

Conférence-débat du 13 avril 2005 à Strasbourg (Schiltigheim) organisé par le conseil général, la chambre d'agriculture du Bas-Rhin, l'ADEME et le Crédit Mutuel sur les énergies renouvelables: une alternative au pétrole?

Energie et agriculture: tout a un pic

Jean Laherrere jean.laherrere@wanadoo.fr

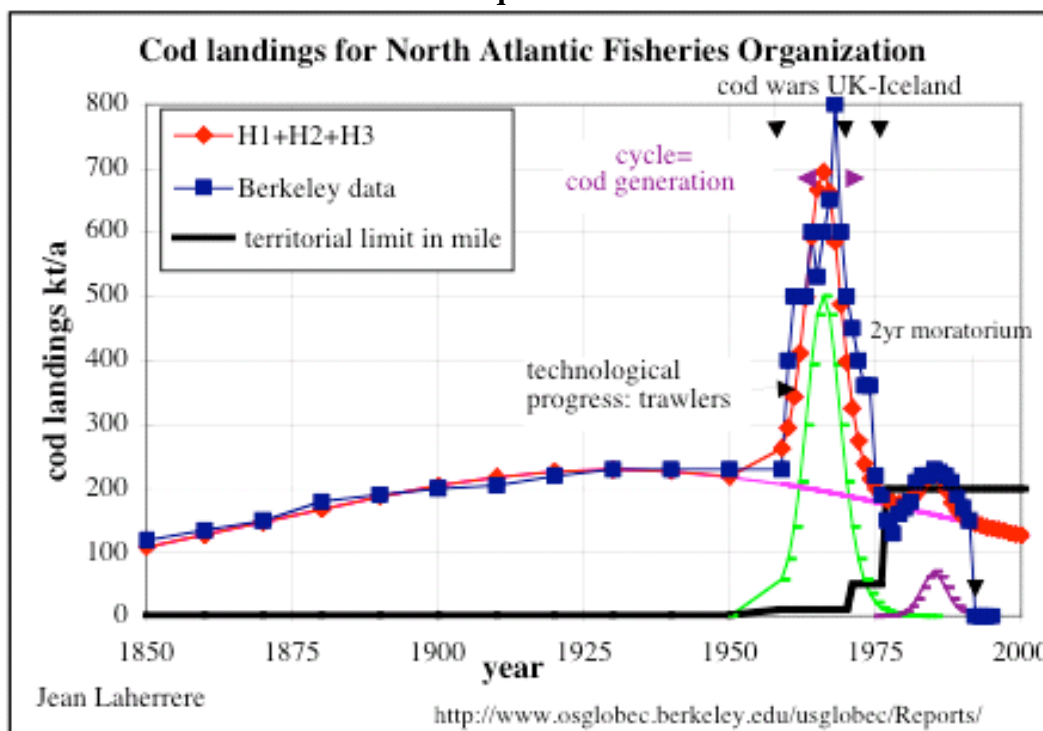
ASPO (Association for the study of the peak oil and gas)

-Faits de base

- un graphique vaut mille mots
 - une croissance constante n'a pas d'avenir dans un monde fini
 - la croissance est le Père Noël des politiciens, qui sont jugés sur ce critère
 - tout ce qui monte redescend
 - tout ce qui naît, grandit, culmine, décline et meurt:
- il n'y aura pas d'exception: Soleil, Terre, Homo Sapiens
- tout phénomène naturel a donc un pic, ou plusieurs
 - un cycle qui disparaît est remplacé par un nouveau cycle
 - il est facile de modéliser un événement naturel avec une série de cycles

La prise des morues en Nord Atlantique (Terre-Neuve) a permis la conquête de l'Amérique du Nord et a nourri l'Europe pendant des siècles, elle peut être modélisée facilement avec trois cycles: pêche traditionnelle à la ligne, technologie avec les chaluts et usine flottante, quotas et arrêt temporaire, puis définitif de la pêche. La technologie et une mauvaise estimation des ressources ont tué la morue au Canada.

Figure 1: Prises de morue en Nord Atlantique 1850-2000



Toutes les prévisions officielles sont basées sur des scénarios ciblés politiquement (population NU = égalité du taux de fécondité, énergie USDOE & AIE = croissance économique constante, climat GIEC = période actuelle anormale), sans considération des réalités actuelles et du passé.

-Définitions

-les mots tels que: énergie, pétrole, réserves, ressources, conventionnel, raisonnable, durable, soutenable, dangereux sont **mal définis afin de permettre toutes les ambiguïtés**
-la production de pétrole peut être en 2004 soit 66 Mb/d (« regular oil » de Campbell), soit 71 Mb/d (brut hors extra-lourd), soit 73 Mb/d (brut), soit 83 Mb/d (liquides), ou peut être en Mt/a
Il y a consensus pour ne pas avoir de consensus sur les définitions.

-Politique et confidentialité

Le pétrole (le sous-sol) appartient à l'Etat dans tous les pays du monde, sauf aux US à terre où il appartient aux propriétaires du sol.

Les données de réserves par champs sont confidentielles dans la plupart des pays, surtout le Moyen-Orient, ex-URSS, la France, mais pas la Grande-Bretagne, la Norvège et le fédéral américain qui donnent le détail actualisé par champs.

Les réserves de pétrole sont de nouveau un secret d'Etat depuis 4 ans en Russie.

Publier des données est un acte politique et dépend de l'image que l'auteur veut donner.

Paraître pauvre devant le percepteur ou riche devant le banquier ou l'actionnaire.

Les réserves sont prouvées aux US suivant les règles périmées de la SEC (Securities and Exchange Commission).

Les réserves sont grossièrement exagérées en ex-URSS.

Les réserves sont prouvées plus probables dans le reste du monde.

Les réserves des pays de l'OPEP, qui déterminent les quotas, ont augmenté de 300 Gb de 1985 à 1990 alors que les découvertes n'ont été que de 10 Gb, par suite de la bagarre sur les quotas entre les membres de l'OPEP suite au contrechoc de 1985.

Les pays de l'OPEP trichent sur le montant de leur production, car ils ne respectent pas les quotas.

Des compagnies d'espionnage vendent très cher les données mondiales: pour la quantité de pétrole transporté sur mer: Petrologistics à Genève qui a des espions dans chaque port; pour les réserves mondiales: IHS (ex Petroconsultants) ou Wood Mackenzie WM.

-Mots politiquement incorrects

Dans notre société de consommation où tous les dirigeants sont jugés sur la croissance les mots tels que **pic, déclin, pas de croissance, incertitude**, catastrophe prévisible, non-emploi volontaire sont politiquement incorrects.

-Réserves: L'incertitude est présentée comme une certitude

Les réserves sont incertaines, mais la plupart des définitions, comme les règles de la SEC, parlent de "*certitude raisonnable*" pour l'existence des réserves (comme la FDA «Food & Drug Administration» pour l'approbation d'un nouveau produit) et refusent l'approche probabiliste à cause de l'aversion au risque des banquiers et des actionnaires.

La SEC a des règles datant de plus de 25 qui sont périmées et contraires à la pratique du reste du monde.

Une enquête mondiale pour obtenir les réserves restantes à la fin de l'année (en fait le premier janvier de l'année suivante) auprès des gouvernements est publiée par Oil & Gas Journal OGJ avant la fin de l'année, c'est-à-dire avant que toute étude technique soit faite. Elle montre l'incohérence des données officielles, avec l'absence soutenue de changement des réserves surtout pour les membres de l'OPEP car les quotas sont fonction des réserves.

Fin 2004, 83 pays sur 105 n'ont pas changé leurs chiffres de réserves de pétrole par rapport à fin 2003, comme si leur production annuelle était exactement égale aux réserves ajoutées dans l'année. C'est une farce!

Mais ces données politiques sont officielles, les seules publiées, donc utilisées par les économistes comme représentant la vérité. Toutefois les variations entre sources sont considérables pour le bilan mondial, avec des définitions différentes.

USDOE/EIA Nov. 2004 donne les **réserves prouvées mondiales à fin 2003**:

fin 2003	pétrole Gb	gaz Tcf
BP Statistical Review	1 146,387 085	6 253,636 984
Oil & Gas Journal OGJ	1 265,025 583	6 078,592
World Oil WO	1 050,691 3	6 805,829 8
Cedigaz		6 349,498 545

Donner plus de 2 chiffres significatifs pour des données pétrolières montre l'incompétence des auteurs!

L'addition des réserves prouvées des pays ne donne pas la valeur correcte des réserves prouvées du monde, elle la sous-estime. Mais c'est la pratique de tous!

