hydrique
- 1/10 des aliments produits dans le monde dépend d'eau souterraine non renouvelable

Stress hydrique



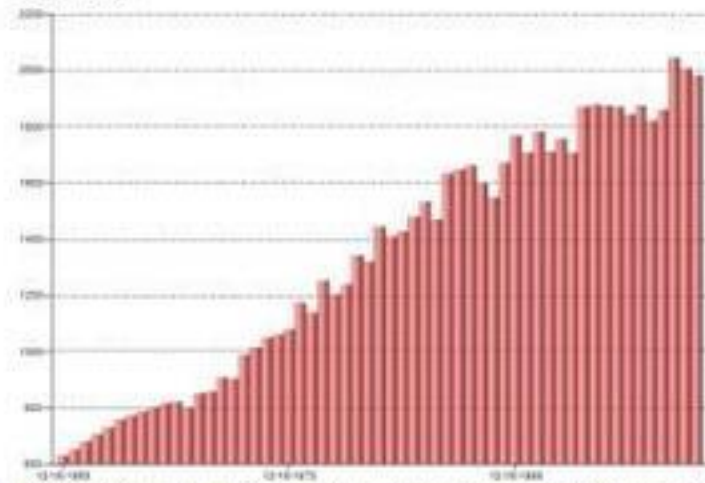
L'eau des glaciers de montagne ...



GANGOTRI GLACIER - CENTRAL HIMALYAS

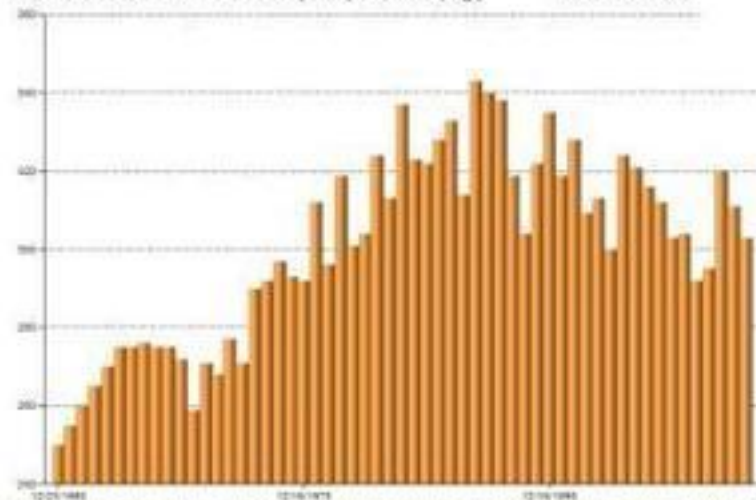
Une production agricole mondiale qui plafonne

World Grain Production (million metric tons)
1950-2006



© 2008 Alternative Planétaire / World Population

World Grain Production per person (kg) 1950-2006



© 2008 Alternative Planétaire / World Population

**Production annuelle mondiale
de céréales**

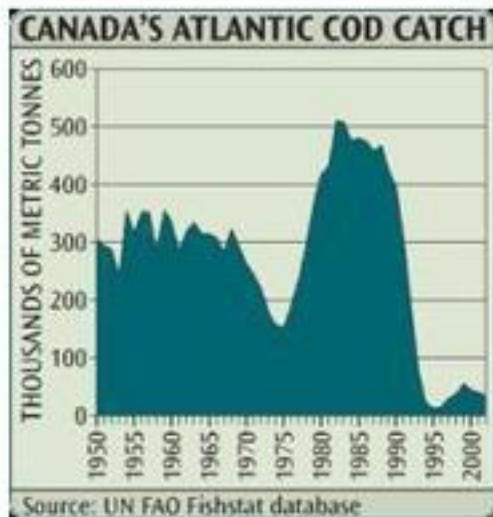
**Production annuelle mondiale
de céréales par personne**

Source : Earth policy institute / alternative planétaire

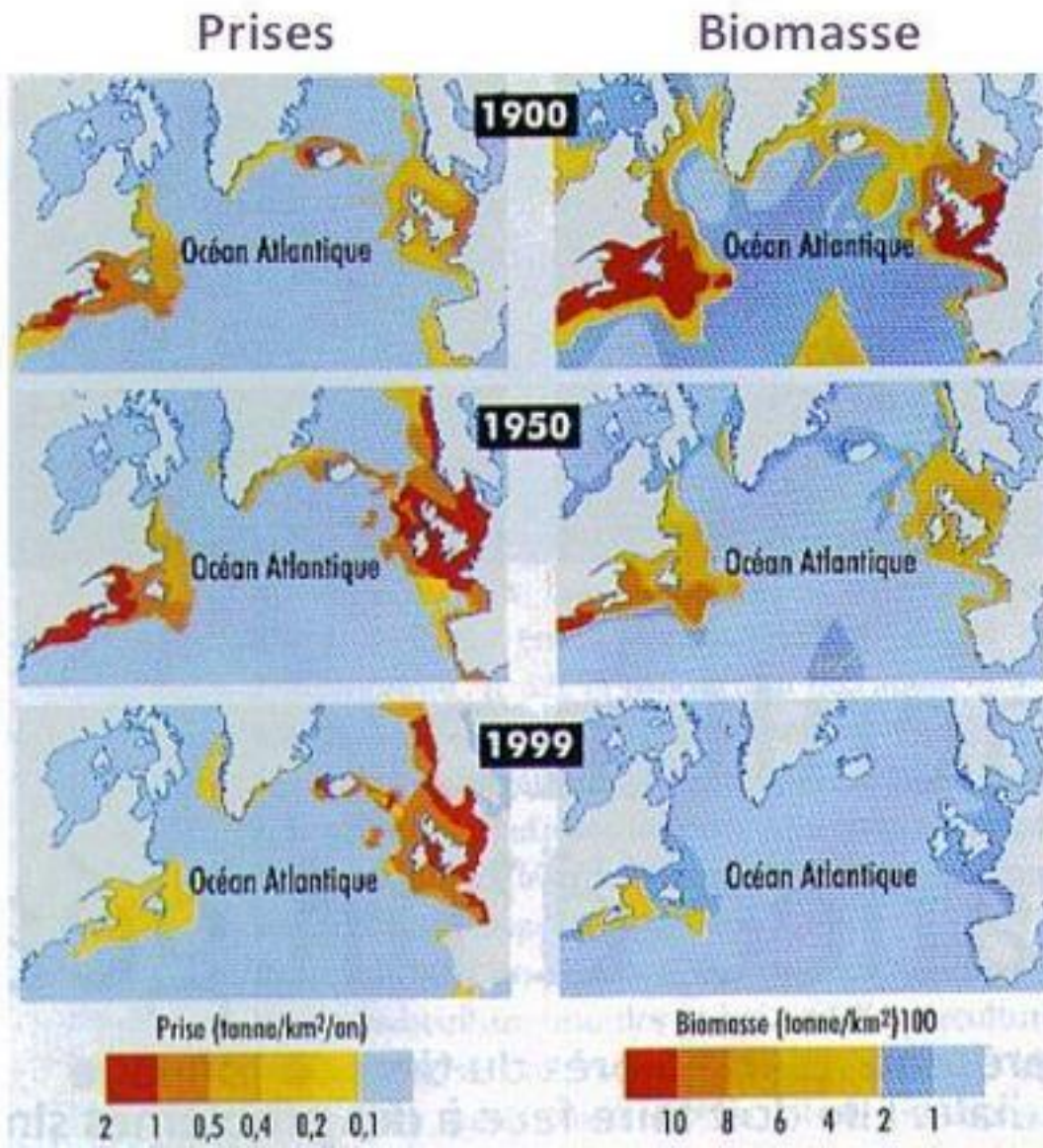
Des engrais jusqu'à quand ? (produits à partir de CH₄)

Une mer sans poissons

Prises et biomasse de poissons
Niveau trophique > 3,5
(reconstitué à partir de 23
modèles de réseaux trophiques
La Recherche, juillet 2002)



Prises, morue atlantique,
Canada



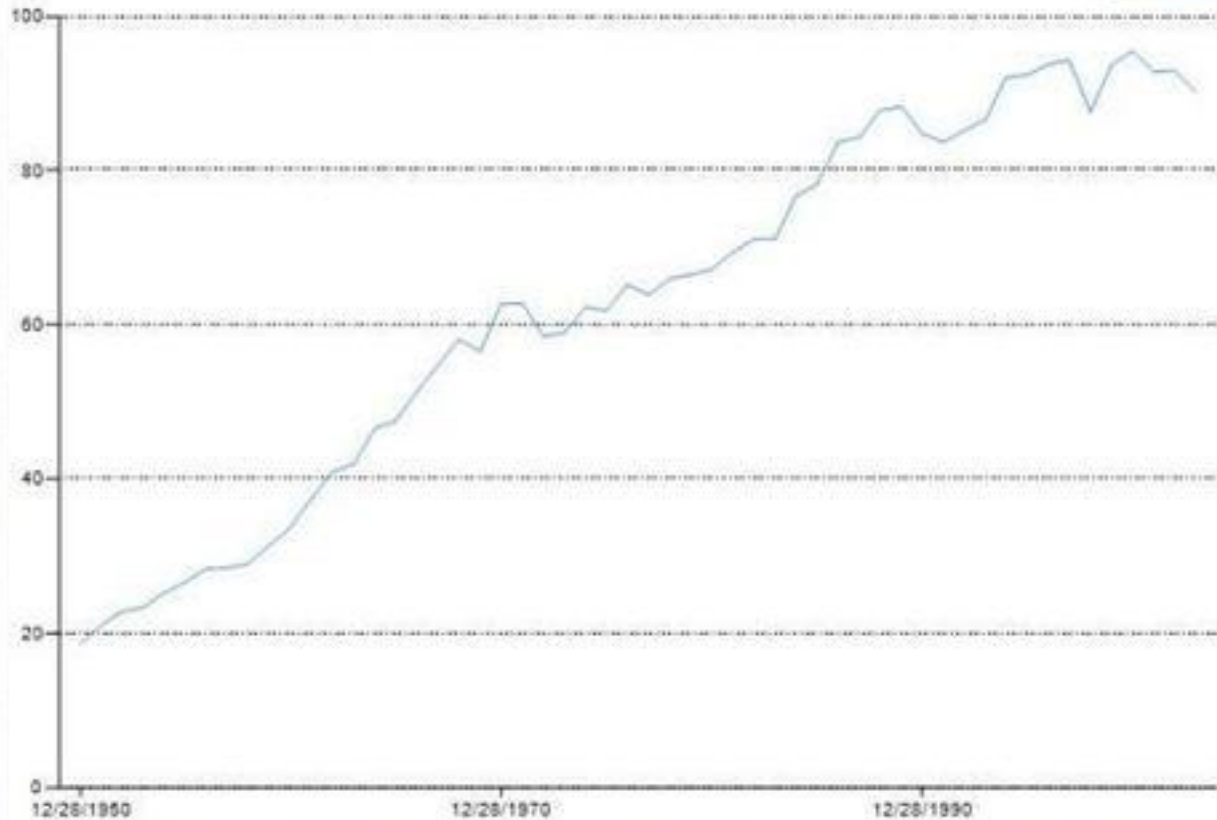
Stagnation des prises de pêche

Fish catch 1950-2003 (Million tons)



Last 30 years

	Value
1977	63.9
1978	66
1979	66.5
1980	67.2
1981	69.4
1982	71.1
1983	71.1
1984	76.7
1985	78.2
1986	83.7
1987	84.3
1988	87.8
1989	88.3
1990	84.8
1991	83.7
1992	85.2
1993	86.6
1994	92.1
1995	92.4
1996	93.8
1997	94.3
1998	87.6
1999	93.7
2000	95.5
2001	92.8
2002	93
2003	90.2

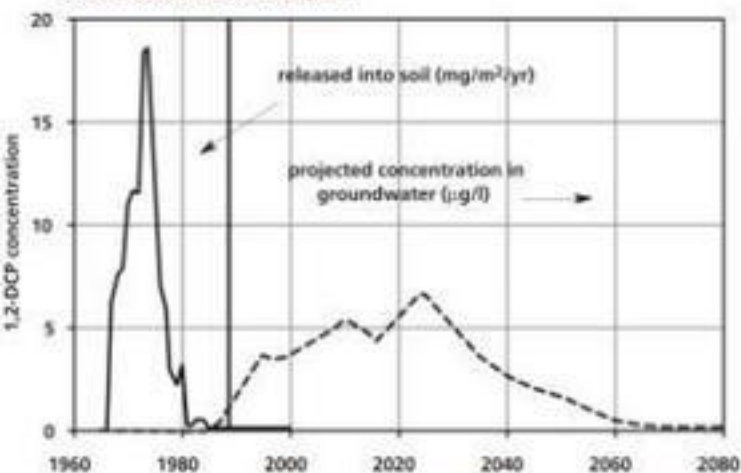


Source: Compiled by Earth Policy Institute from U.N. Food and Agriculture Organization, FISHSTAT Plus, electronic database, at www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp, updated March 2005; United Nations, World Population Prospects: The 2004 Revision (New York: February 2005).

Au Canada, les navires transportant des déchets contenant plus de **50 parties par million de PCB** doivent demander une autorisation spéciale.

Certains bélougas contiennent plus de **500 parties par million de PCB**

Polluants organiques persistants
Polychlorobiphényles, DDT,
métaux lourds, ...



Lente percolation des polluants dans les
eaux souterraines

Quantité de PCB en Europe (dans des transformateurs) : **200 000 tonnes**



**Déchets toxiques
dangereux**

St Laurent, Canada

Une mer de plastique

Durée de vie des déchets plastiques : environ 500 ans

Vecteurs d'intoxication
(fixent DDT, PCB)



Laysan albatross chick, Kure Atoll, 2002, photo: Cynthia Vanderlip, AMRF



Biodiversité : la 6^{ème} grande extinction

Nombre d'espèces

- recensées : ~ 1,5 millions
- total : 5 à 100 millions

• Rythme actuel d'extinction des espèces :

17 000 à 100 000 par an

= 2 à 10 par heure

(= entre 100 et 1000 fois plus que la moyenne naturelle à long terme)

• Liste rouge de l'UICN :

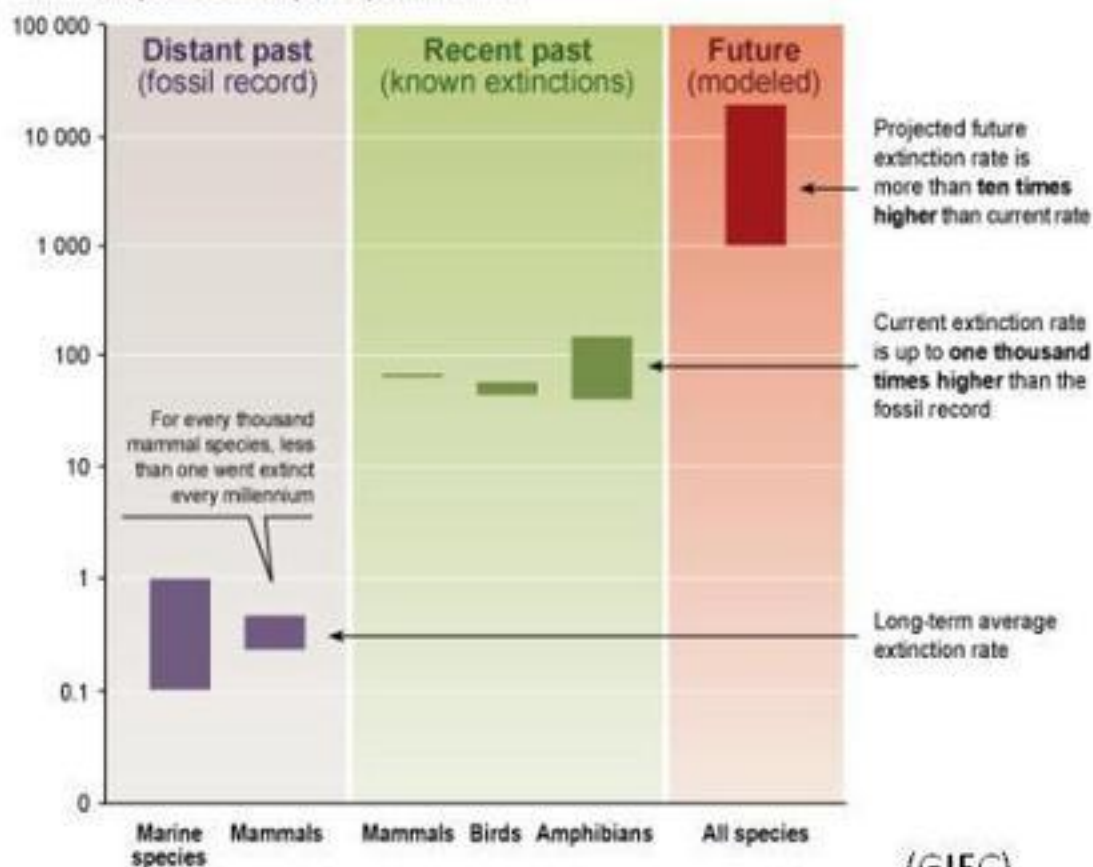
mammifères : 1 sur 4

oiseaux : 1 sur 8

amphibiens : 1 sur 3

• 20% de toutes les espèces vivantes pourraient avoir disparu en 2030

Extinctions per thousand species per millennium



Source: Millennium Ecosystem Assessment

(GIEC)

Known Causes of Animal Extinctions Since 1600



Source: World Conservation Monitoring Centre

Causes futures :

- Changement climatique
- Pollution

Biodiversité : rivets et espèces clé de voûte



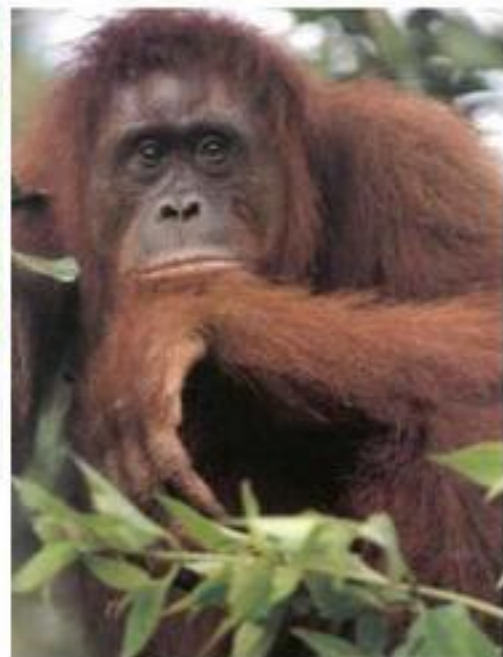
La fin des grands singes ?