Seule la somme des réserves «moyennes» des pays représente la valeur «moyenne» (ou valeur espérée) du monde.

-Pétrole

-Réserves restantes

Les données techniques par champ sont confidentielles et ne sont disponibles que par des compagnies d'espionnage industriel.

J'ai accès à toutes les données par champ (>25 000 champs), mais elles sont hétérogènes entre US, Canada, ex-URSS et le reste du monde. Je corrige ces données actuelles pour les ramener à la valeur moyenne (espérée) à la date de découverte (backdating), et pour obtenir un ultime qui tient compte des sources différentes, soit 2000 Gb pour le pétrole, c'est ce que j'appelle les données techniques.

Les réserves restantes de pétrole ont culminé en 1980!

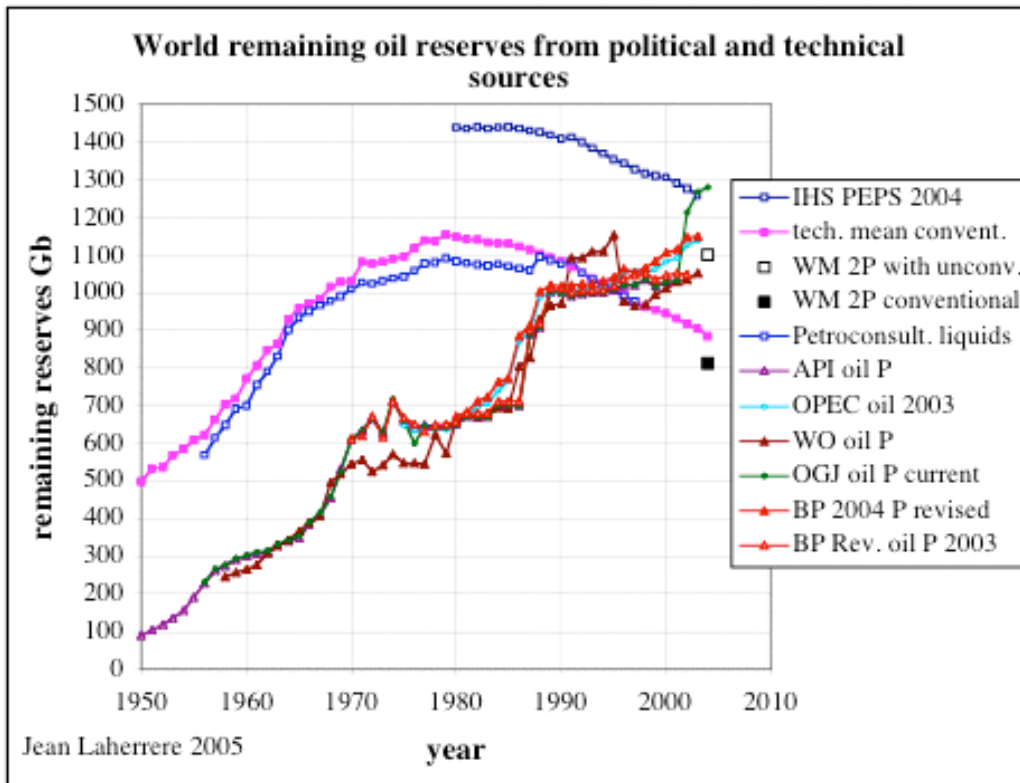
Les réserves politiques sont les réserves prouvées courantes où les révisions des découvertes passées sont reportées à l'année de révision, donnant une idée fausse du passé, car elles montrent une croissance continue depuis plus de 50 ans.

L'objectif des réserves prouvées est de fournir de la croissance, chère aux dirigeants

Nous sommes appelés pessimistes par les économistes en montrant ces données techniques.

Claire Booth Luce: *The difference between an optimist and a pessimist is that the pessimist is usually better informed.*

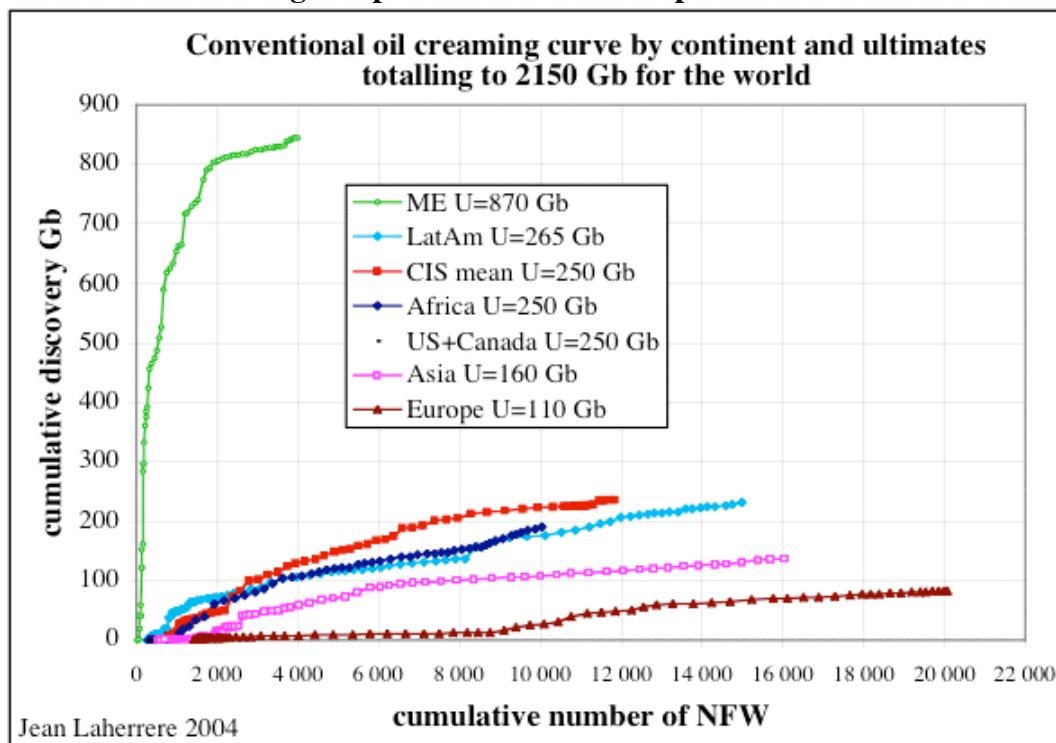
Figure 2: Réserves restantes mondiales de pétrole conventionnel d'après des sources politiques et techniques 1950-2004



-Estimation des réserves ultimes

La courbe d'écrémage représente les découvertes techniques cumulées en fonction du nombre cumulé de puits d'exploration pure (New Field Wildcat= NFW). Cette courbe est toujours facilement modélisée avec plusieurs hyperboles et l'extrapolation de la dernière hyperbole permet d'avoir la valeur ultime s'il n'y a pas de nouveau cycle. Cette forme d'hyperbole correspond à la loi bien connue du rendement décroissant de l'exploration minière.

Figure 3: **Courbe d'écrémage du pétrole conventionnel par continent et ultimes**



L'asymptote du modèle hyperbolique donne les réserves ultimes, ou plutôt la valeur correspondant à un cumul de puits d'exploration double de l'actuel. Ces estimations sont faites à partir des données IHS, mais les données WM sont plus faibles comme l'indique la figure 2 et l'ultime mondial du pétrole brut (excluant seulement le pétrole extra-lourd) est estimé à 2000 Gb.