Chimpanzé commun.
1960 : 1 million ;
2007 : < 100 000



Bonobo (chimpanzé pygmée)
1980 : 100 000
2007 : 10 000



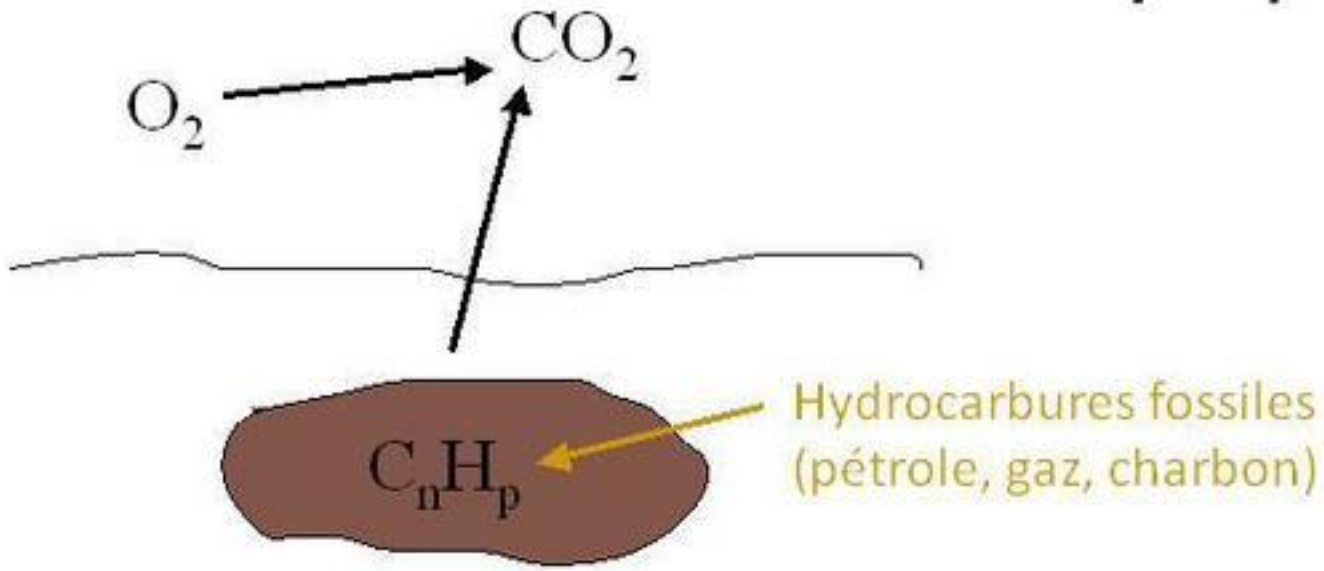
Orang-outang
1900 : 300 000
1980 : 180 000.
2007 : 20 000.



Gorille.
2007 : 100 000 (gorille commun)
700 (gorille de montagne)

Les enjeux de l'énergie et du climat

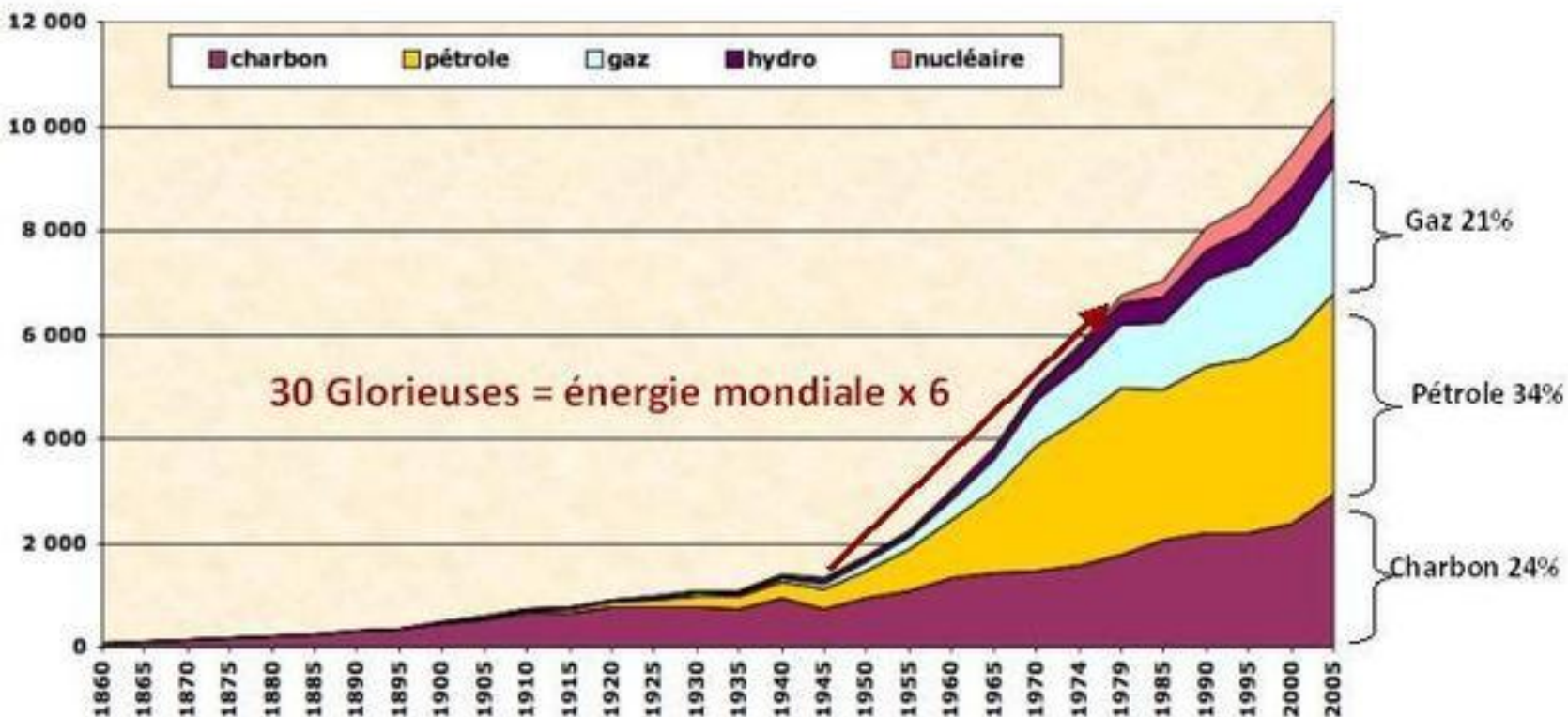
La révolution industrielle, c'est presque aussi simple que cela...



- 1. Ressources (amont)
- 2. Changement climatique (aval)

**En amont : les ressources
énergétiques**

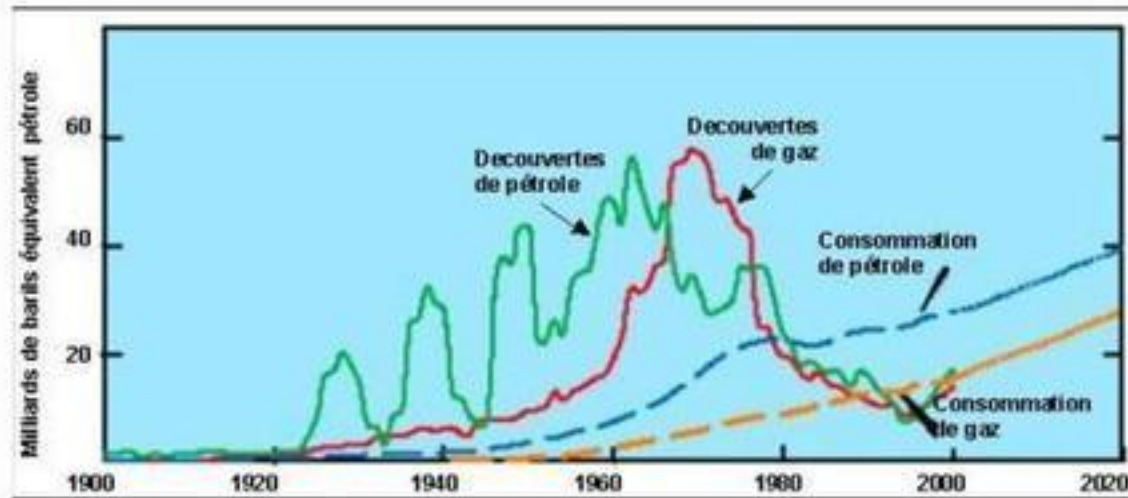
Toujours plus d'énergie fossile consommée... à quand l'atterrissage ?



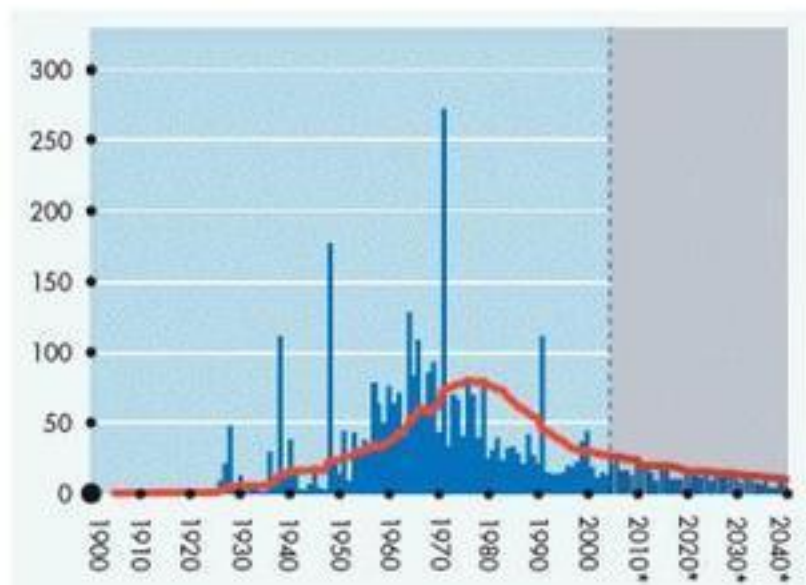
Consommation mondiale d'en Mtep (millions de tonnes équivalent pétrole) depuis 1860.
Données Schilling & al ; Observatoire énergie ; AIE ; BP stat, compilation JM Jancovici

Le pétrole : une ressource limitée et pour l'essentiel déjà découverte

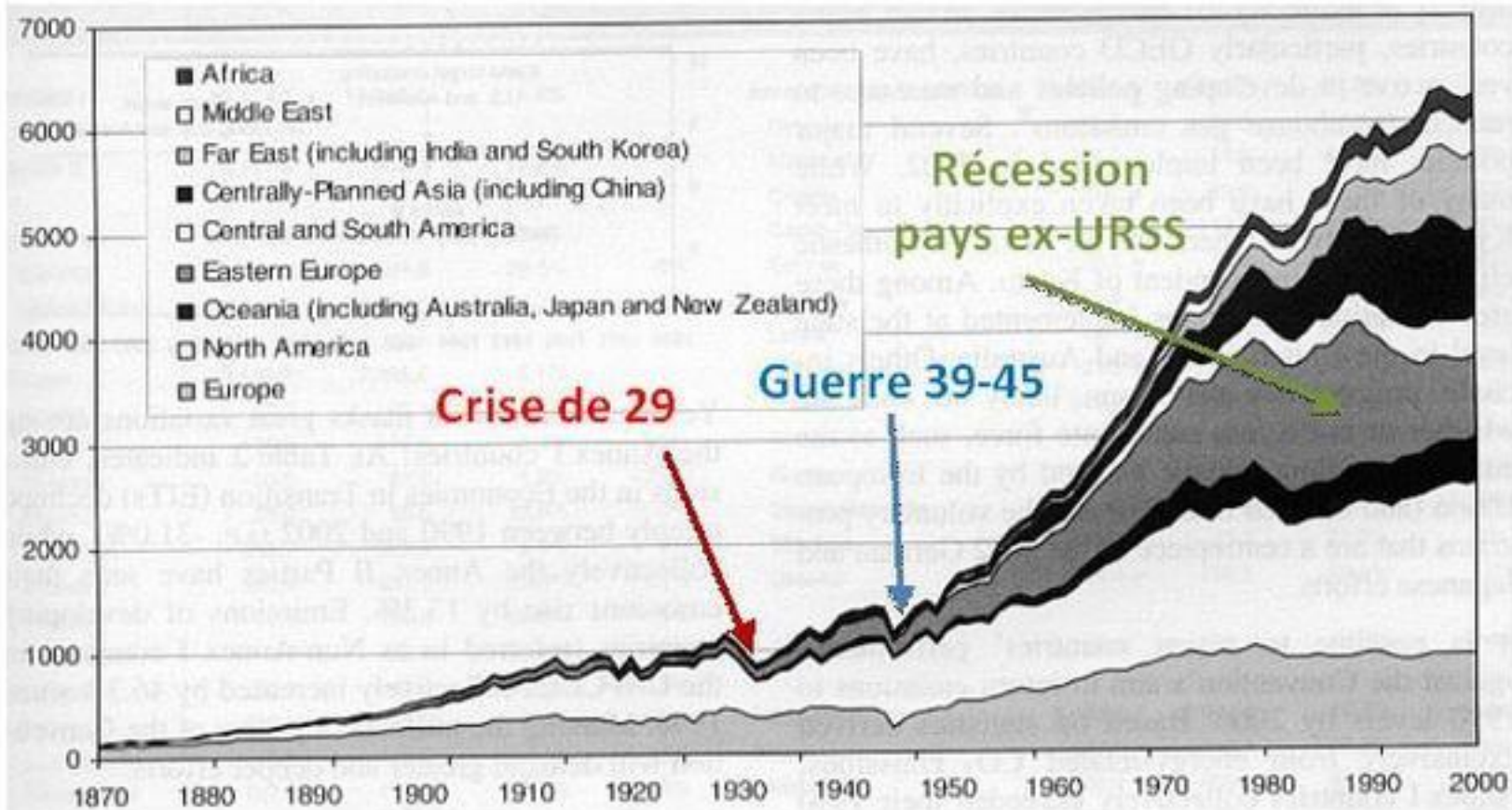
Découvertes de pétrole
(milliards de barils)
et demande
(source : Exxon mobil,
2002)



Découvertes mondiales de pétrole
(et moyenne mobile sur 5 ans)
(source : Shell/IHS Energy, 2005)



Comment se portera l'économie sans les énergies fossiles ?

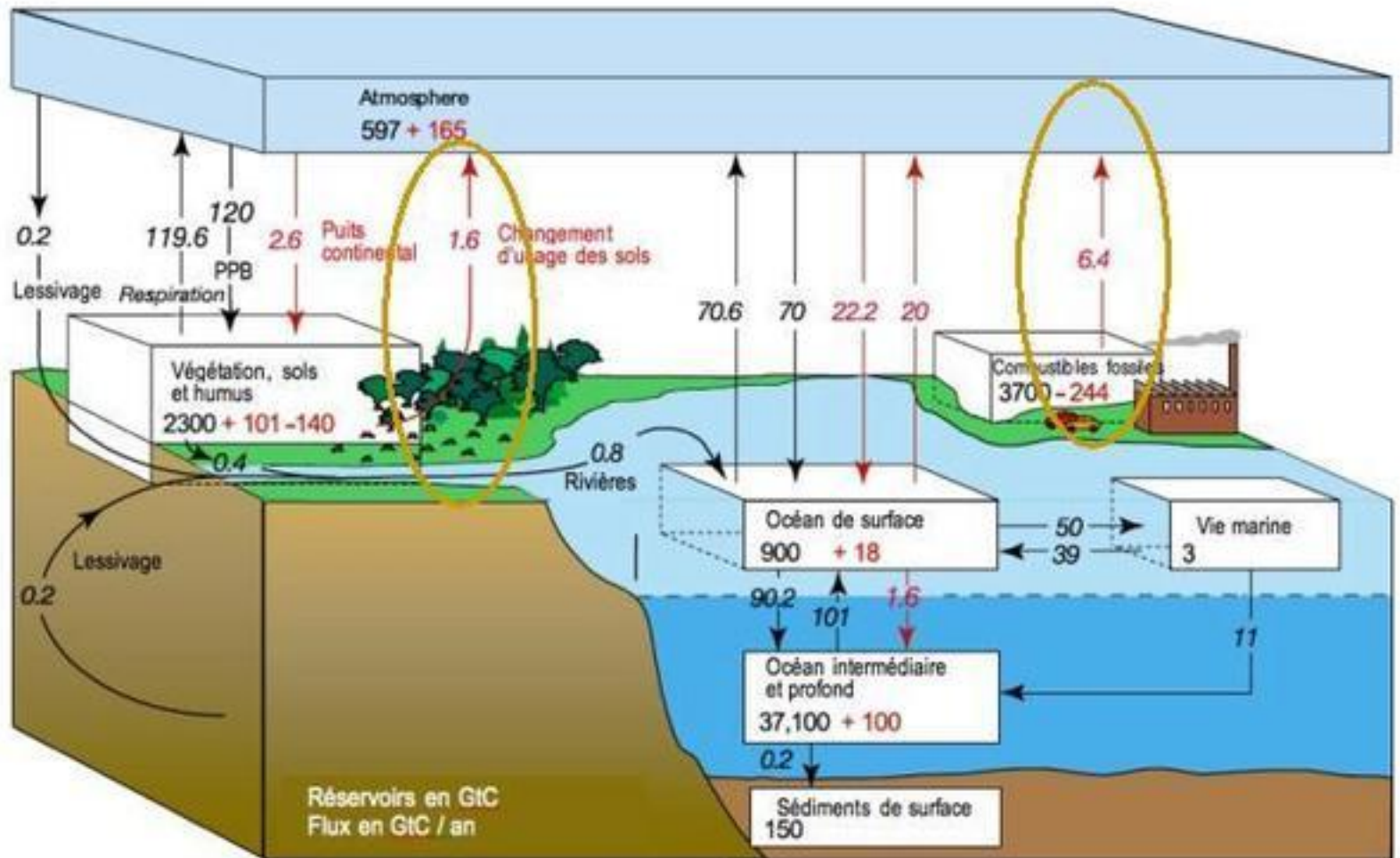


Emissions mondiales du seul CO2 provenant des combustibles fossiles (Mt équ. Carbone), depuis 1870 (source : AIE, 2004)

Crises de 74 et 79 (chocs pétroliers), chute du mur de Berlin et récession des pays de l'Est, développement de la Chine et de l'extrême orient, stagnation de l'Afrique...