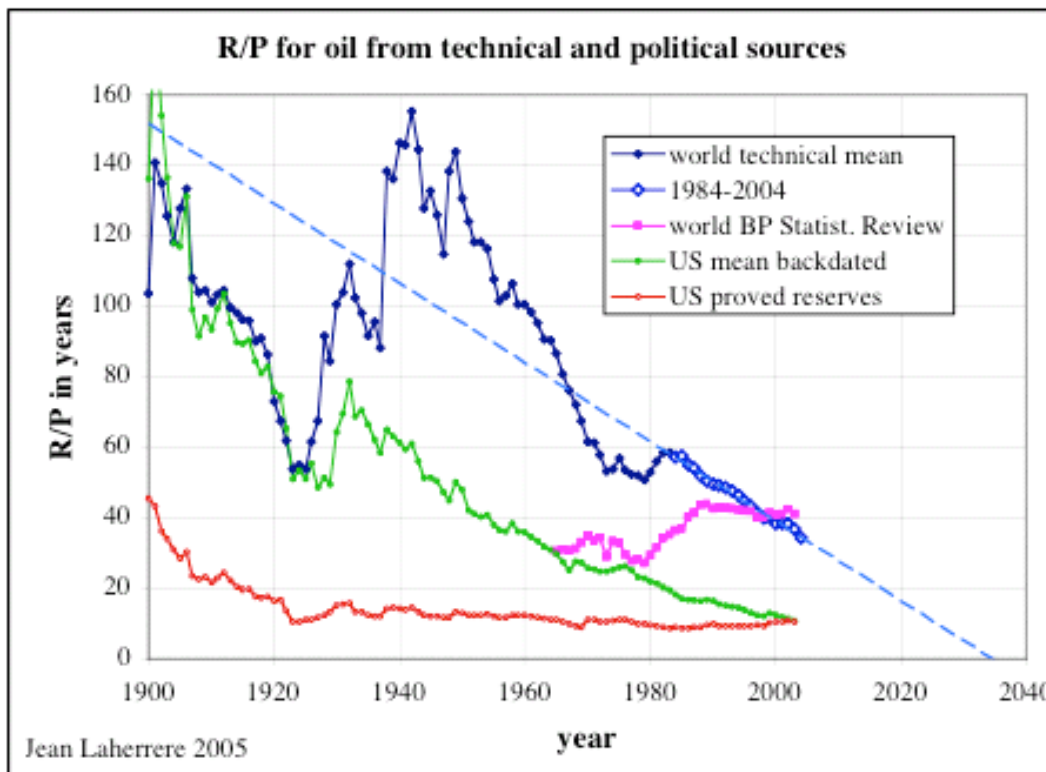
-Prévision de production pétrolière

-R/P

Les économistes estiment que «Tout va très bien Madame la marquise» puisque qu'il y a encore pour 40 ans de production de pétrole. Ce chiffre est le rapport R/P c'est-à-dire les réserves restantes prouvées divisées par la production annuelle actuelle.

Le R/P des US oscille autour de 10 ans depuis 80 ans, montrant bien que ce ratio ne veut rien dire en matière de prévision, puisque les productions changent. Ainsi le R/P mondial d'après les données techniques depuis 1900 montre une évolution en dent-de-scie, montant à 150 ans vers 1940, et une extrapolation linéaire du R/P mondial des 20 dernières années donne donc des réserves nulles en 2035.

Figure 4: R/P (monde et US) en années pour le pétrole d'après des sources techniques et politiques 1900-2004

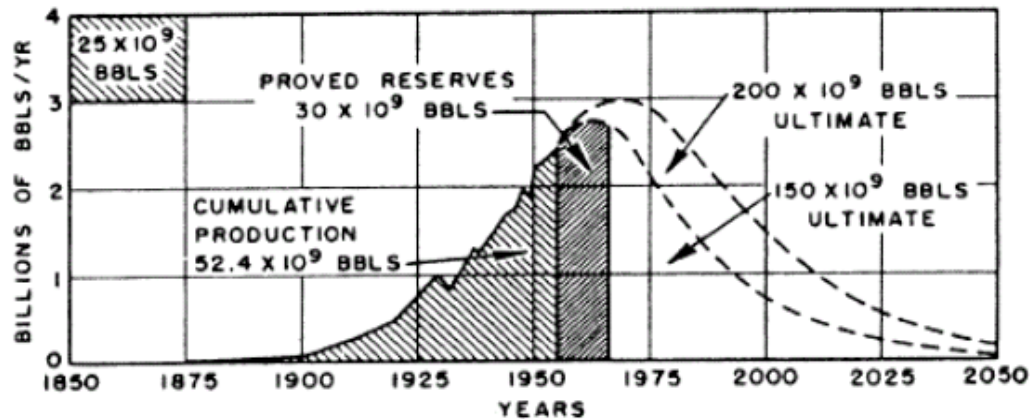


-Découvertes et productions annuelles : pic ou pics

-Pic d'Hubbert

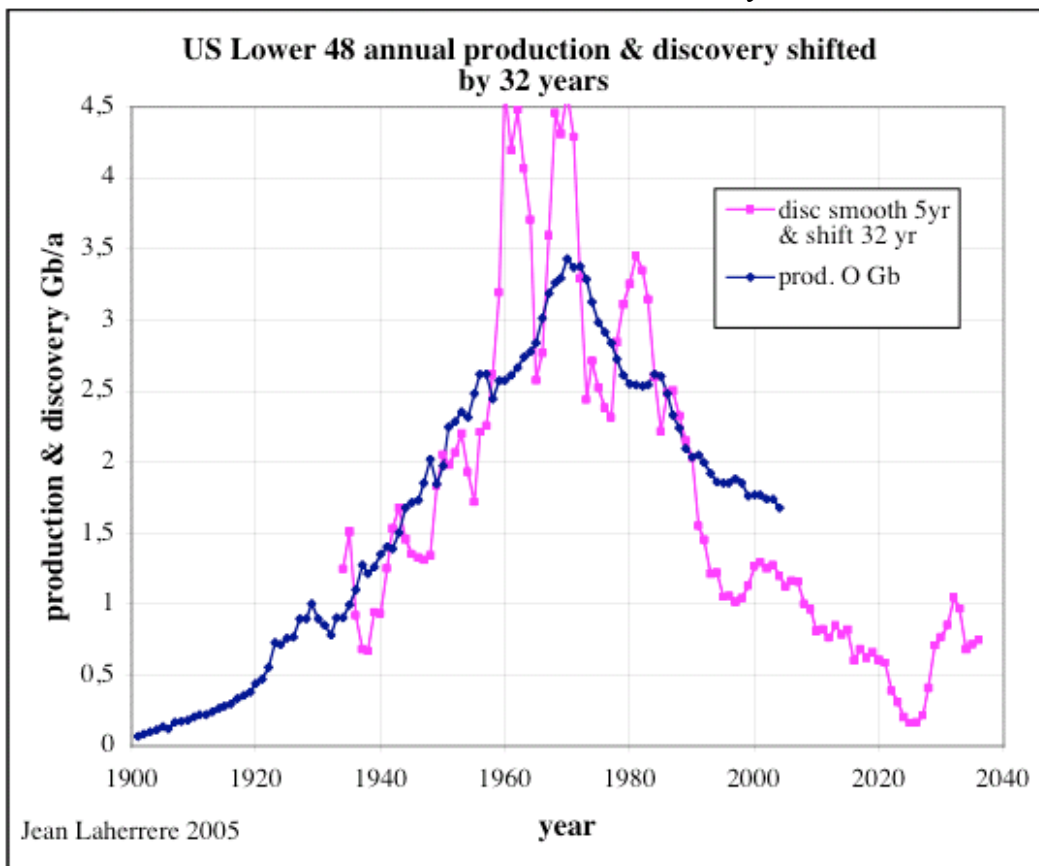
King Hubbert (géophysicien de Shell) a prévu en 1956 le pic de pétrole aux EU pour 1970 pour un ultime de 200 Gb, mais aussi pour 1965 pour un ultime de 150 Gb.

Figure 5: Prévision d'Hubbert en 1956 pour la production = Courbe d'Hubbert 1850-2050



La production annuelle des US hors Alaska est comparée à la courbe des découvertes annuelles (valeur espérée moyennée sur 5 ans) décalée de 32 ans. La courbe de production imite la courbe de découverte. Le décalage permet la prévision de la production sans aucune modélisation.

Figure 6: **Production US 48 états 1900-2040 et découverte moyenne décalée de 32 ans**