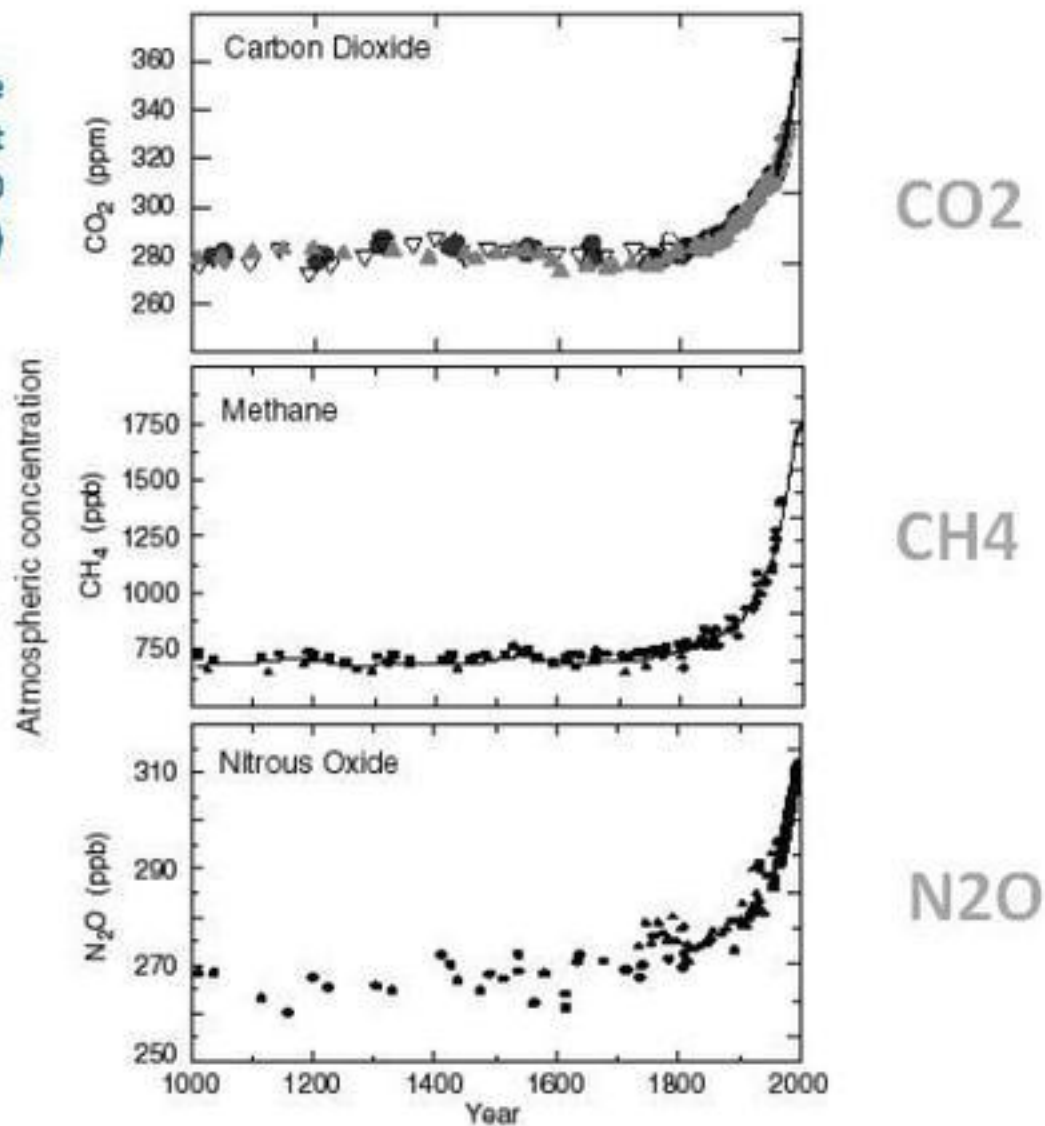
**En aval : les émissions de gaz à effet de serre
et leurs effets sur le climat**

Perturbation du cycle du Carbone

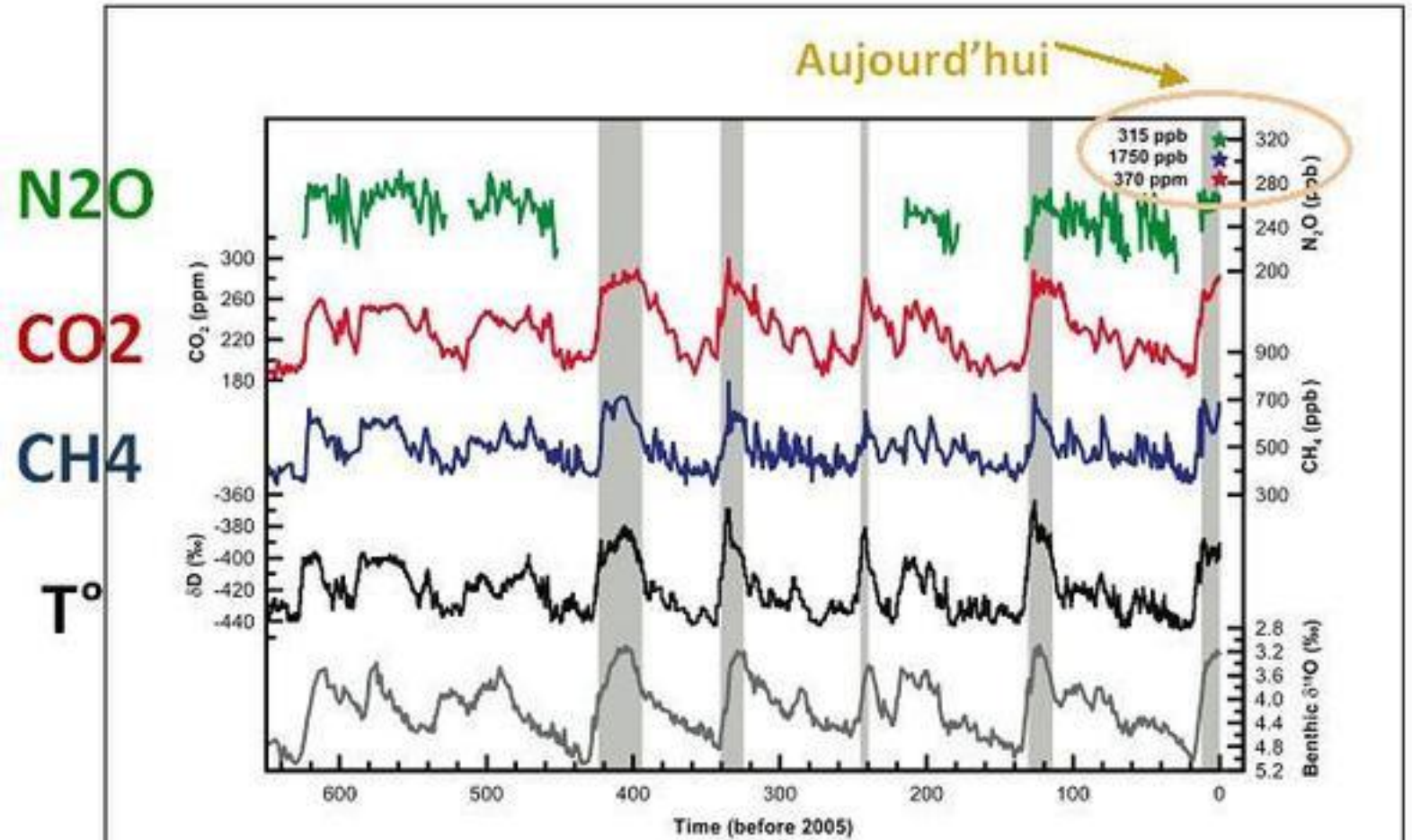


Et voici les crosses de Hockey... (il n'y a pas que le CO2 !)

Variation des teneurs de l'atmosphère en gaz à effet de serre depuis l'an 1000 (GIEC, 2001)



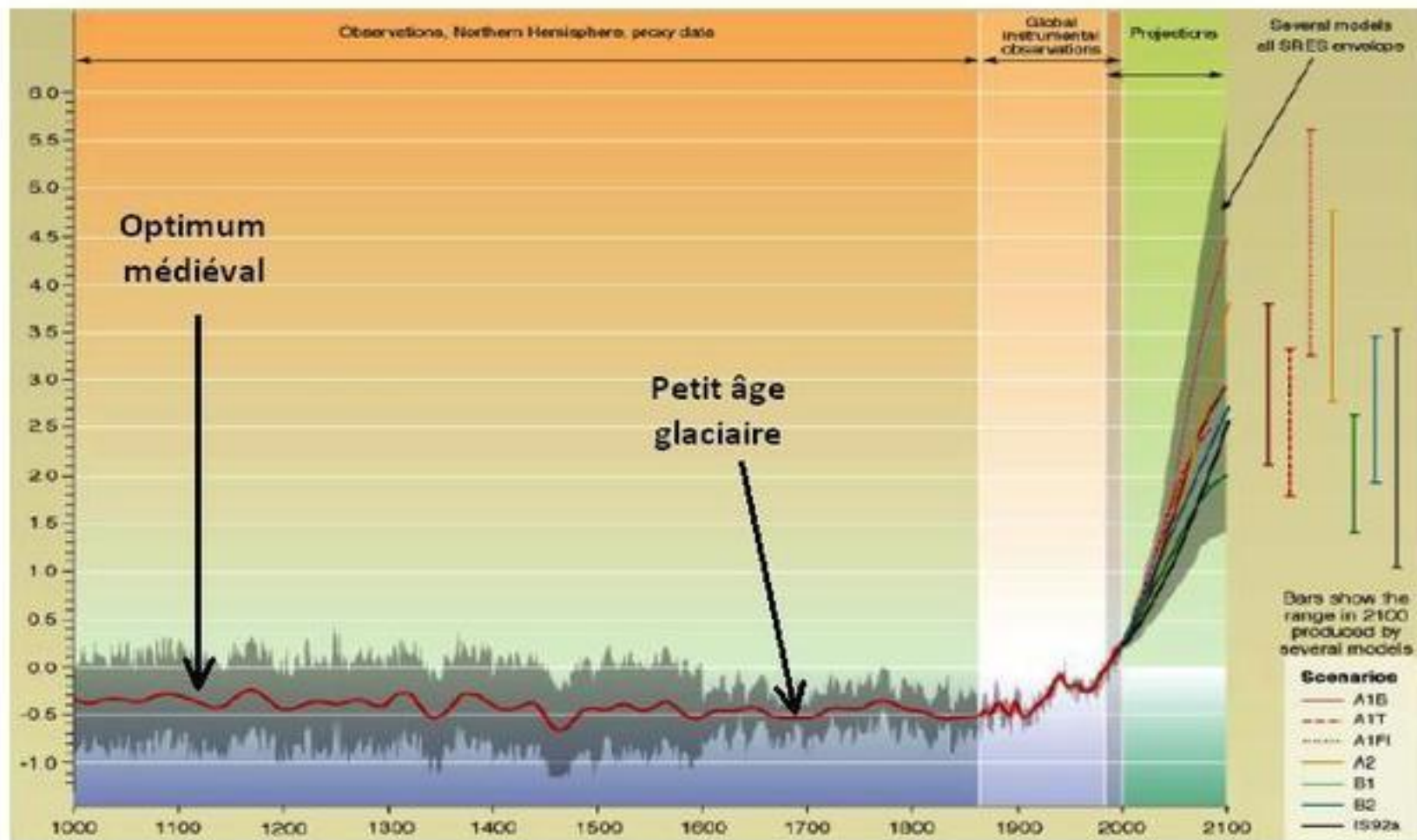
Une perturbation d'une violence et d'une amplitude inouïe à l'échelle géologique



Source : GIEC 2007

Figure 6. 3

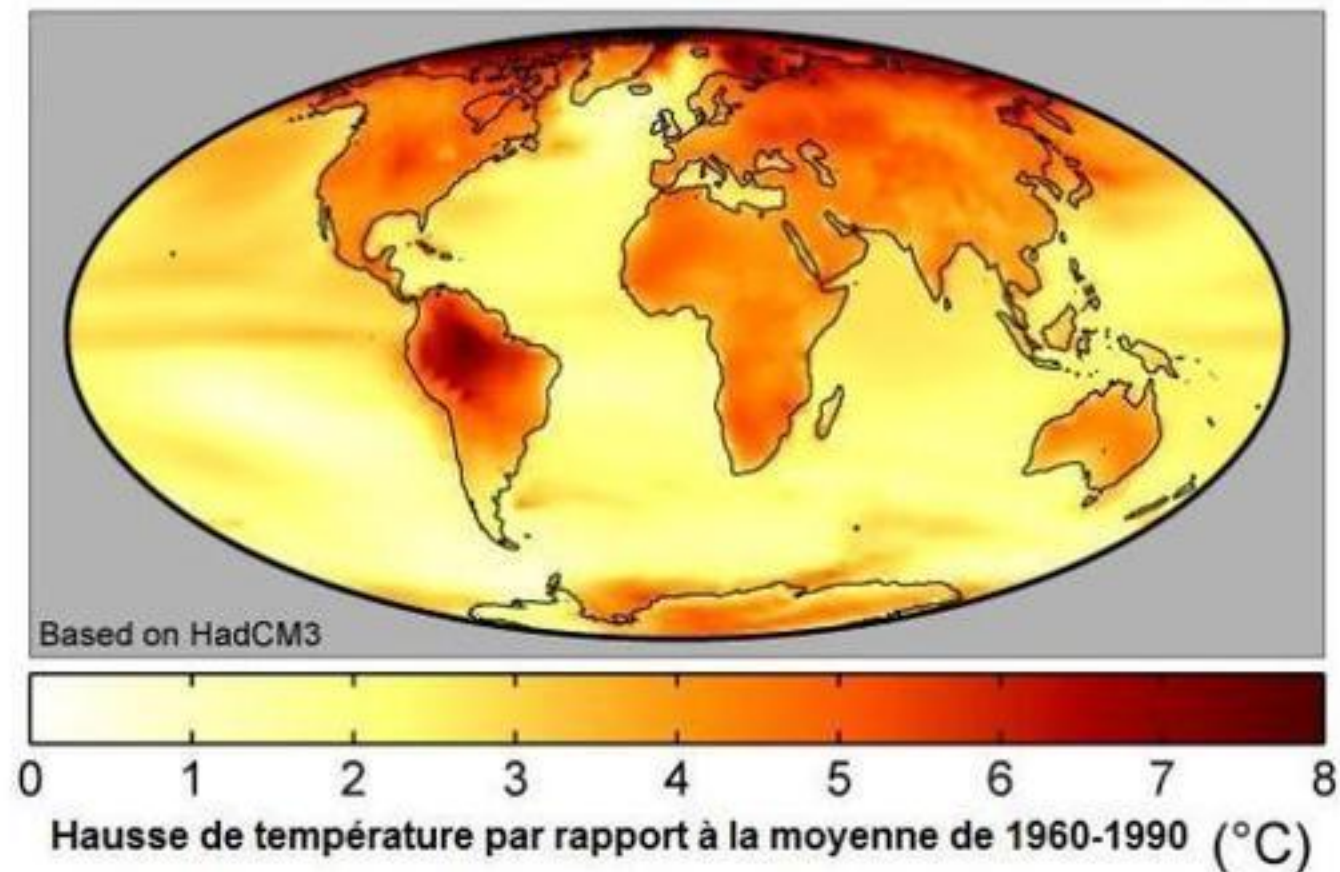
Evolution des températures depuis 1000 ans et prévisions pour le siècle à venir



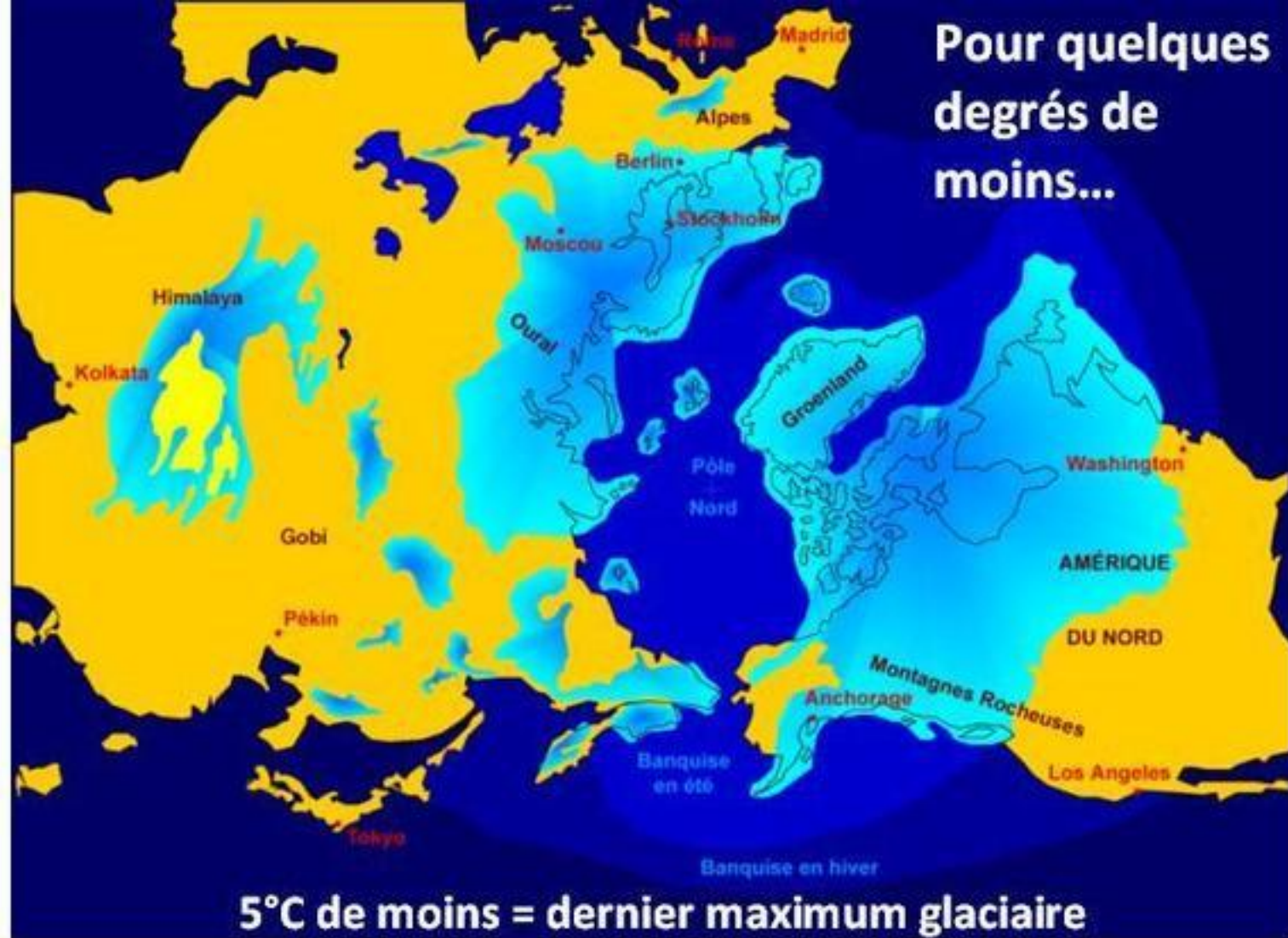
(source : GIEC 2001)

Des variations très inhomogènes

Prévisions des hausses de températures pour 2070-2100



Pour quelques
degrés de
moins...



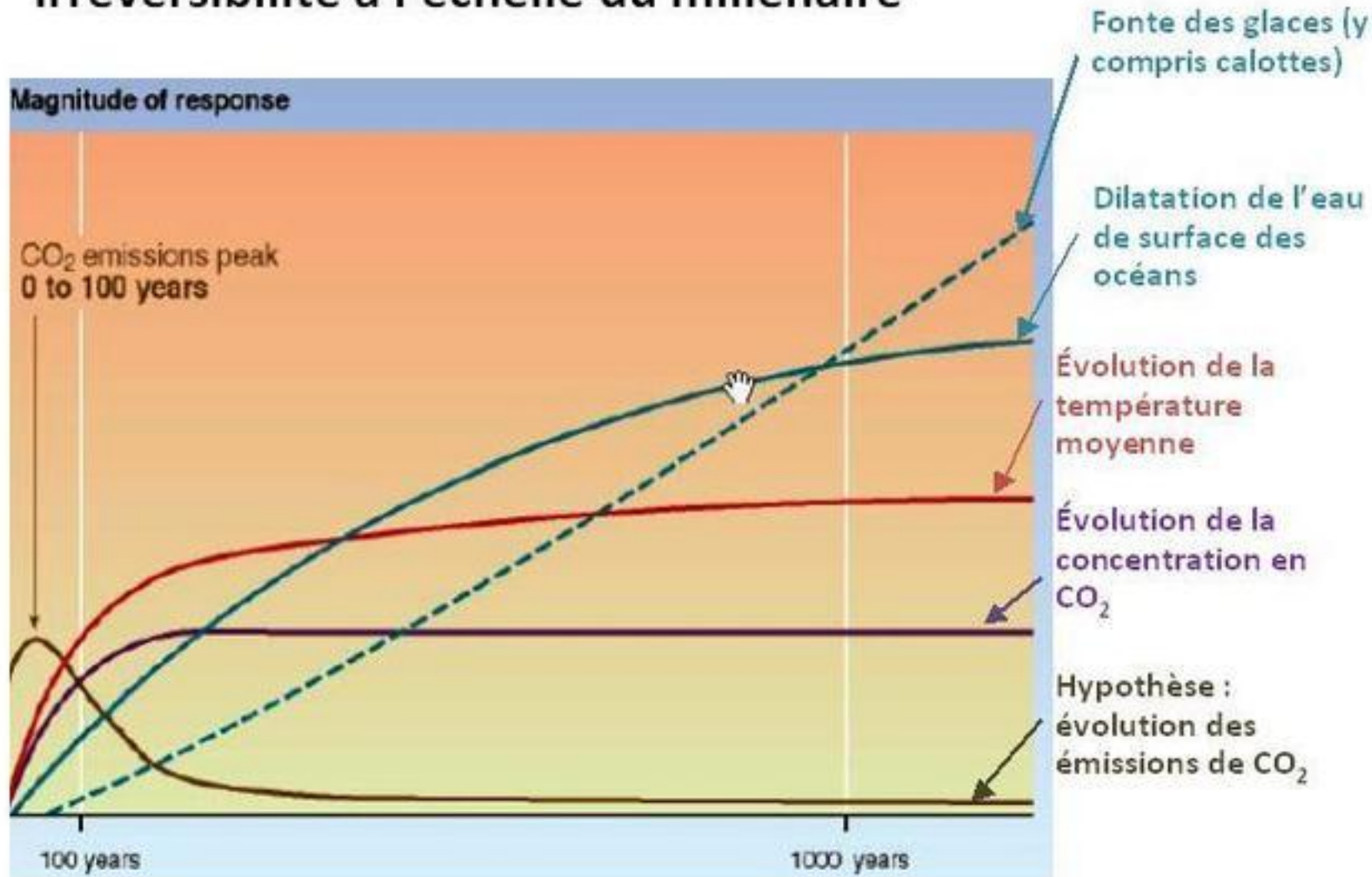
- D'immenses glaciers, épais de plusieurs km, recouvrent l'Amérique et l'Europe du nord.
- Le sol de la France est gelé en permanence, et inapte aux cultures
- On passe à pied sec de France en Angleterre : la mer est plus basse de 120 mètres !