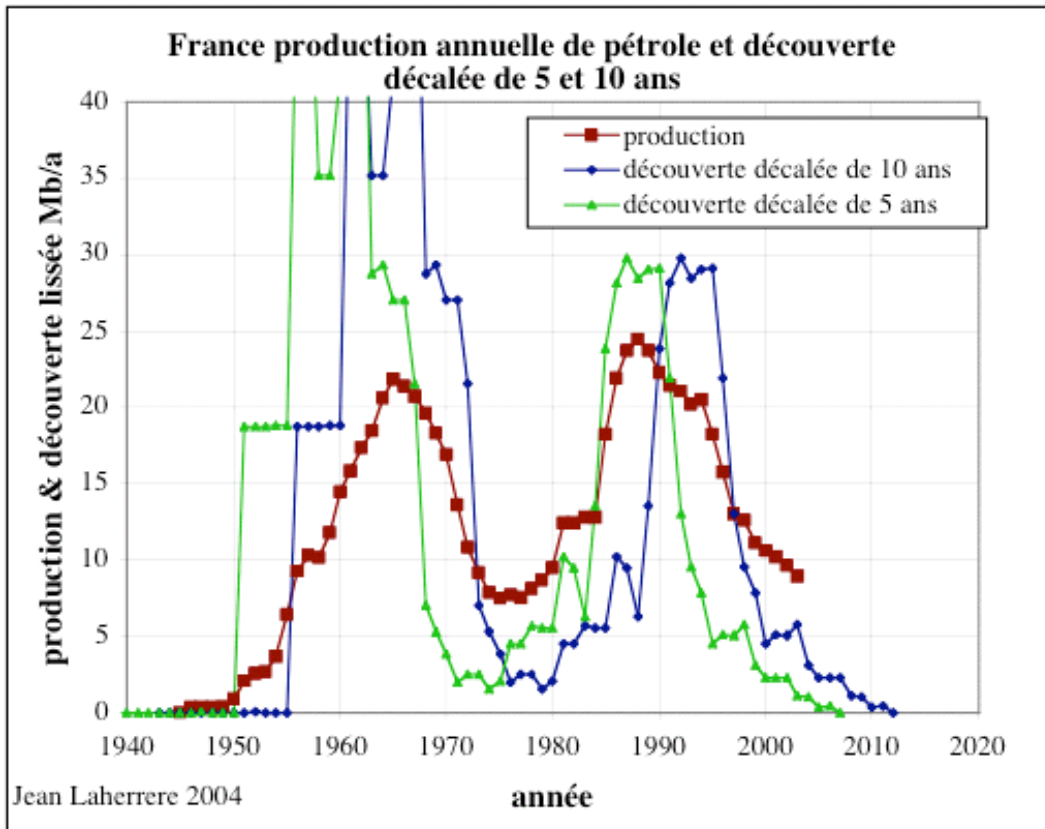


Le pic de production aux US en 1970 a été le déclencheur des chocs pétroliers de 1973 et 1979.

-Plusieurs pics

Pour les US hors Alaska il n'y a qu'un cycle, mais en France il y a deux cycles de découverte et deux cycles de production.

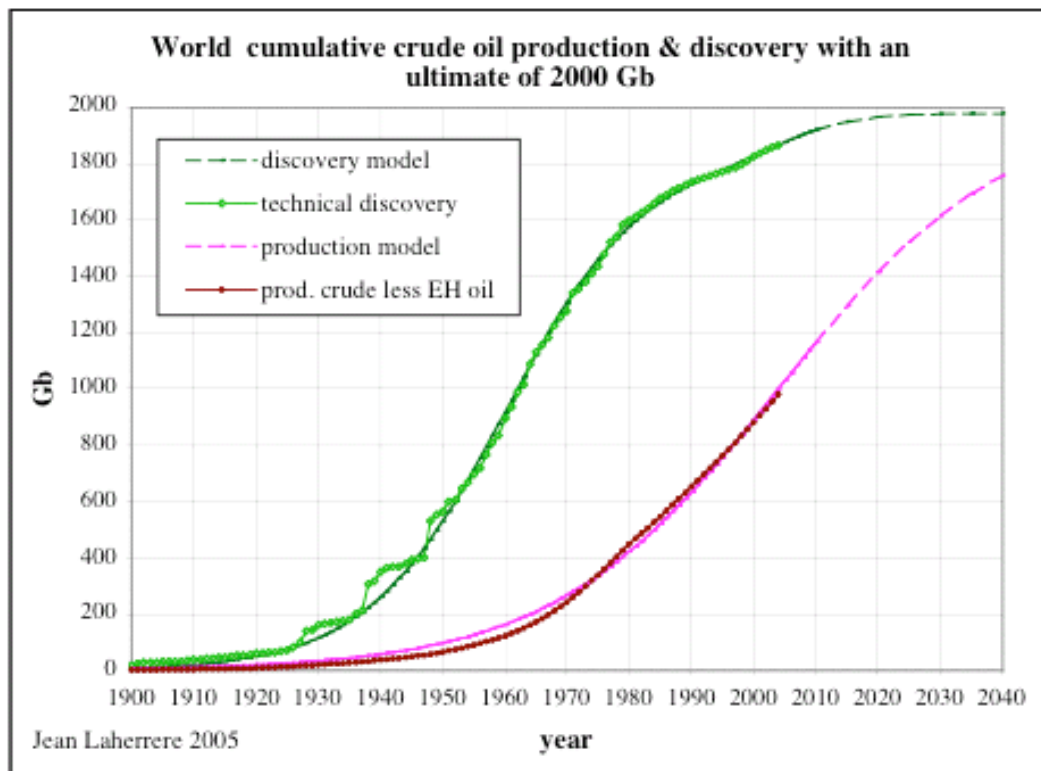
Figure 7: **Production de pétrole 1940-2010 en France et découverte décalée de 5 et 10 ans**



-Découvertes et productions cumulées : asymptotes

Le monde avec plus de 50 000 champs conventionnels découverts offre une courbe de découverte cumulée proche d'une courbe logistique avec un ultime de 2000 Gb pour le pétrole (et 1700 Gbep (10 000 Tcf) pour le gaz). La courbe de production cumulée suit aussi une courbe logistique ayant le même ultime.

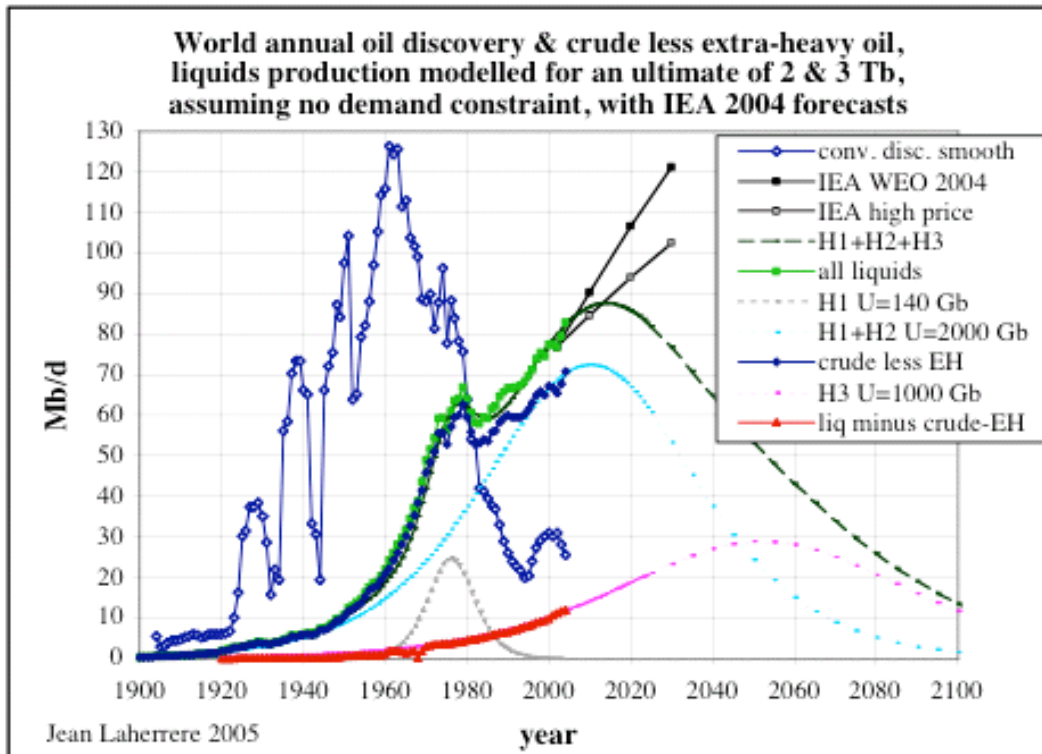
Figure 8: Découvertes et productions cumulées mondiales de pétrole conventionnel avec modèles logistiques pour un ultime de 2000 Gb



On s'aperçoit que ce qui reste à découvrir représente moins de 150 Gb, c'est-à-dire moins que l'imprécision de ce qui a été déjà découvert.

Mais le pétrole conventionnel ne représente qu'une grosse partie de la demande de liquides. Les liquides regroupent: pétrole brut + condensat + liquide de gaz naturel + pétrole synthétique (sables bitumineux, extra-lourds, biomasse, gaz, charbon) + gain de raffinerie.

Figure 9: **Découverte de pétrole et prévision de production mondiale de liquides 1900-2100** (sans contrainte de la demande) pour un ultime de 3 Tb (Campbell ASPO utilise un ultime de 2,4 Tb car il exclut pétrole synthétique et gain de raffinerie) avec prévisions AIE 2004 (25 \$/b et alternative 35 \$/b en 2030)



Le pic que peut offrir l'offre sera vers 2010 s'il n'y a pas de contrainte de la demande, s'il y a chute de la demande (prix élevés ou dépression économique) il y aura un plateau en tôle ondulée (oscillation chaotique des prix et de la demande).