... et pour quelques degrés de plus ...

Quelques conséquences attendues des changements climatiques :

- Phénomènes extrêmes (ouragans, inondations)
- Canicules, sécheresses, désertification
- Appauvrissement des écosystèmes terrestres
- Diminution des rendements agricoles
- Appauvrissement des écosystèmes marins (ex : disparition des coraux)
- Acidification des océans
- Déplacement ou apparition de maladies
- Perturbation des courants océaniques
- Fonte des glaciers
- élévation du niveau des mers
- Déplacement des aires favorables pour les écosystèmes, pour l'agriculture, et pour l'homme (conflits ?)

Irréversibilité à l'échelle du millénaire



Source : Climate Change 2001, the scientific Basis, GIEC

Seuils et boucles de rétroaction positives

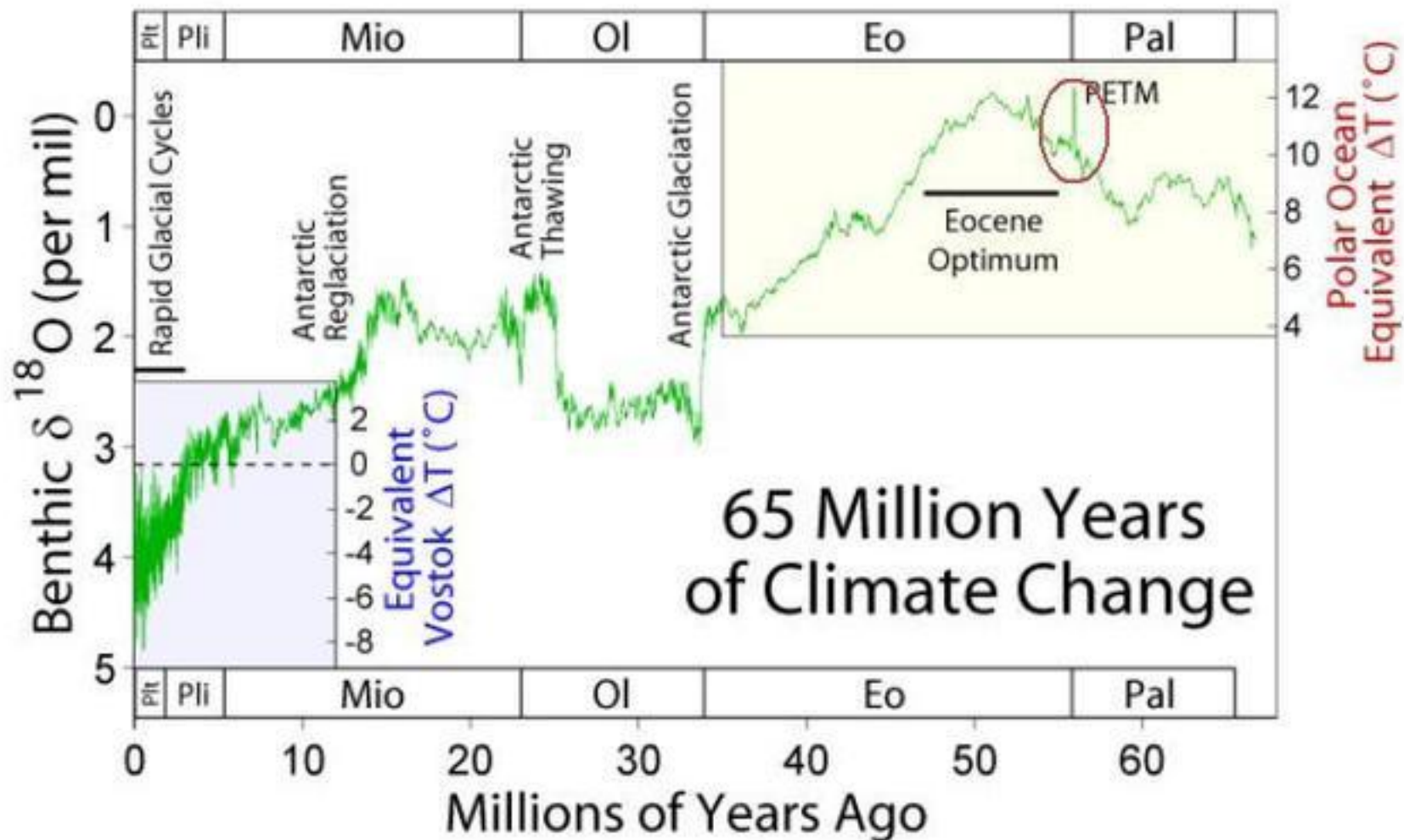
Quelques seuils

- perturbation des courants océaniques
- disparition des coraux
- acidité maximale de l'eau de mer supportée par les écosystèmes marins
- fonte du Groenland
- dislocation de la calotte glaciaire occidentale antarctique

Quelques boucles de rétroaction positives

- fonte des glaciers, fonte des calottes glaciaires (albedo)
- atteinte aux écosystèmes terrestres (forêts), relargage des sols
- diminution de la capacité de stockage des océans due à :
 - **élévation de la température de surface**
 - **ralentissement de la circulation thermohaline**
 - **acidification des eaux**
- re-largage des hydrates de méthane du pergélisol
- re-largage des hydrates de méthane des sédiments océaniques

The methane bomb

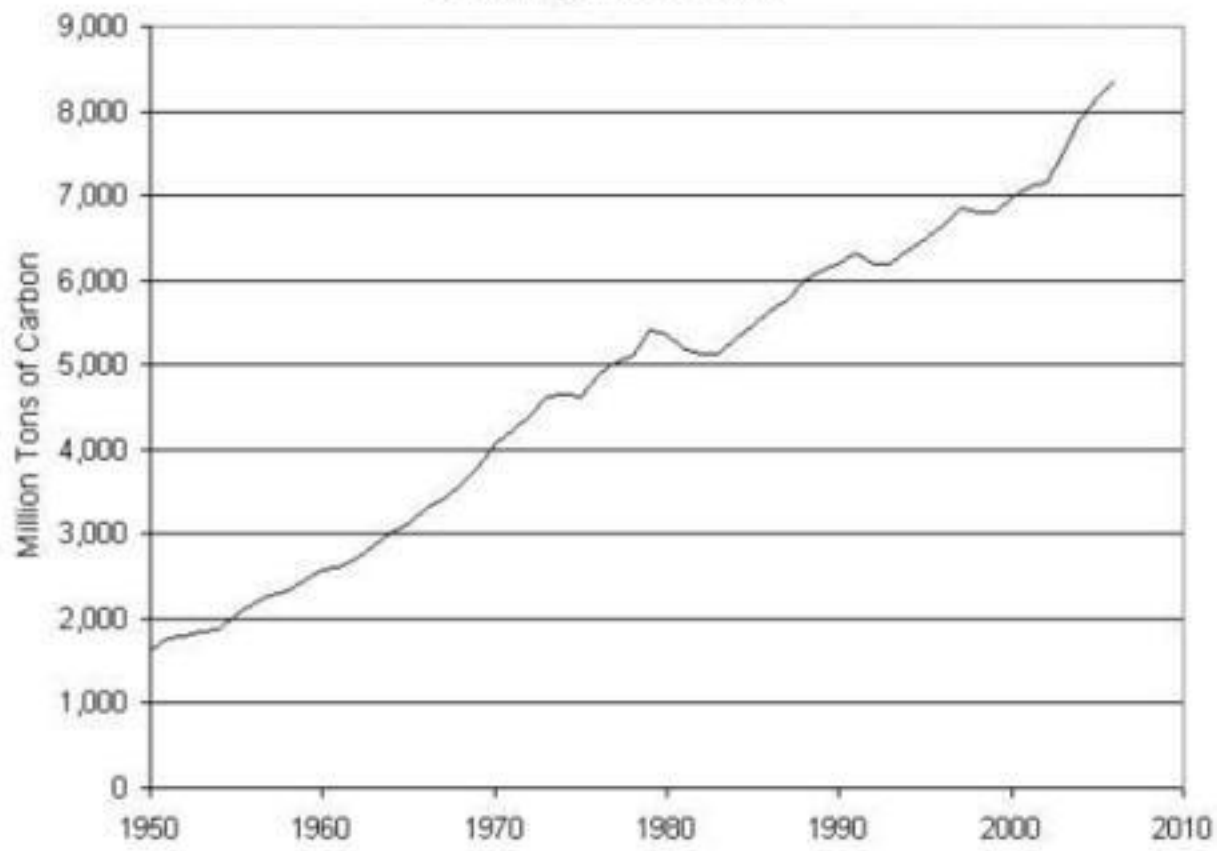




The Ice Bomb

Ce qui s'appelle « prendre les choses au sérieux ! »

Global Carbon Dioxide Emissions from Fossil Fuel Burning, 1950-2006



Source: CDIAC, BP

Effondrement ?

Dépassement / effondrement : un scénario bien connu des biologistes



Cerf-Mulet

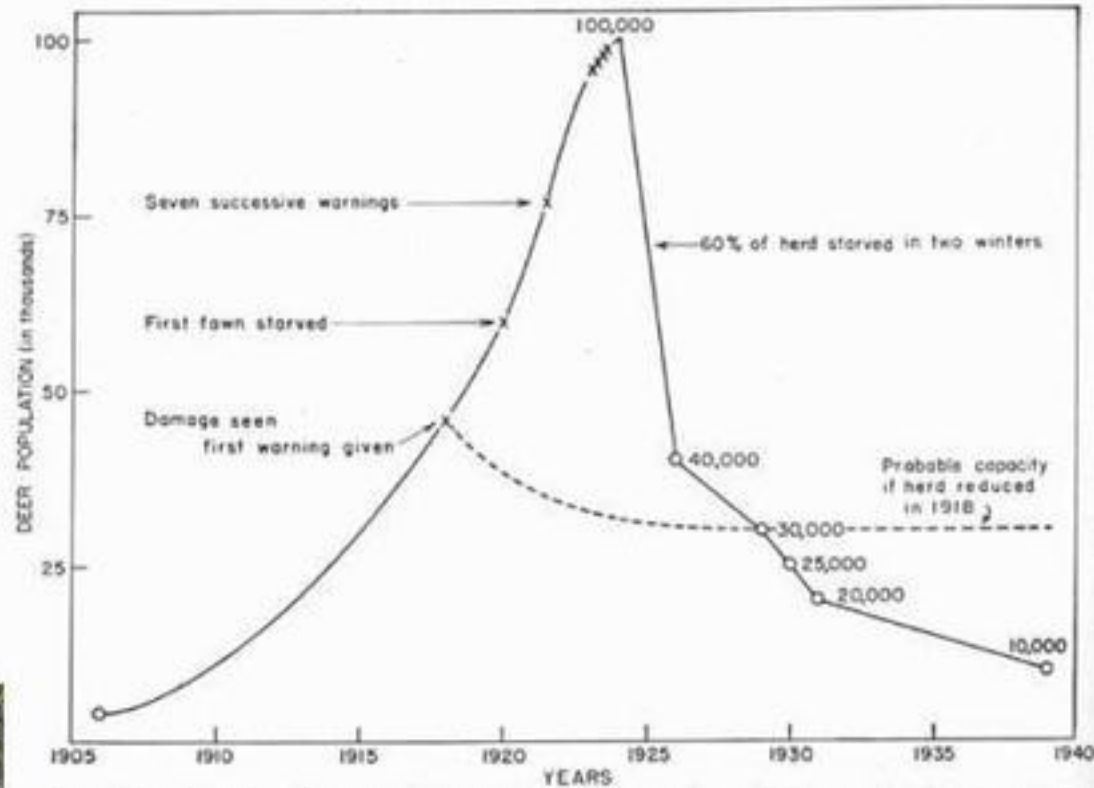


Fig. 252. The effect of removal of predators on populations of deer on the Kaibab plateau in Arizona (727,000 acres). Six hundred pumas were removed in 1907-1917, 74 in 1918-1923, and 142 in 1924-1939. Eleven wolves were removed in 1907-1923 and were exterminated by 1926. Three thousand coyotes were removed in 1907-1923 and 4388 in 1923-1939. (Redrawn from Leopold.)



Plateau du Kaibab



Puma



Loup

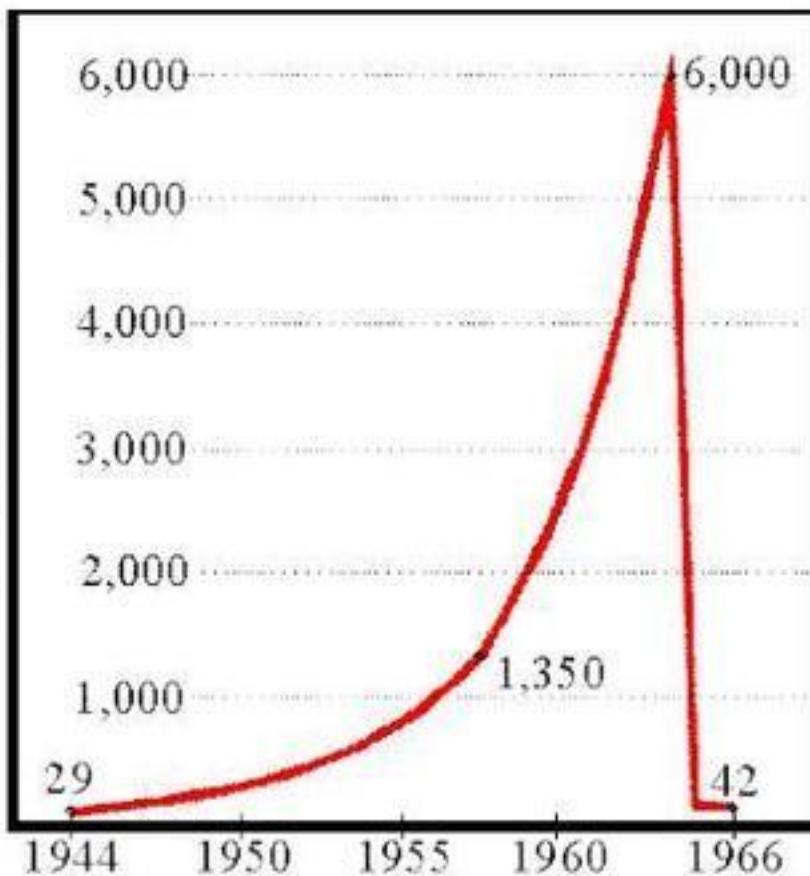


Coyotte

Les rennes de l'île de Saint-Mathieu

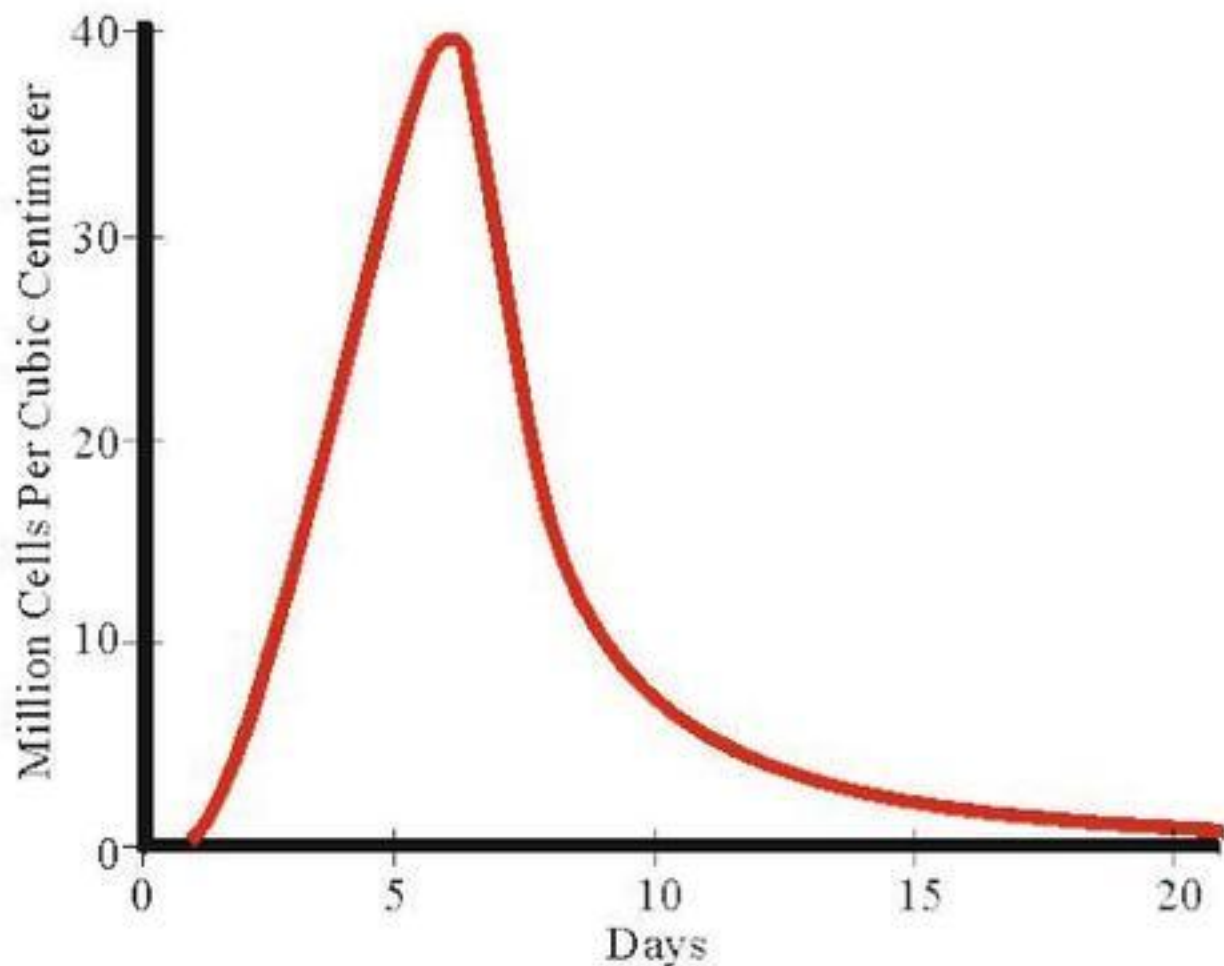


POPULATION SIZE



Assumed population of the St. Matthew Island reindeer Herd. Actual counts are indicated on the population curve.