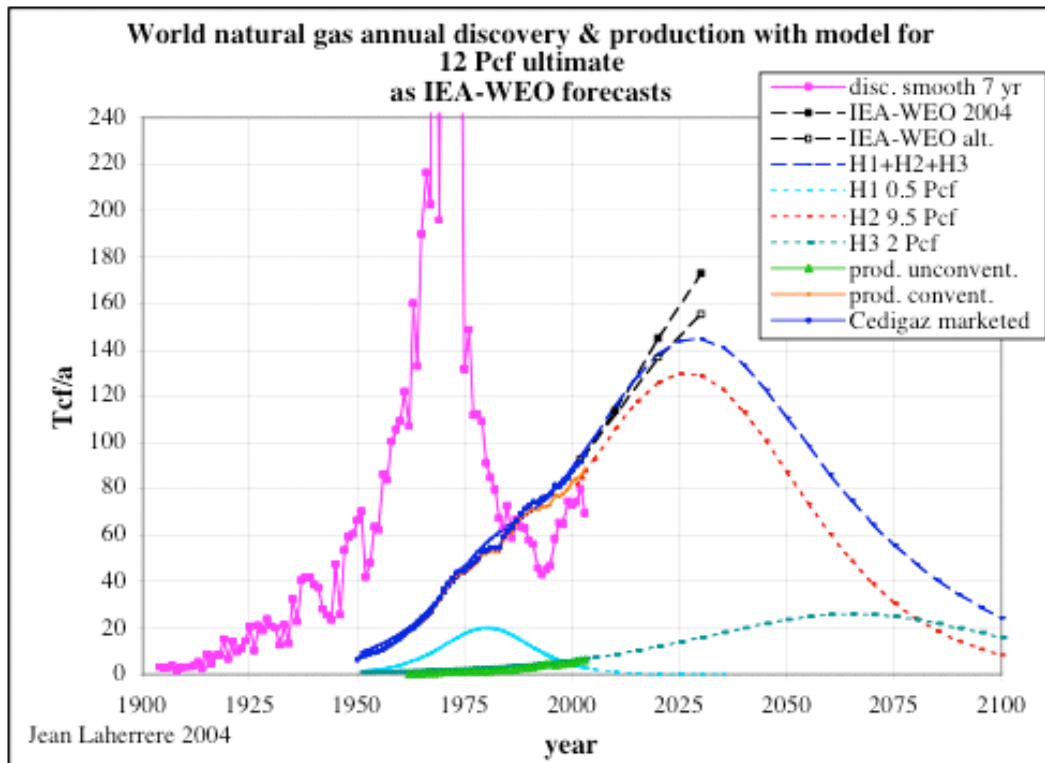
Les prévisions de l'AIE (club des consommateurs) 2004 sont faites pour satisfaire les objectifs politiques des pays qui ont pour but la croissance. L'AIE ne prévoyait pas de pic dans son rapport 2004, mais elle vient de publier des mesures de rationnement pour le transport en cas de pénurie!

-Gaz naturel

Le pétrole offre un seul marché global mondial, car le coût du transport est faible alors que le gaz est de 5 à 10 fois plus cher à transporter. Il y a 3 marchés du gaz: Amérique du Nord, Europe et Asie Pacifique.

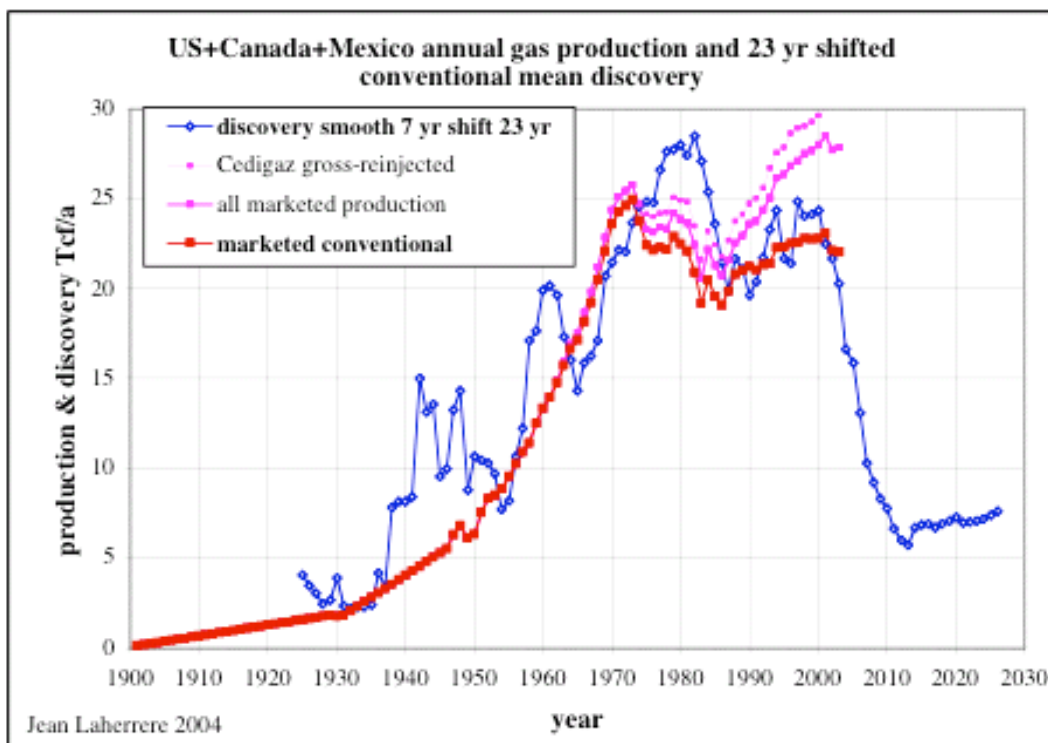
La découverte mondiale annuelle de gaz montre un pic vers 1970 et la production est modélisée avec un ultime de 12 Pcf, donnant un pic vers 2025 à moins de 150 Tcf/a alors que l'AIE prévoit 175 Tcf/a en 2030 toujours croissant!

Figure 10: Découverte et production mondiale 1900-2100 de gaz avec prévisions AIE 2004



Mais pour le marché local d'Amérique du Nord, l'offre va s'écrouler brutalement d'ici peu, nécessitant une importation importante de gaz liquéfié et la construction de terminaux. La corrélation production conventionnelle et découverte décalée permet de prévoir le pire!

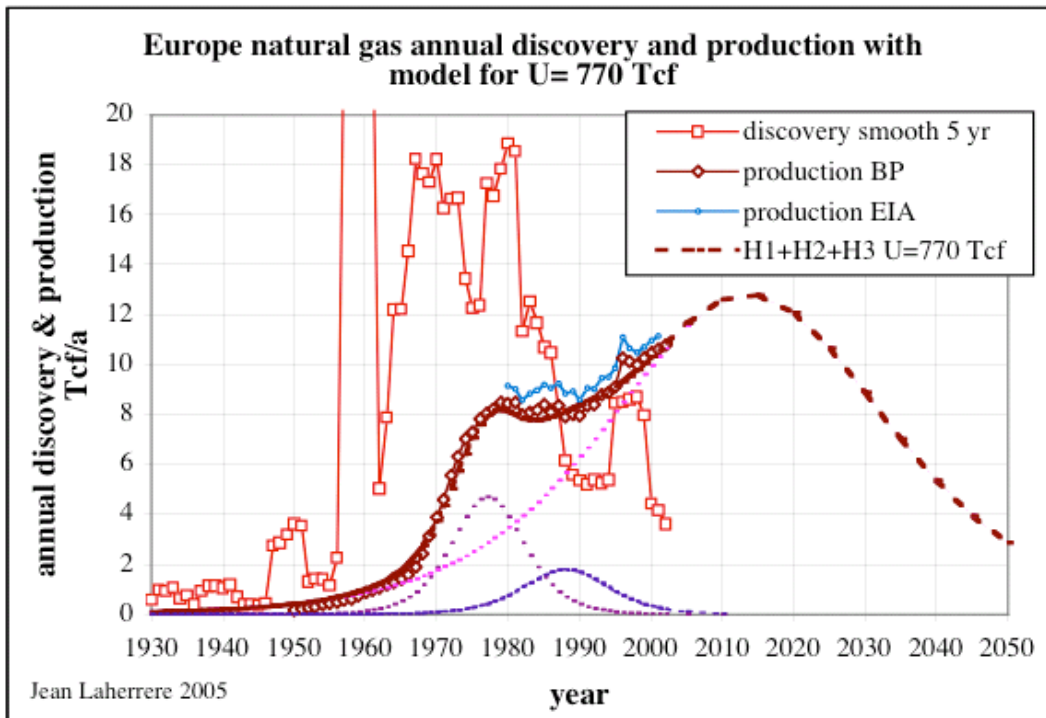
Figure 11: **Production annuelle 1900-2030 de gaz conventionnel aux US + Canada + Mexico et découverte décalée de 23 ans**



La production de gaz en Amérique du Nord culmine et va décliner brutalement.