Source : THE INTRODUCTION, INCREASE, AND CRASH OF REINDEER ON ST. MATTHEW ISLAND By David R. Klein Alaska Cooperative Wildlife Research Unit, University of Alaska, College



Evolution de la densité de levures dans une solution à 10% de sucres

(source : David Price, "Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies", Volume 16, Number 4, March 1995, pp. 301-19, 1995)

Ecocides



Ile de Pâques



Mayas



Indiens Anasazis

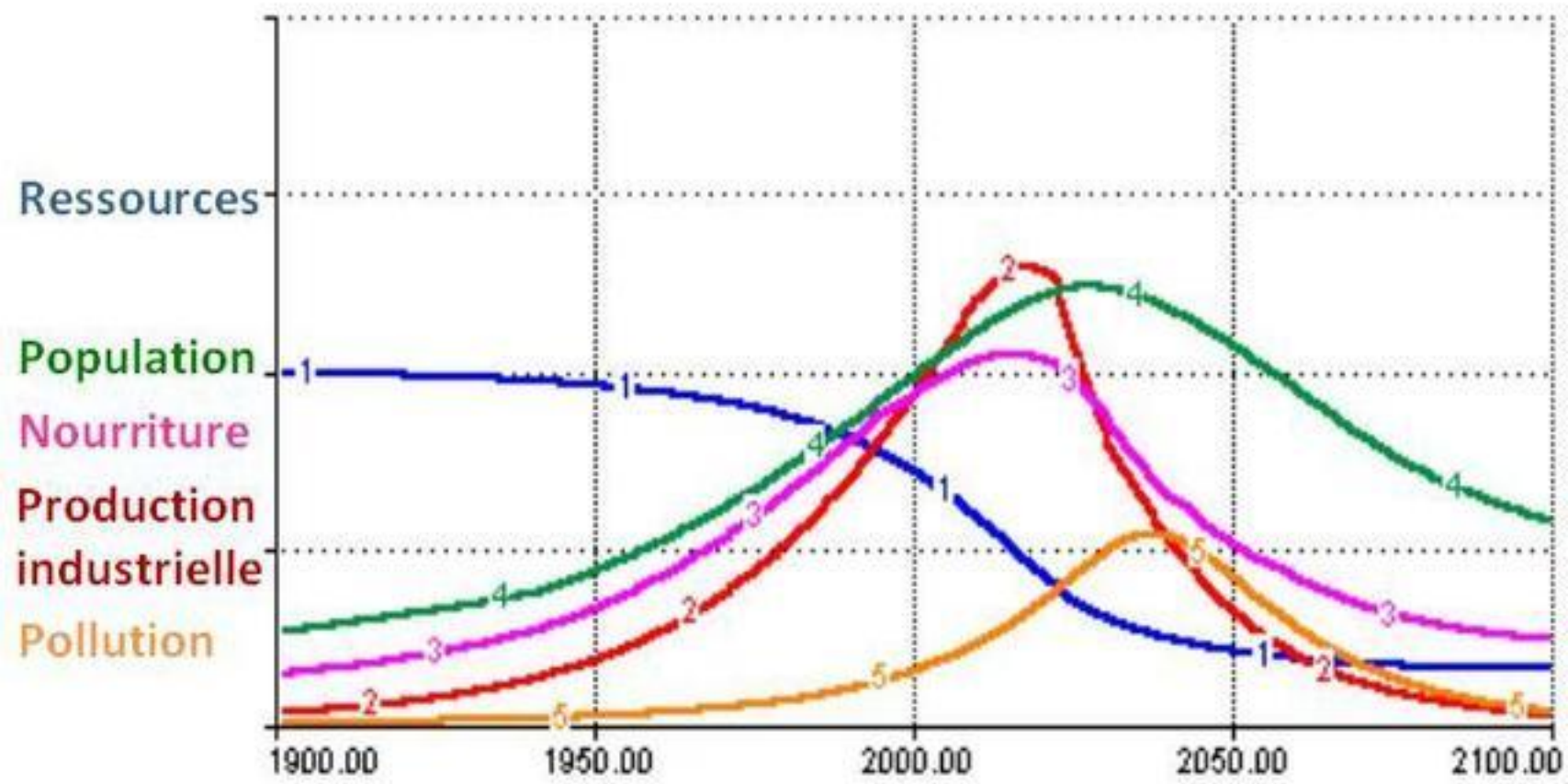
Mais aussi :

- Vikings (Groenland)
- Empire Khmer d'Ankor Vat (Extrême Orient)
- Grèce mycénienne des Achéens (Europe)
- Crète minoenne
- Harrapan de la vallée de l'Indus (Inde)
- Sumériens
- ...

Scénario 1

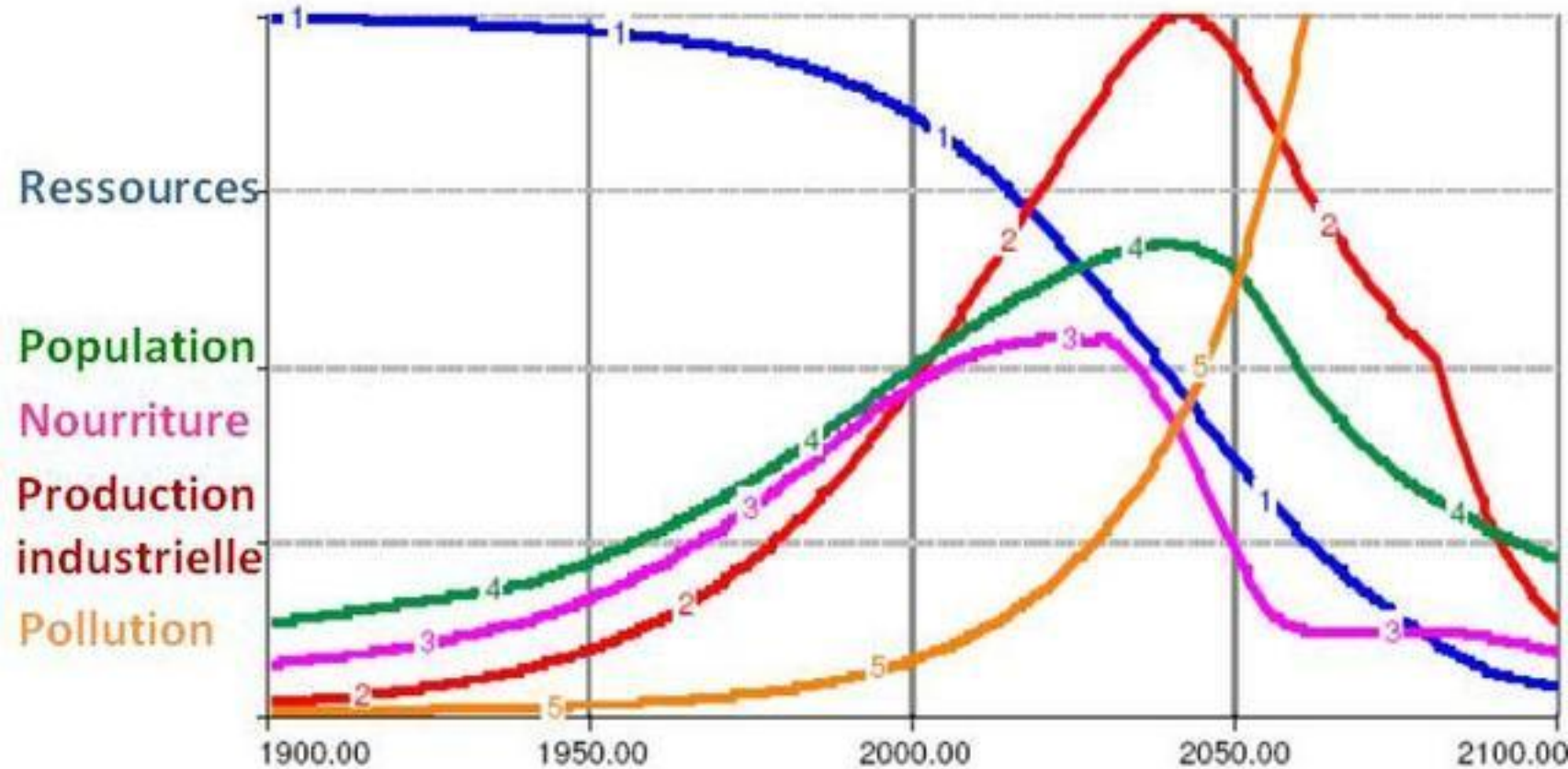
Scénario de référence

Crise de pénurie de ressources non renouvelables



Scénario 2

Ressources non renouvelables abondantes
Crise de pollution globale



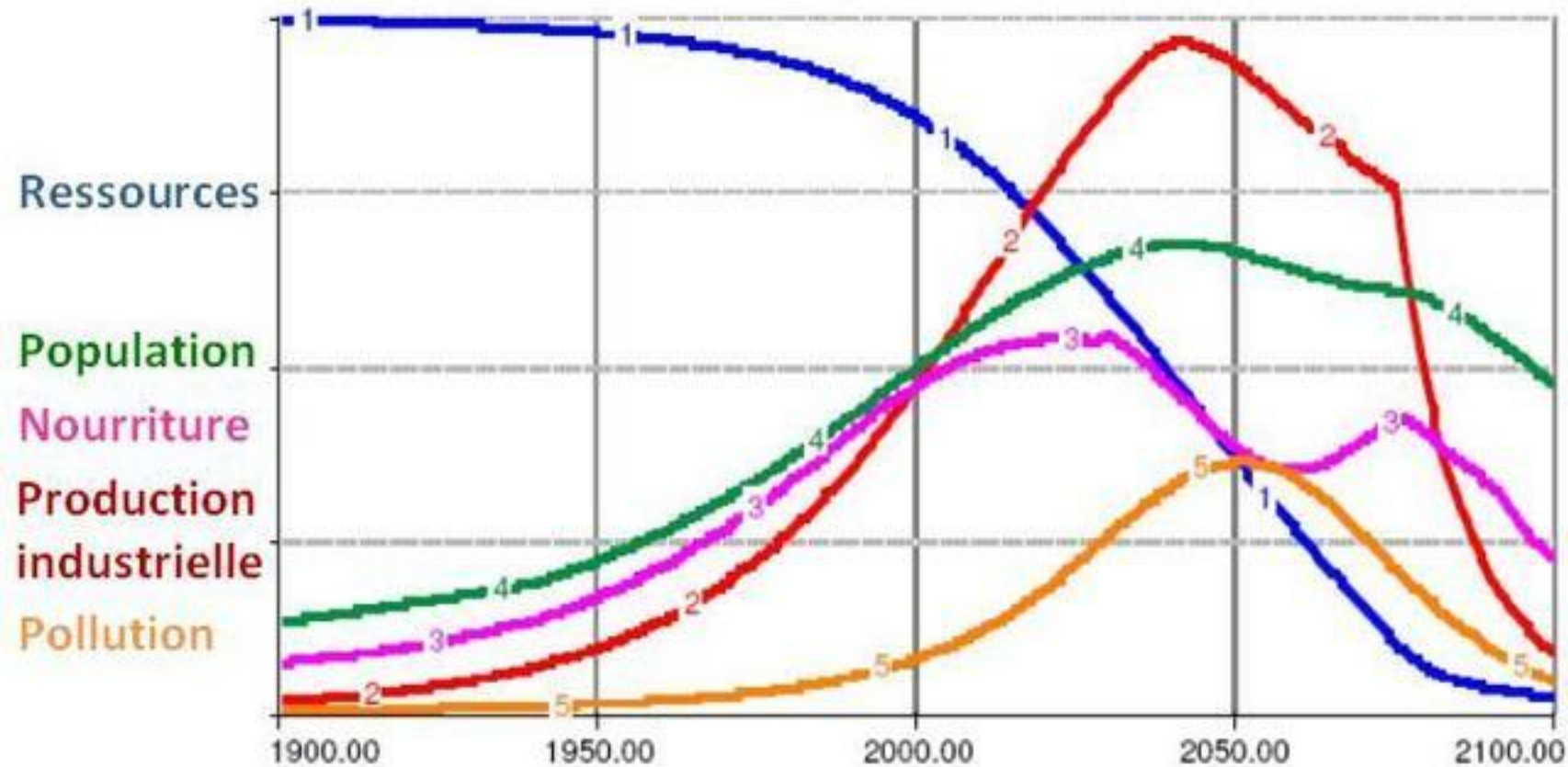
Scénario 3

Ressources non renouvelables abondantes

+

Développement de technologies de contrôle de la pollution

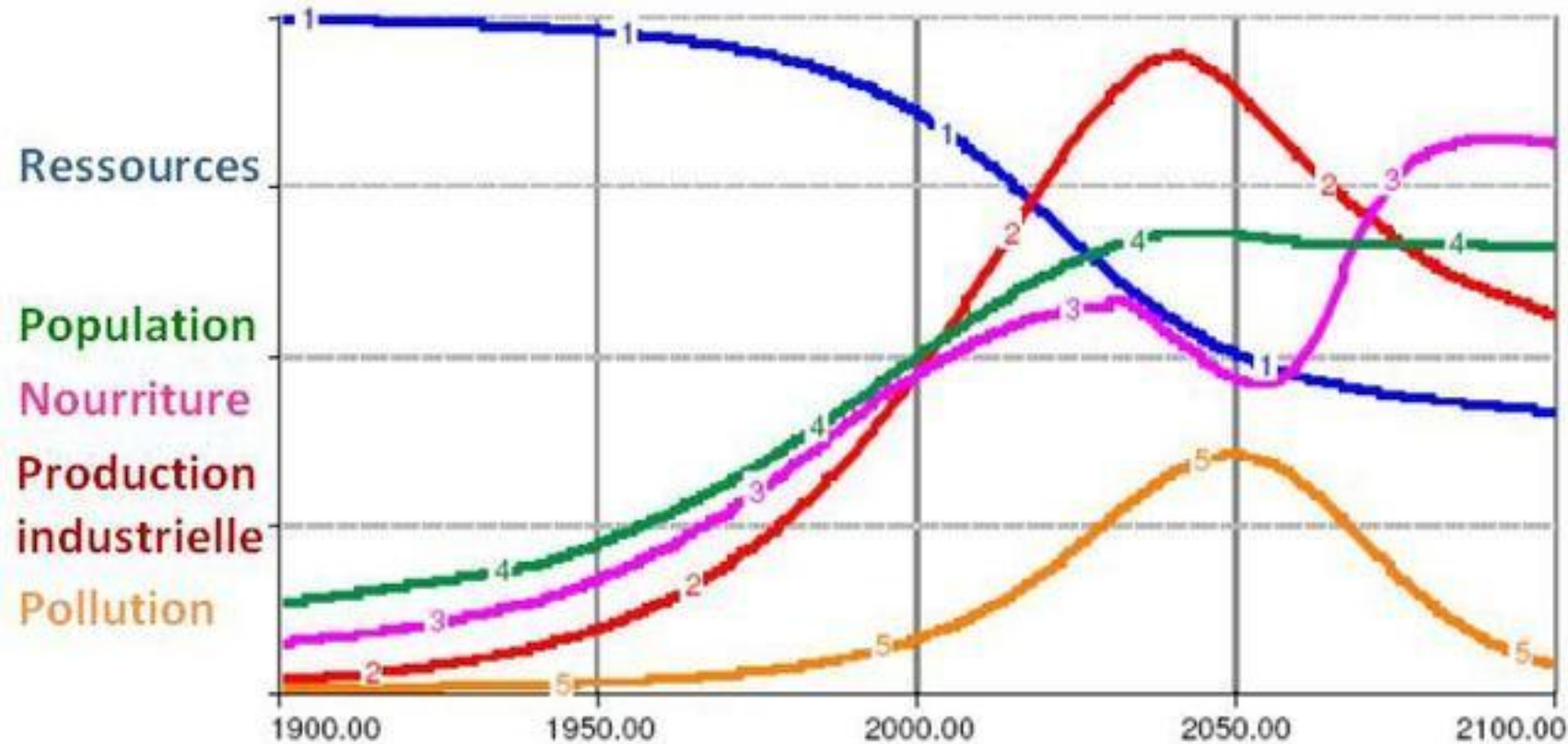
Crise alimentaire



Scénario 6

Ressources non renouvelables abondantes +
Développement de technologies de contrôle de la pollution, d'amélioration
des rendements agricoles, de protection des sols, et d'efficacité d'utilisation
des ressources

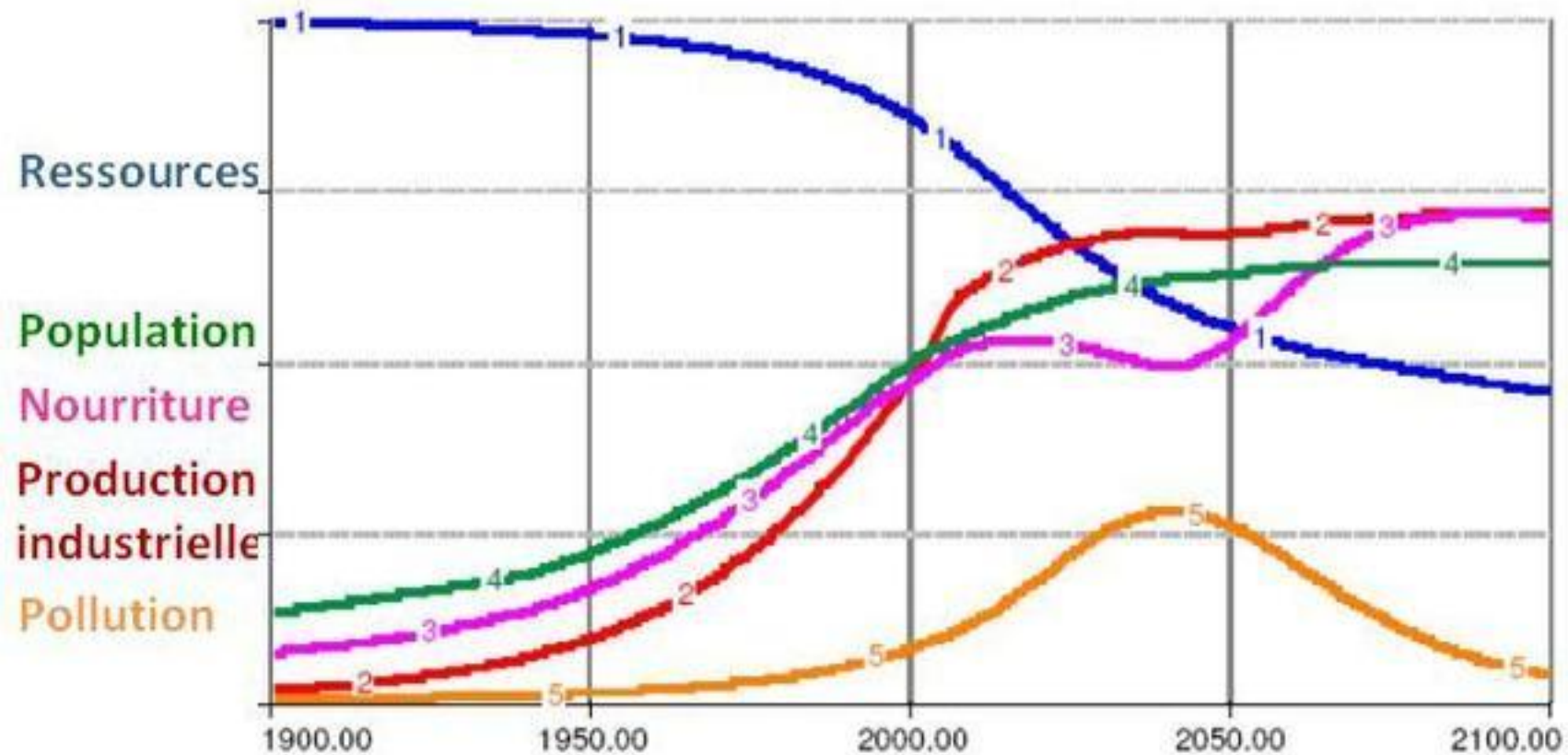
Crise des coûts des technologies développées



Scénario 9

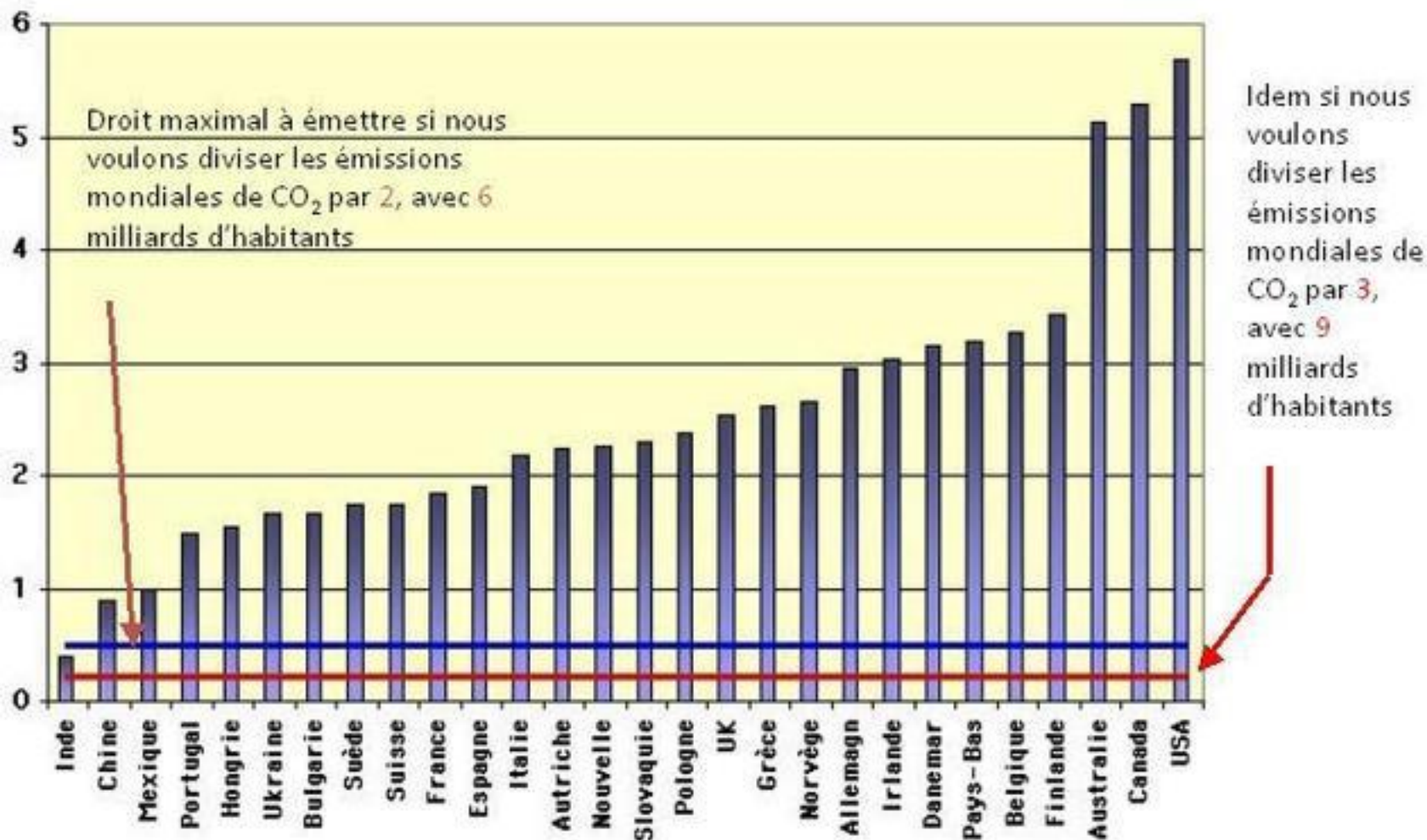
Politique de contrôle des naissances, de limitation de la production industrielle, développement de technologies de contrôle de la pollution, d'amélioration des rendements agricoles, de protection des sols, et d'efficacité d'utilisation des ressources

Transition vers un modèle soutenable



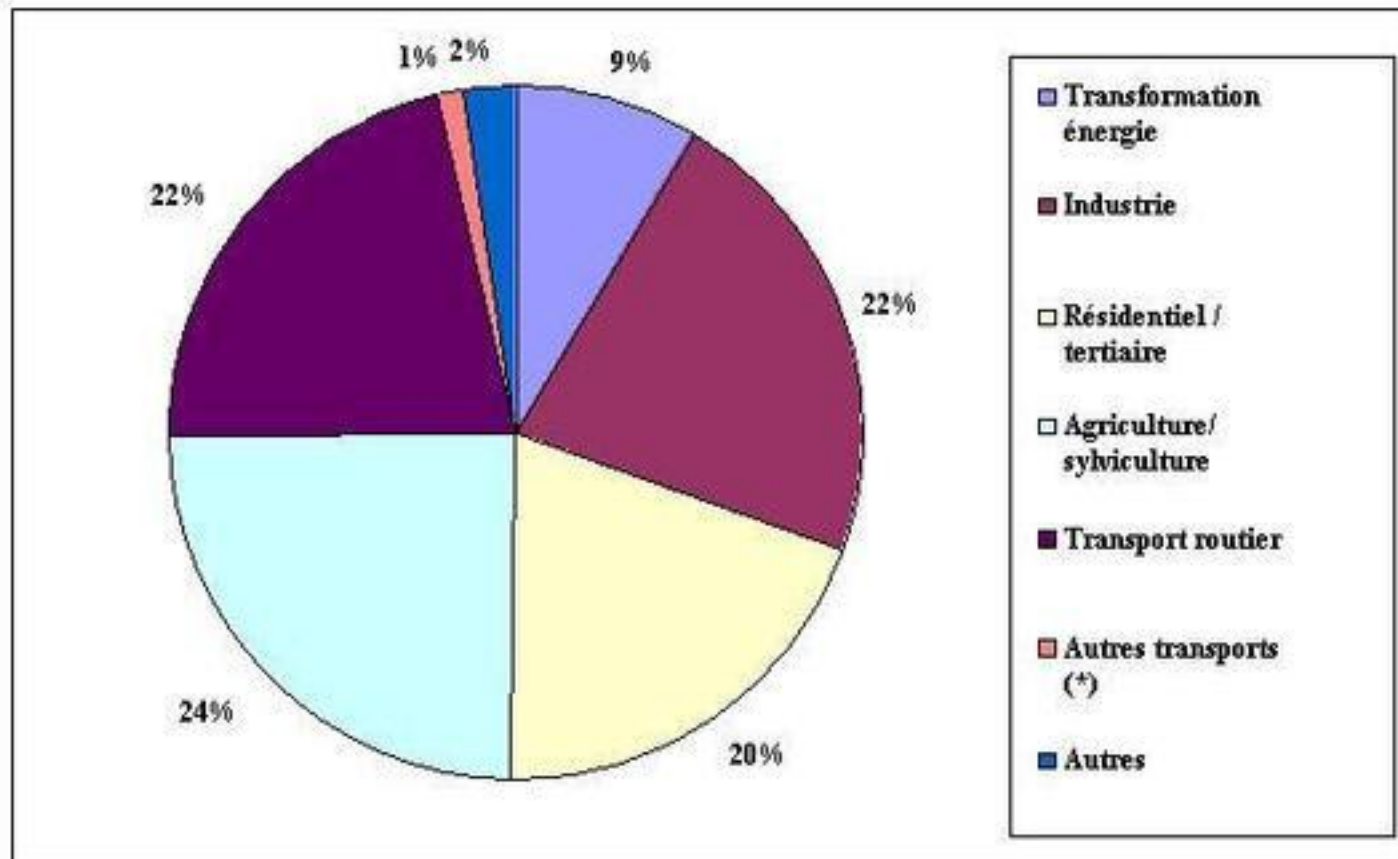
Back from beyond the limits ?

Où est le développement durable ?



Émissions de CO₂ par habitant en 1998 et « droits maximaux à émettre sans perturber le climat ». Source UNFCCC pour les émissions par habitant.

Avec quoi émettons nous des gaz à effet de serre en France ?



Répartition des émissions **brutes** françaises 2001 (tous gaz à effet de serre pris en compte) par secteur (source CITEPA)

(*) hors transports maritimes et aériens internationaux

Au restaurant « Le bon développement durable », plat unique :

En l'état actuel des technologies, pour émettre ce « droit » il suffit de faire **l'une des choses suivantes** :

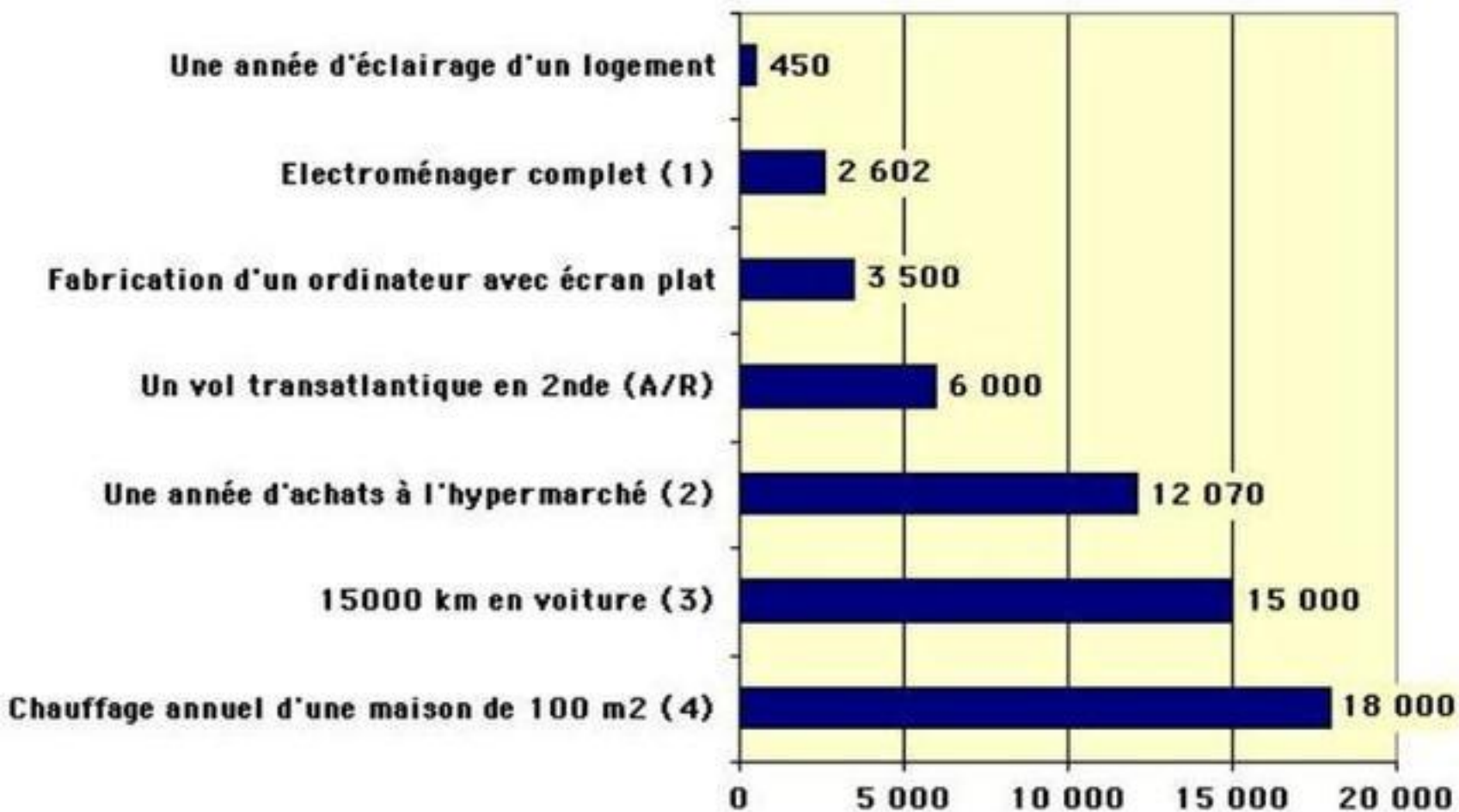
- faire un AR Paris-NY en avion,
- **ou** consommer 2.500 kWh d'électricité en Grande Bretagne, mais 22.000 kWh en France (consommation moyenne par Français : environ 7500 kWh),
- **ou** acheter 50 à 500 kg de produits manufacturés,
- **ou** produire 2 tonnes de ciment (une maison moderne de 100 m² en nécessite 10),
- **ou** parcourir 6.000 km en 6cv en zone urbaine, (2 à 3x moins en 4x4),
- **ou** brûler 10 000 kWh de gaz naturel (quelques mois de chauffage d'une maison).

Mais c'est bien sûr !

(quelques fausses solutions)

Les ampoules basse consommation...

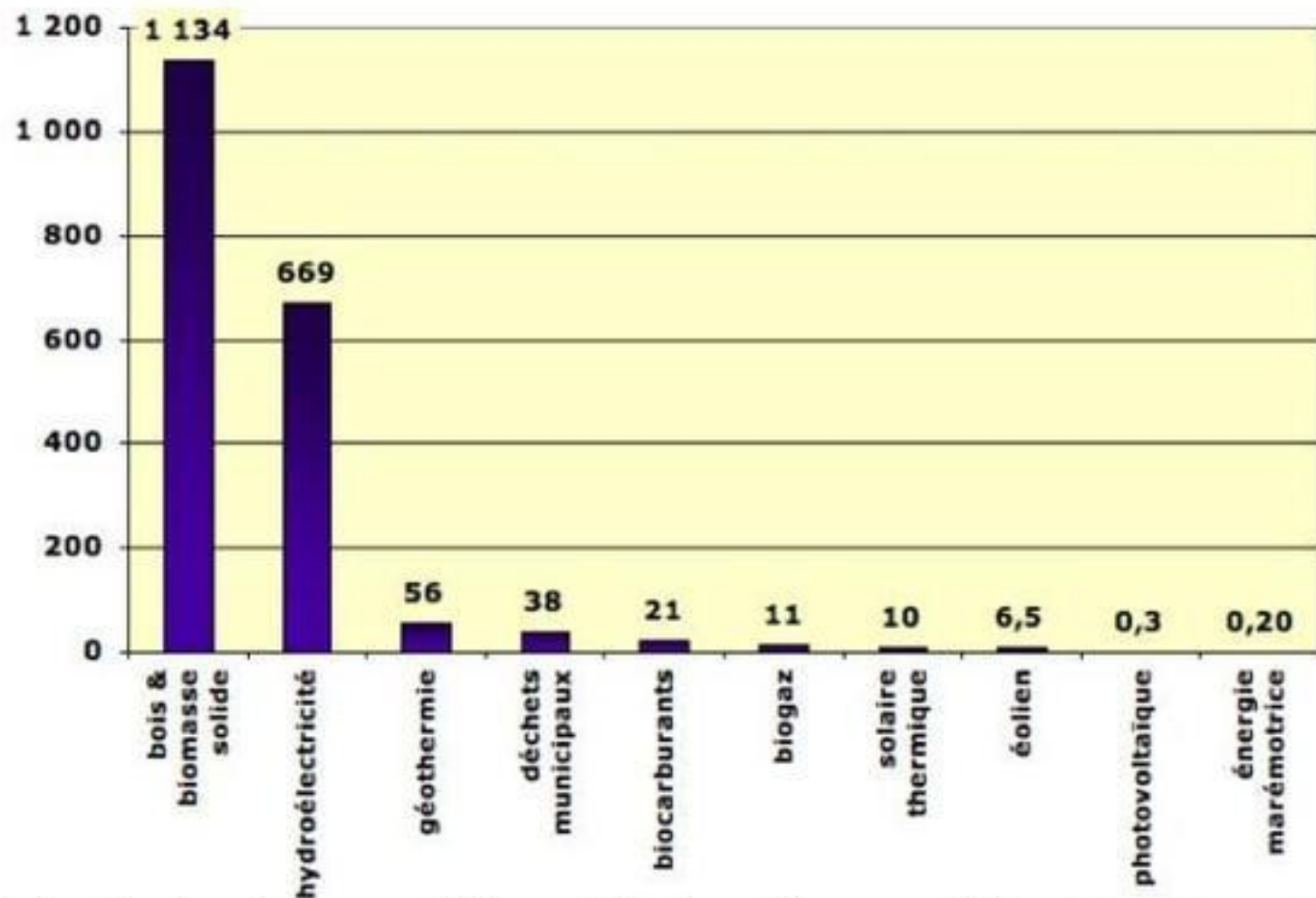
(ou comment confondre 1 et 1000)



Quelques consommations annuelles par usage en kWh. Calculs JM Jancovici

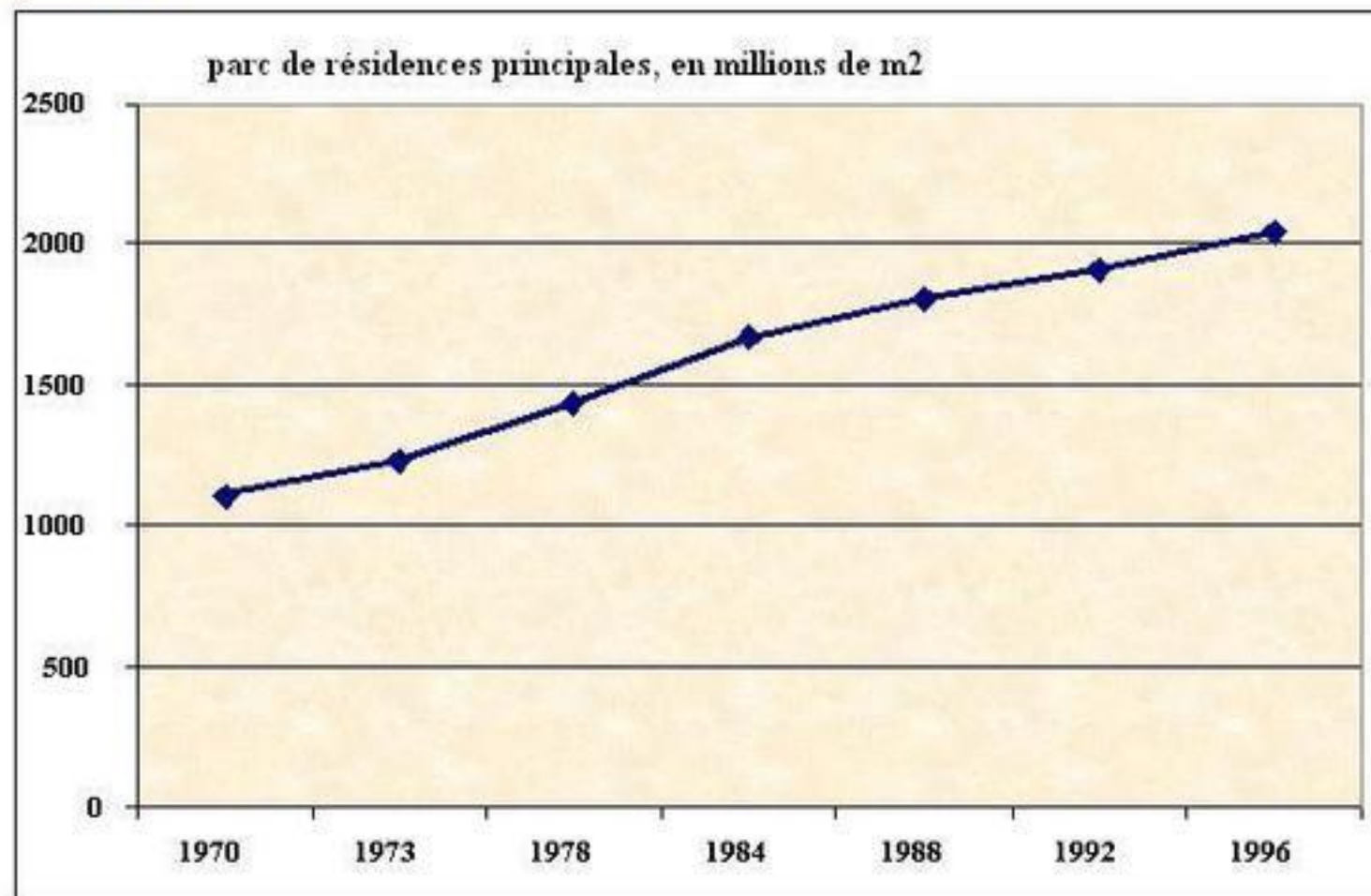
Les renouvelables : plus on parle, moins elles le méritent !