La prévision pour la production de l'Europe n'est pas non plus réjouissante.

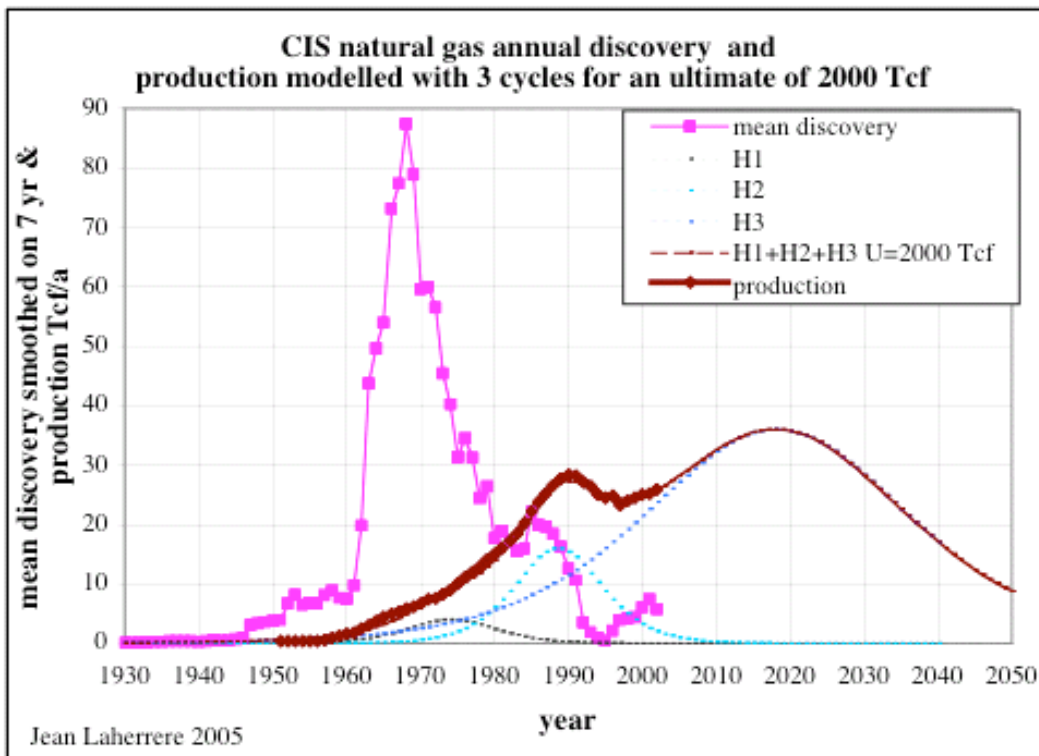
Figure 12: **Découverte annuelle de gaz en Europe et production 1930-2050 pour un ultime de 770 Tcf**



L'Europe va plafonner bientôt.

L'Europe compte sur le gaz russe qui va aussi décliner et qui ne comblera pas la demande. Il va y avoir compétition entre l'Amérique du Nord et l'Europe sur le gaz liquéfié en provenance d'Afrique, moyen Orient et autres!

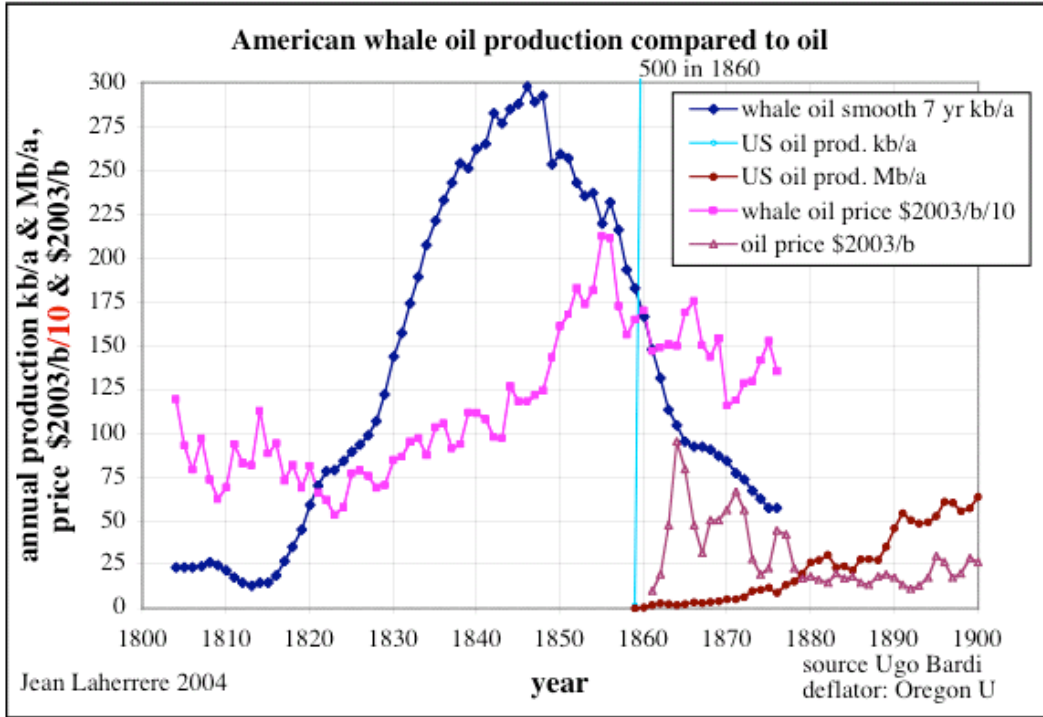
Figure 13: **Découverte annuelle de gaz en ex-URSS et production 1950-2030 pour un ultime de 2000 Tcf**



-Prix du brut

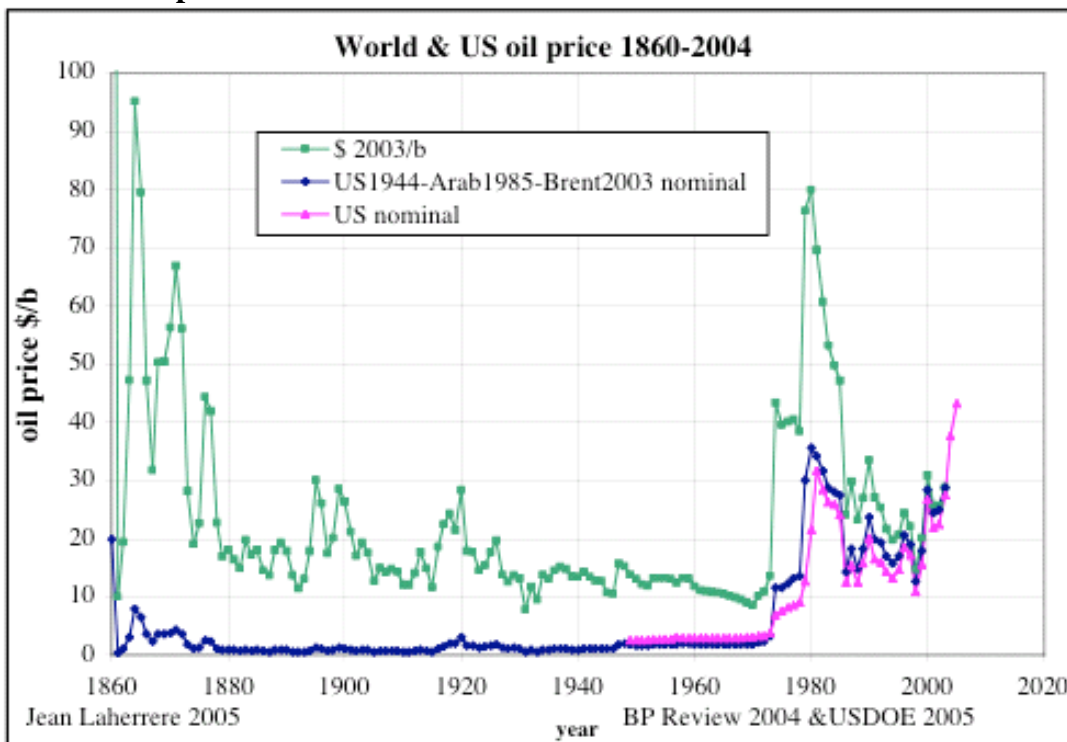
Il est intéressant de voir la production et le prix de l'huile de baleine aux US avant l'arrivée du pétrole. Son prix a culminé **en 1855 à 2000 \$2003/b** et en 1875 était 30 fois plus cher que le pétrole. Sa courbe de production est symétrique !

Figure 14: **Production de l'huile de baleine aux US comparé au pétrole 1800-1900**



Le prix du pétrole a varié avec les grandes découvertes et les grands événements politiques. Il est actuellement deux fois moins cher qu'en 1980 ou 1865!

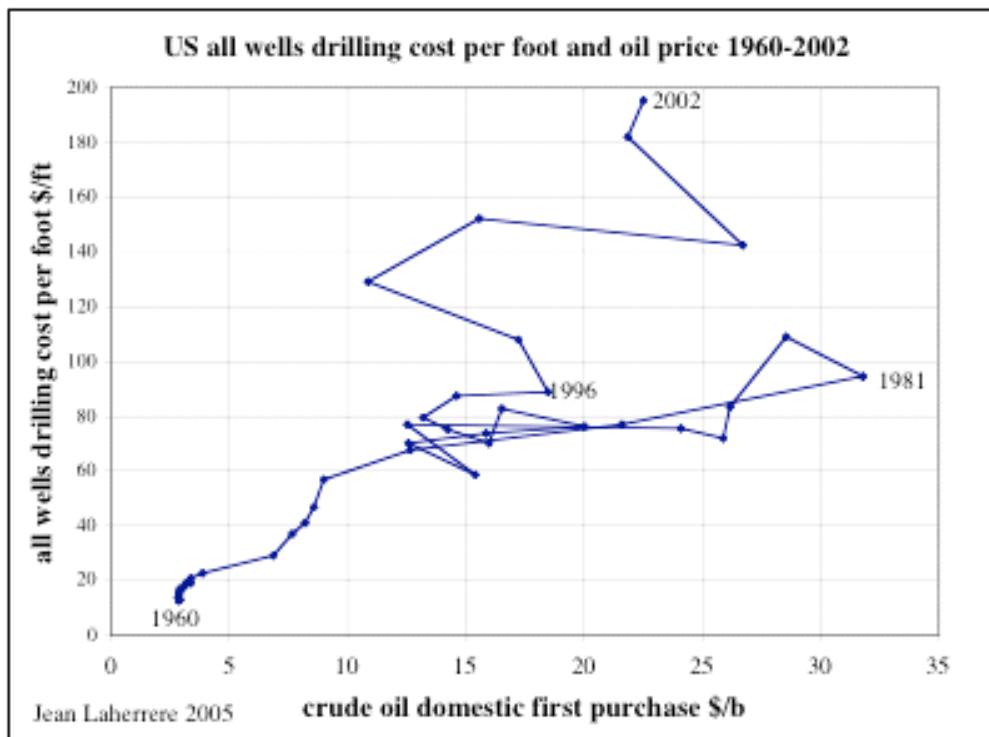
Figure 15: **Prix du pétrole 1860-2004**



-Prix du pétrole et coût des services

Beaucoup pensent que la technologie permet de réduire les coûts, mais la corrélation entre le prix du brut aux US et le coût du pied foré (tous puits) montre qu'il n'en est rien. Entre 1960 et 1996 le coût du pied a varié comme une fonction linéaire du prix du brut, quelque soit les progrès techniques et depuis 1996 le coût a fortement augmenté à cause des forages en mer profonde (Golfe du Mexique)

Figure 16: **Coût du pied foré aux US et prix du pétrole 1960-2002**

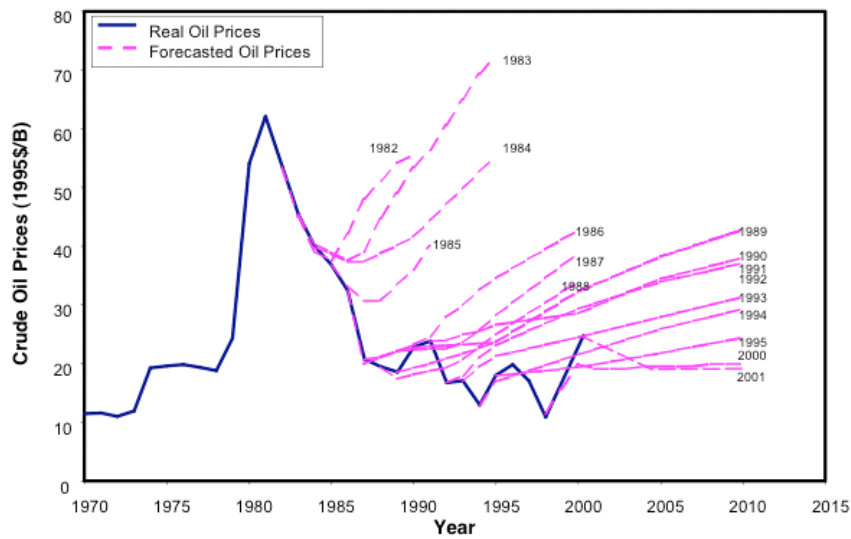


-Prévisions du prix du pétrole

Je me refuse à faire des prévisions sur les prix (sauf pour une fourchette 20-100 \$/b), car ils sont trop irrationnels.

Figure 17: **Prévisions USDOE du prix du pétrole 1982-2001 comparées à la réalité 1970-2010**

Comparison of Actual Oil Prices With EIA Oil Price Forecasts



Source: DOE/EIA

21 JAF02000.PPT

Advanced Resources International



Les prévisions du prix du pétrole sont toujours fausses

USDOE et AIE prédisent 25 \$/b en 2030!

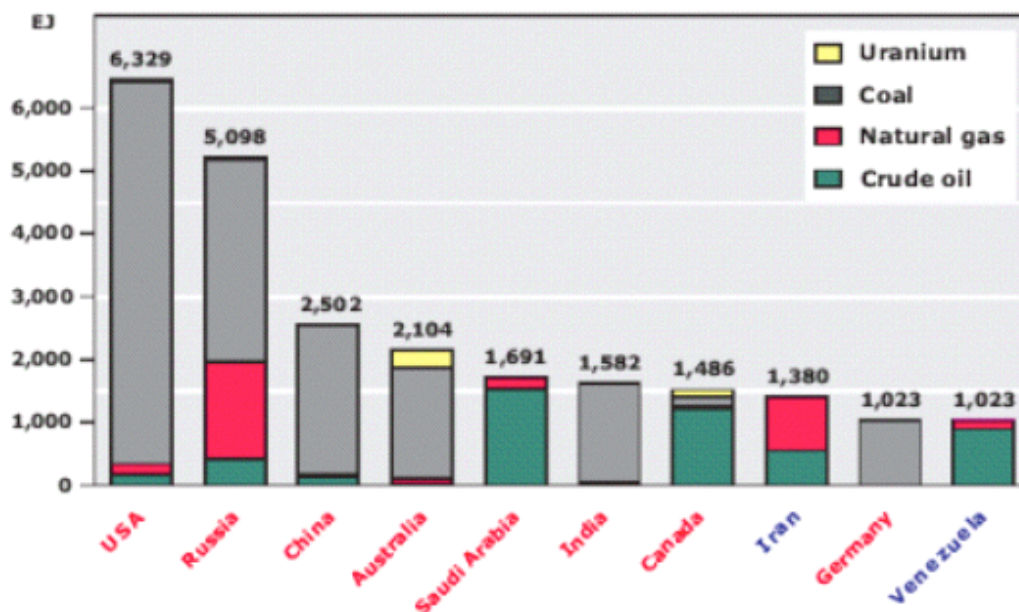
Bauquis (2004) souhaite un nouveau choc pétrolier avec 100 \$/b en 2020 pour permettre aux renouvelables et aux économies d'énergie de résoudre le déficit en énergie qui arrivera en 2050.

Le grand changement est que l'OPEP dominée par l'Arabie Saoudite, qui avait stabilisé les prix après le contrechoc de 1985 avec son mécanisme autour de 25\$/b, vient de s'apercevoir qu'un prix de 40-50\$/b ne fait pas baisser la demande, contrairement à ce qu'elle craignait, et 50 \$/b semble la nouvelle cible.

-Combustibles fossiles

BGR publie le graphique très percutant par pays qui montre que les US et la Russie sont très privilégiés grâce au charbon.