(ou comment confondre 1 et 1000)



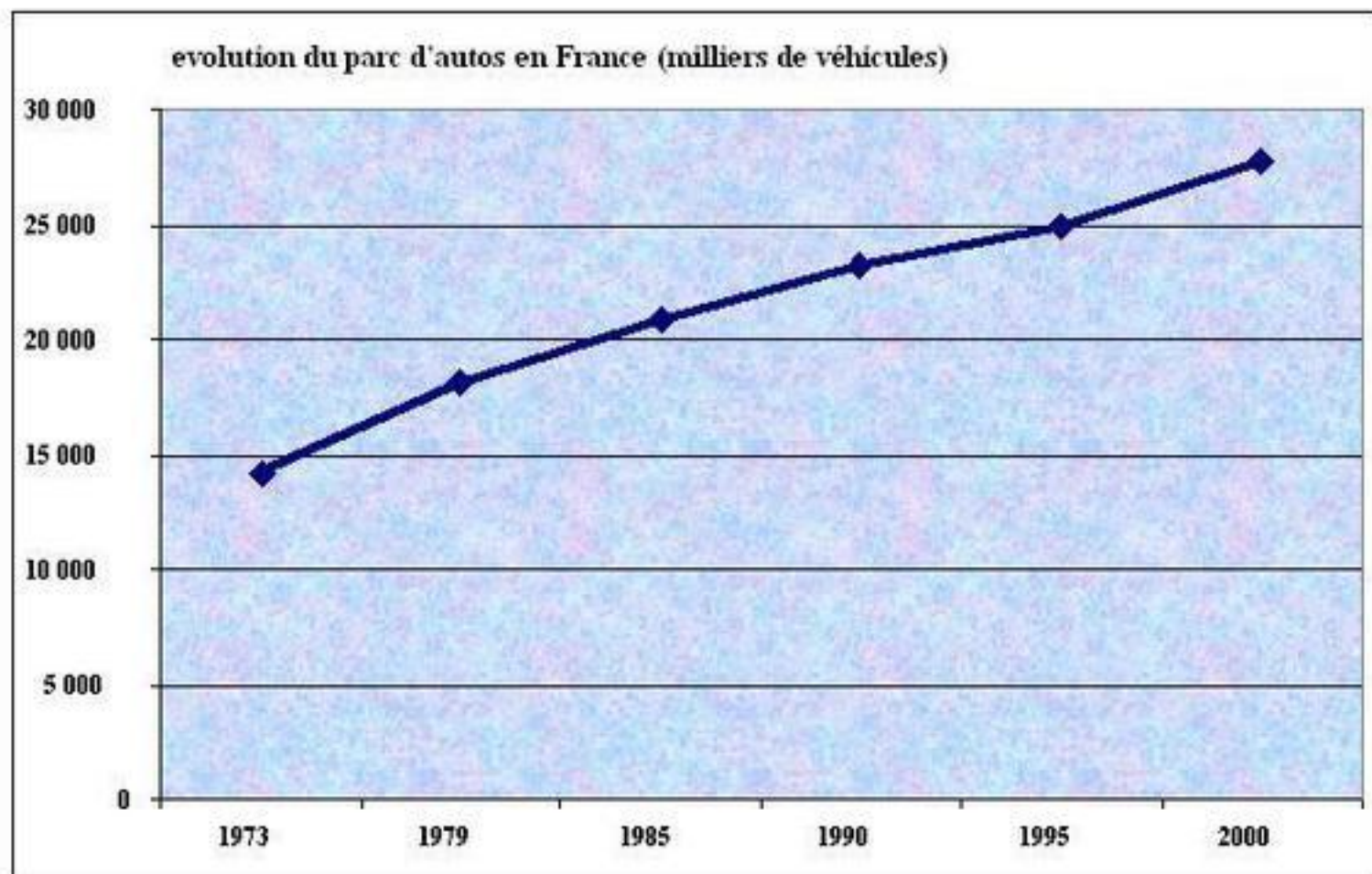
Contribution des énergies renouvelables au bilan énergétique mondial, en Mtep. Source AIE, 2001

sauvés par la technologie ? Les effets parcs annulent les gains unitaires



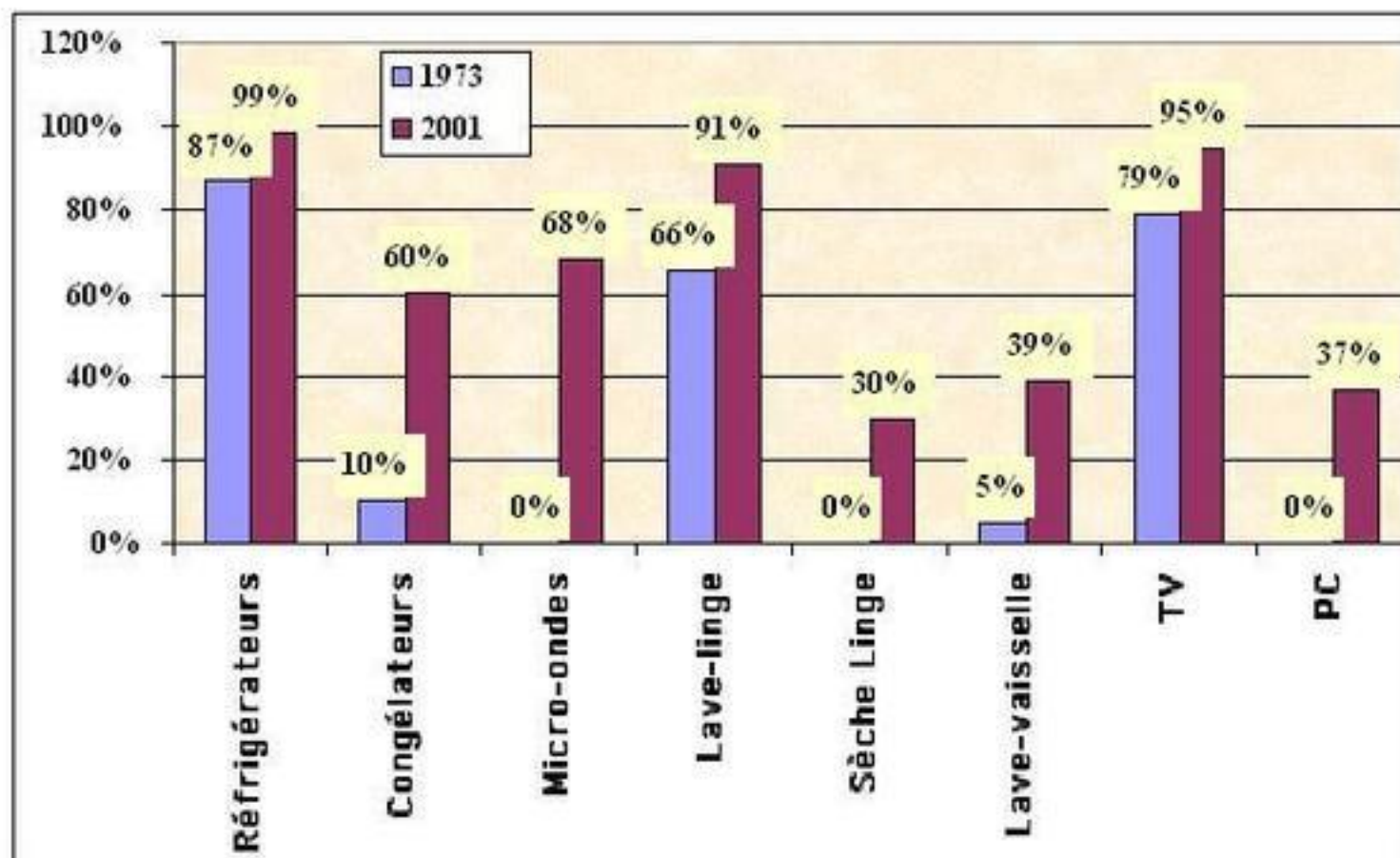
Evolution de la surface construite (donc chauffée) en France entre 1970 et 1996.
Source CIPP, 1998, et INSEE, in Traisnel, 2000

Sauvés par la technologie ? Les effets parcs annulent les gains unitaires



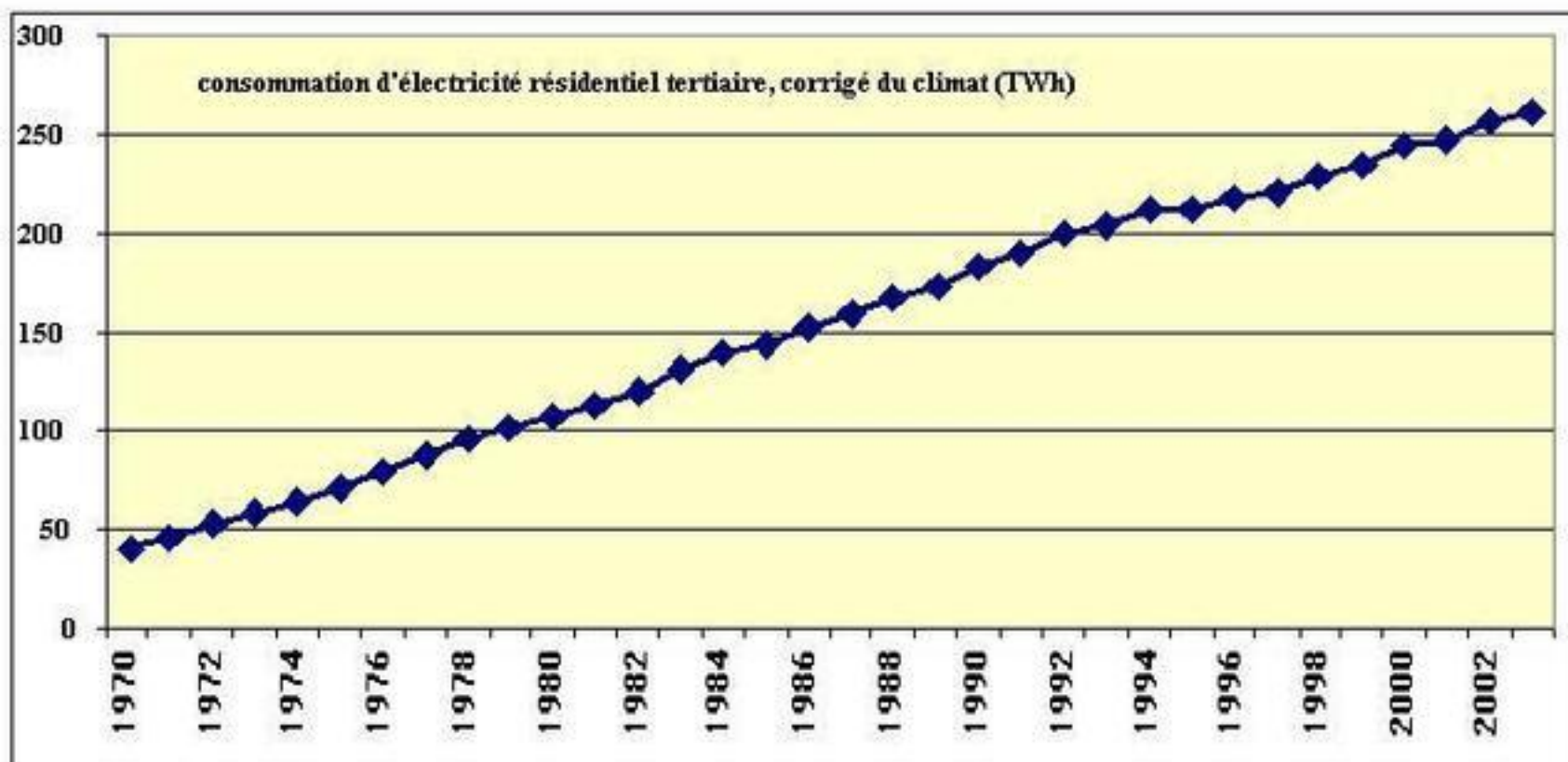
Le parc auto a quasiment doublé entre 1973 et 2000, malgré 3 chocs pétroliers. Source observatoire de l'énergie

Salvées par la technologie ? Les effets parts annulés les gains unitaires



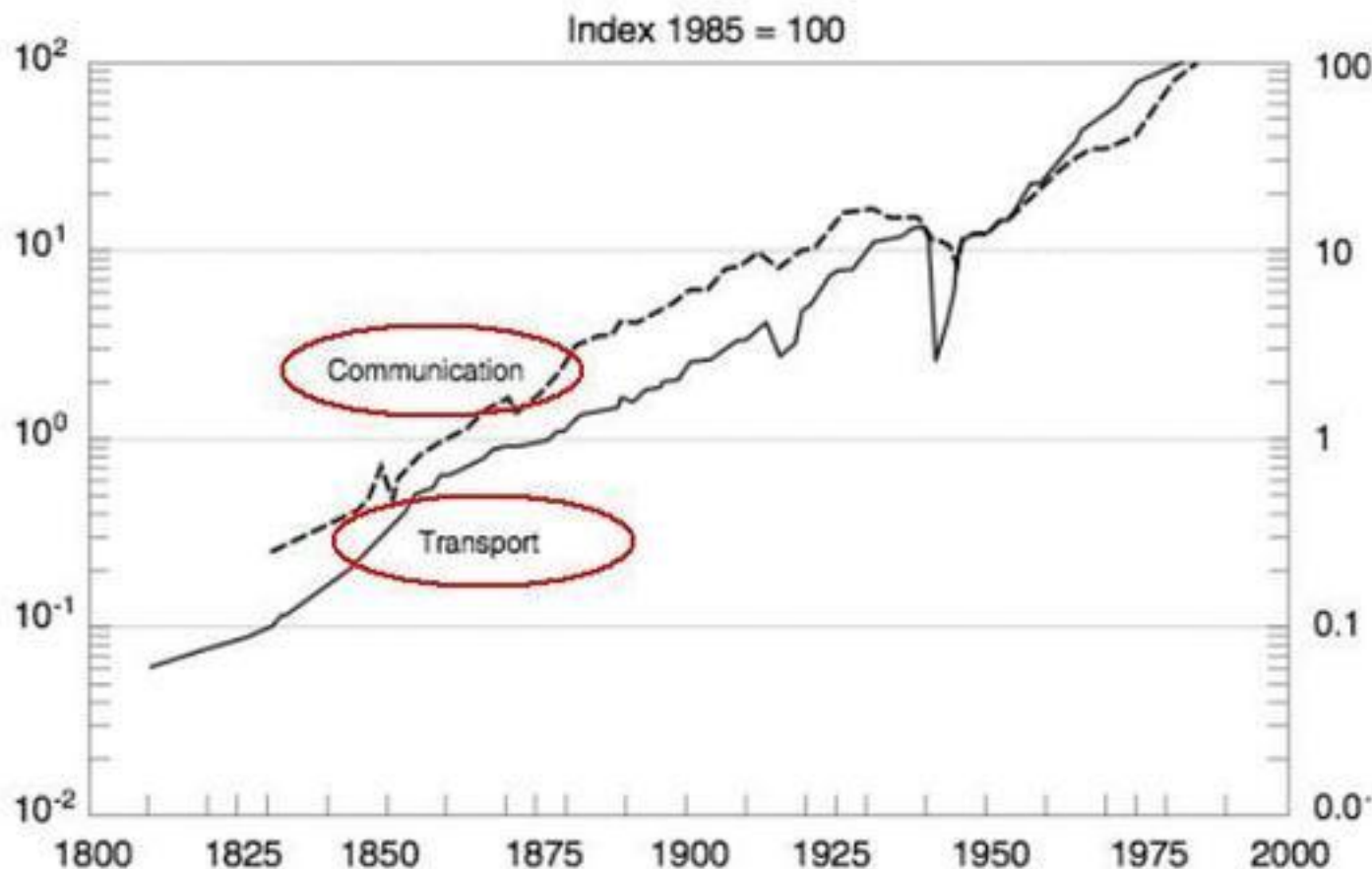
Evolution des taux d'équipement des ménages français. Source Observatoire de l'Energie.

Malgré tous les progrès technologiques déjà réalisés, la consommation ne diminue pas du tout !



La consommation d'électricité dans les bâtiments en France (le chauffage ne fait que 70 TWh) croit fortement. Source Observatoire de l'Énergie.

Dématérialiser ?

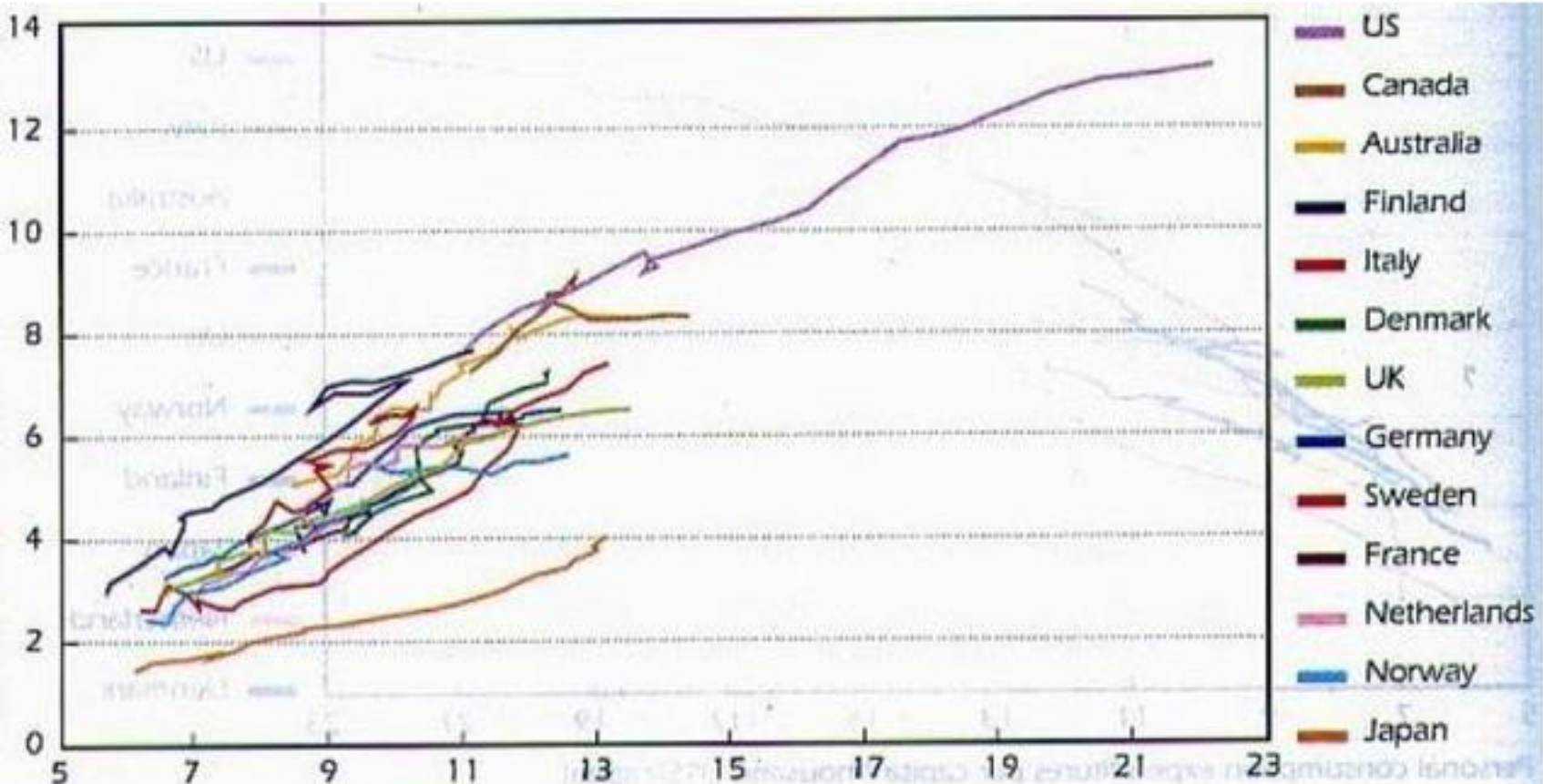


(source : Arnulf GRÜBLER, the Rise and Fall of Infrastructures, 1990)

Un employé du tertiaire en 2004 consomme presque autant d'énergie, pour son seul travail, qu'un Français de 1960 pour tous ses usages

Rouler moins ?

1000 km en voiture



PIB par tête

1970 -> 2000

Sauvés par les impôts?

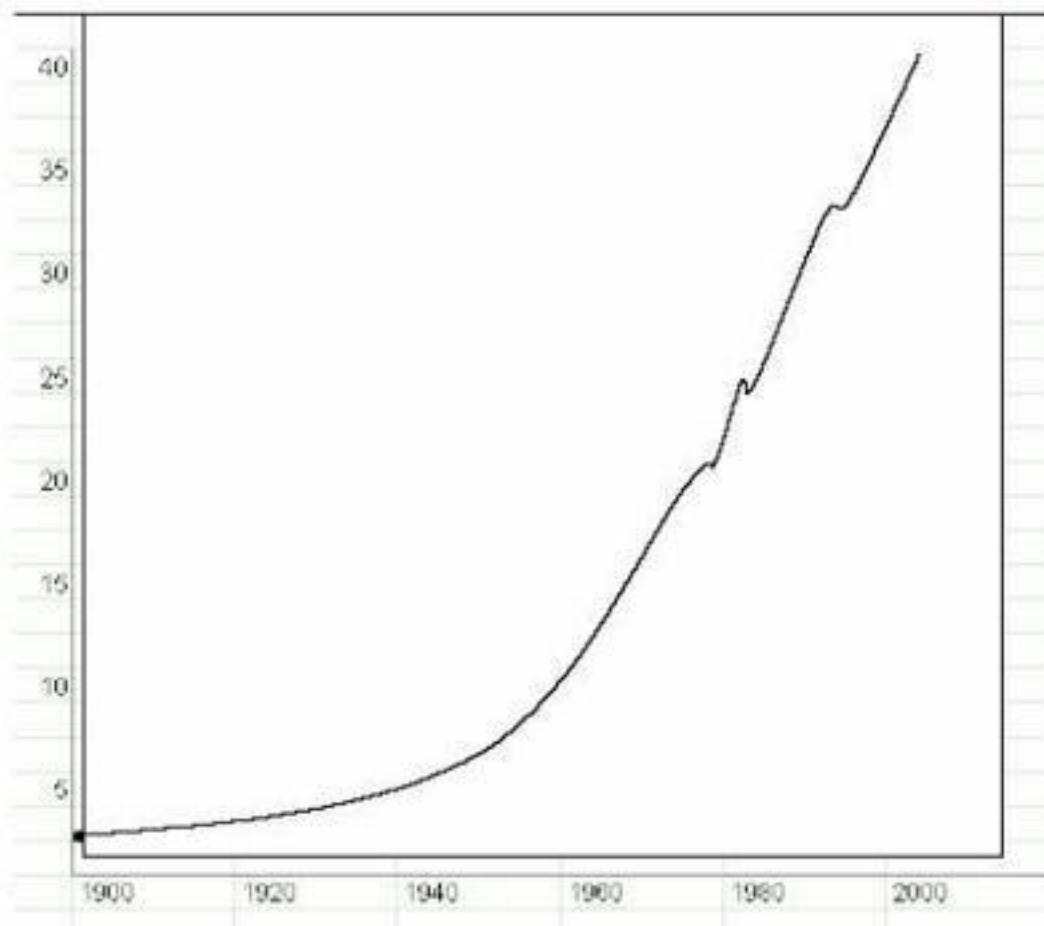
Polluer coûte... de moins en moins cher !



Prix du pétrole en \$ constants (de 2004) depuis 1861

- Prix rapporté au pouvoir d'achat a **baissé** (sur la même période) **d'un facteur 5 à 10** en Occident
- Prix des services énergétiques ont **baissé d'un facteur 30**

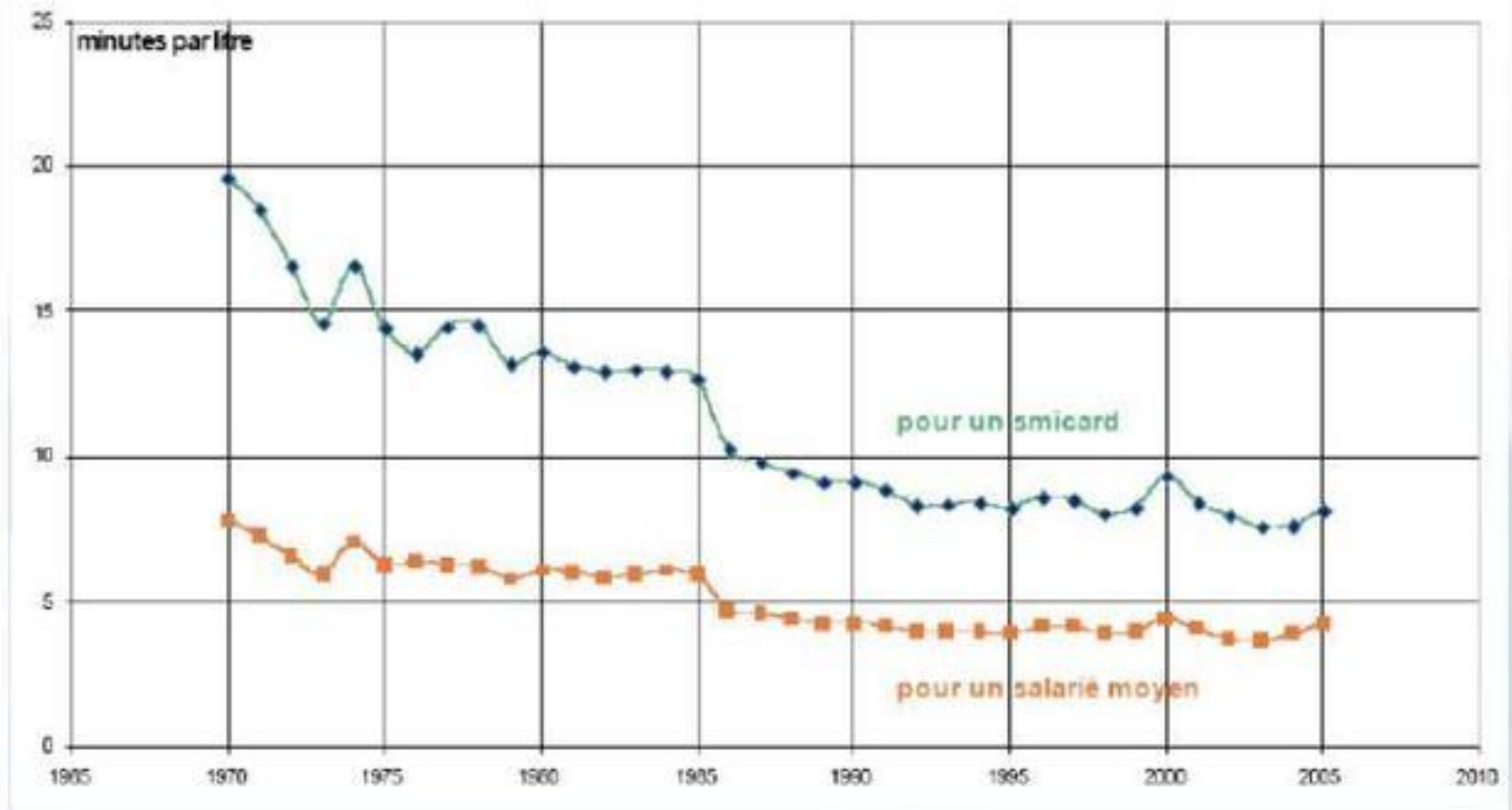
(car pendant ce temps-là, rappelons-nous, le PIB a fait ça)



Reconstitution approximative de l'évolution du PIB mondial de 1900 à 2000 (le PIB date de l'après-guerre), en dollars de 1990 : la valeur économique de la production humaine a été multipliée par 20 environ.

Source : Maddison, 1995

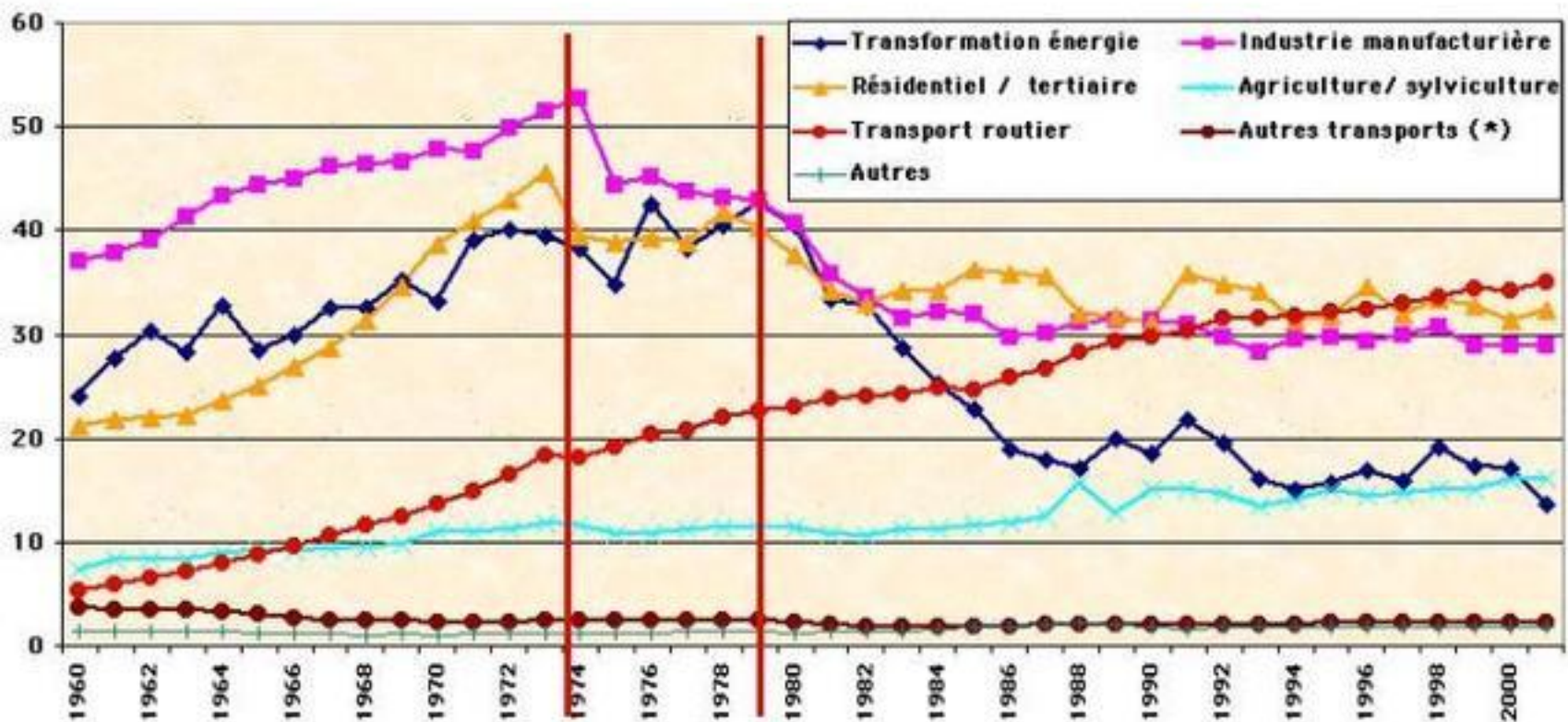
Rouler coûte... de moins en moins cher ! (2 à 3 fois moins cher en 2005 qu'en 1970 !)



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

Source FNAUT, 2007

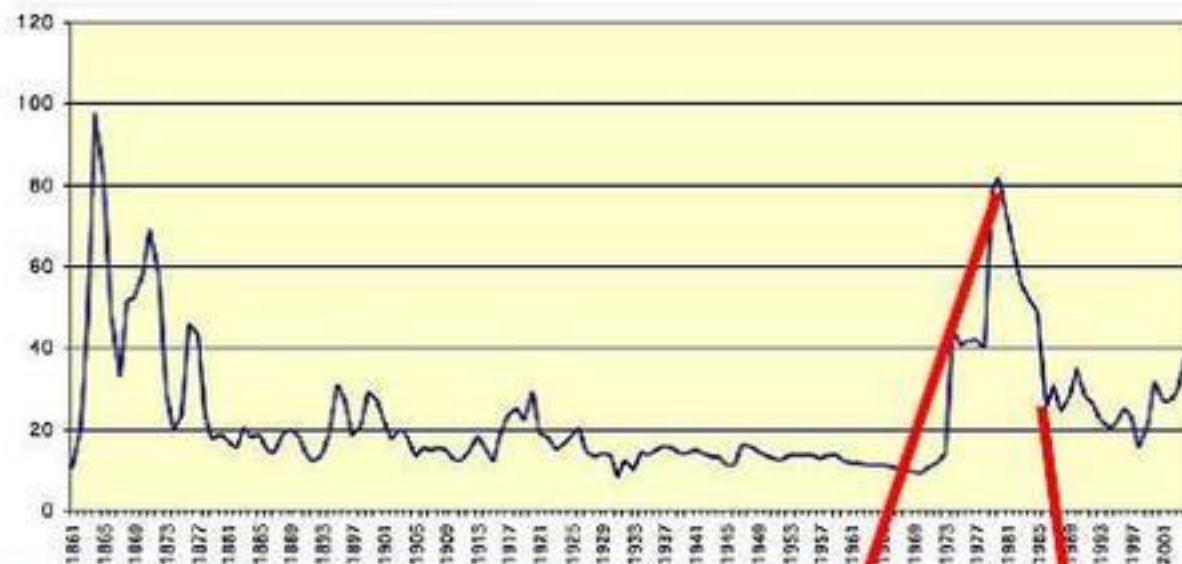
Enfin quelque chose qui marche !



Emissions de CO2 par secteur entre 1960 et 2002 en France. L'effet des chocs pétroliers est très variable selon le secteur

Source CITEPA, format SECTEN, 2002

La morale c'est bien, mais le prix, c'est mieux !



Prix du pétrole en \$ constants (de 2004) depuis 1861.
Source BP Statistical Review, juin 2005

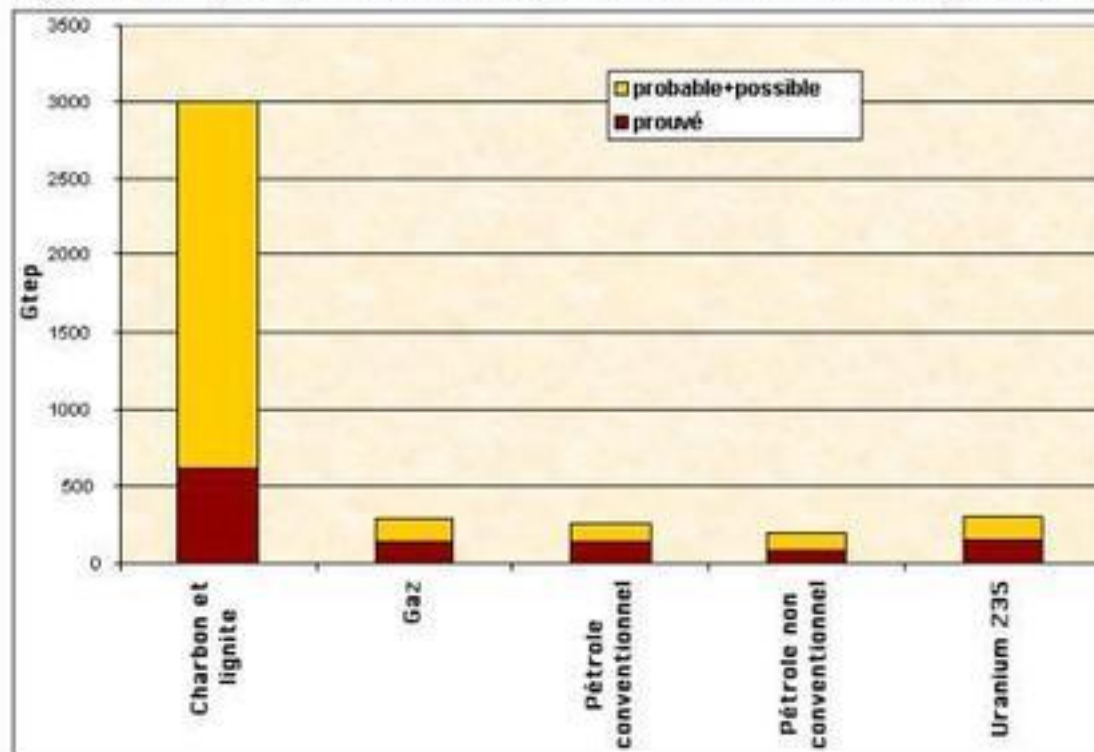
Consommation aux 100 km des voitures neuves vendues dans divers pays de l'OCDE.

Source GIEC



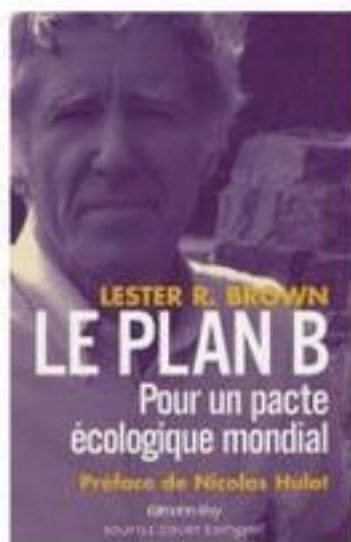
Le vrai drame : trop de pétrole, trop de gaz, et surtout beaucoup trop de charbon !

Réserves prouvées, probables, et possibles d'énergie fossile dans le monde (source BGR)



La solution pour éviter un cataclysme climatique ? (dixit Nicolas Stern)

- **laisser le charbon sous terre lorsque nous n'aurons plus de pétrole...**
- ... et avant que les conséquences graves du changement climatique ne soient perceptibles... car après il sera trop tard



Association Avenir Climatique : www.avenirclimatique.org

Bilan Carbone Personnel : www.bilancarbonepersonnel.org

Opération Carbone Lycées : www.avenirclimatique.org/lycees

Bilan Carbone Campus : www.bilancarbonecampus.org

Le site de Jean-Marc Jancovici : www.manicore.com

Alternative planétaire : <http://www.alternativeplanetaire.com/>