Figure 18: **Réserves restantes de combustibles fossiles en 2001 pour les 10 pays les plus riches**



Mais les ressources par habitant donne un classement différent de ces 10 pays, avec la consommation 2003 et le nombre d'années réserves par consommation

pays	popul.M	rés.Gtep	rés.tep/hab	cons.Mtep	an cons.
Australia	20	50	2505	116	432
Saudi Arabia	25	40	1610	122	330
Canada	32	35	1106	291	122
Venezuela	26	24	937	64	381
Russia	144	121	843	671	181
US	294	151	513	2298	66
Iran	67	33	490	129	255
Germany	83	24	293	332	73
China	1300	60	46	1178	51
India	1087	38	35	345	109

Mais Qatar, avec 0.7 million d'habitants et 200 Gbep (champ de gaz North Field) or 27 Gtep, atteint 39 000 tep/hab, soit 15 fois plus que l'Australie!

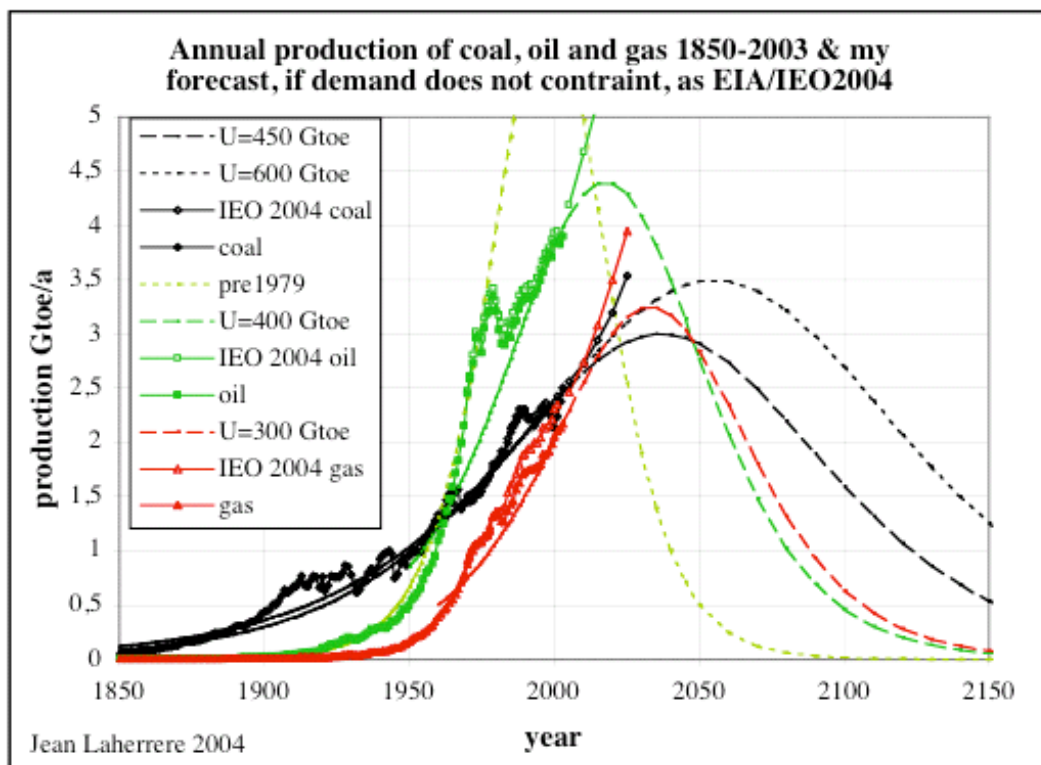
-Production des combustibles fossiles

L'inventaire des ressources de charbon est mal connu. L'ultime extrapolé à partir des productions passées semble être de 450 Gtep, alors que le BGR estime 600 Gtep (140 Gtep déjà produit).

A partir des ultimes de pétrole (400 Gt), de gaz (300 Gtep) et de charbon (450 et 600 Gtep) les productions futures des combustibles fossiles peuvent être modélisées avec une courbe d'Hubbert qui correspond à cet ultime et qui passe par la valeur de 2003 avec la même pente.

On obtient ainsi (si la demande n'apporte pas des contraintes = dépression ou prix élevé) un pic en 2015 pour le pétrole, 2030 pour le gaz et 2040 ou 2050 pour le charbon.

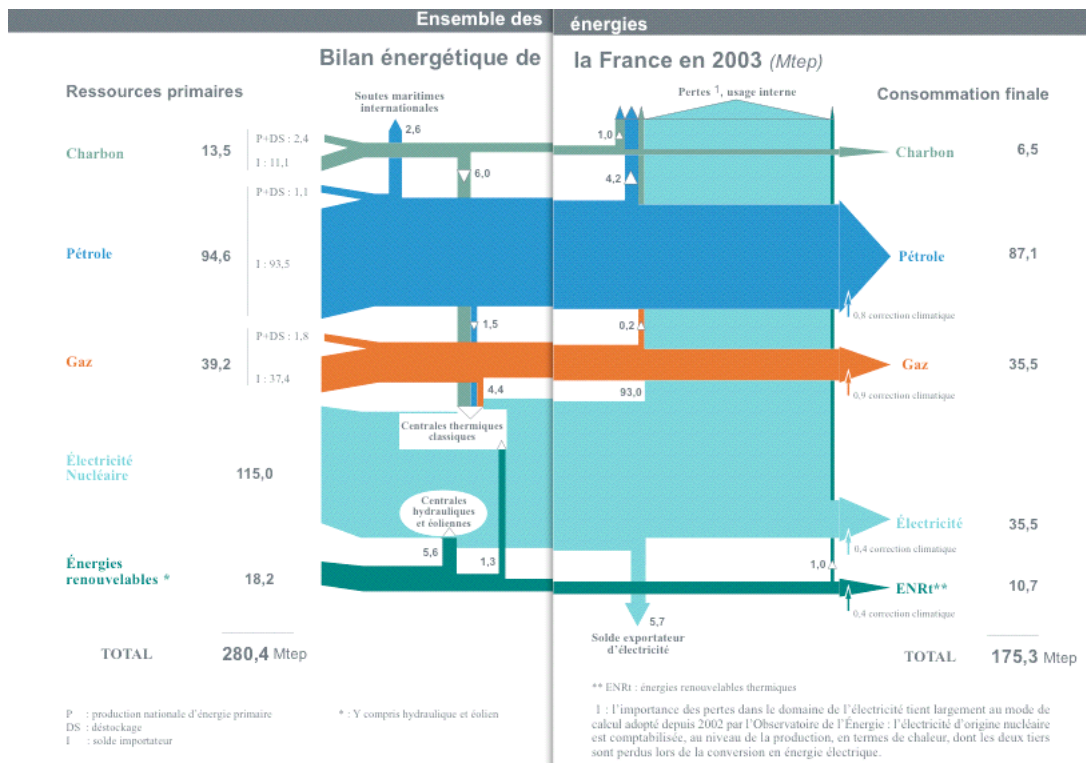
Figure 19: **Production mondiale 1850-2150 de charbon, pétrole et gaz** avec modèles d'Hubbert (sans contrainte de la demande) et prévisions USDOE 2004



-Energie primaire

L'énergie primaire est l'addition des différentes énergies mesurées avec la même unité, qui est soit le Joule ou la tonne équivalent pétrole. La chaleur produite est parfois une nuisance, parfois un objectif! L'électricité pose problème pour la définition des équivalences car il faut faire une hypothèse sur les rendements, qui sont variables suivant les pays. Ces hypothèses discutables ne sont plus discutées une fois qu'un consensus est trouvé, malgré que les rendements s'améliorent. La majorité des pays utilise les conventions de l'AIE (nucléaire équivalence à une centrale de rendement 33 %, géothermie à 10%). La France est passée en 2001 d'un système cohérent à celui de l'AIE qui n'est pas meilleur, mais plus utilisé et l'énergie primaire a été modifiée de 257 Mtep à 269 Mtep où le pétrole est passé de 31% à 39% et l'hydraulique, éolien, photovoltaïque de 6,9 à 2,5 %. L'énergie finale est passée de 232 Mtep à 175 Mtep avec le pétrole de 40% à 51 % et le renouvelable thermique de 4,6 à 6,1 %. Ce changement considérable a été jugé par la presse comme une manipulation politique, c'est plutôt un abandon des scientifiques devant un problème complexe. On s'accroche aux consensus dépassés, le rendement des centrales est maintenant 40% = convention Total)!

Figure 20: flux énergétique en France en 2003 de 280 Mtep à 175 Mtep



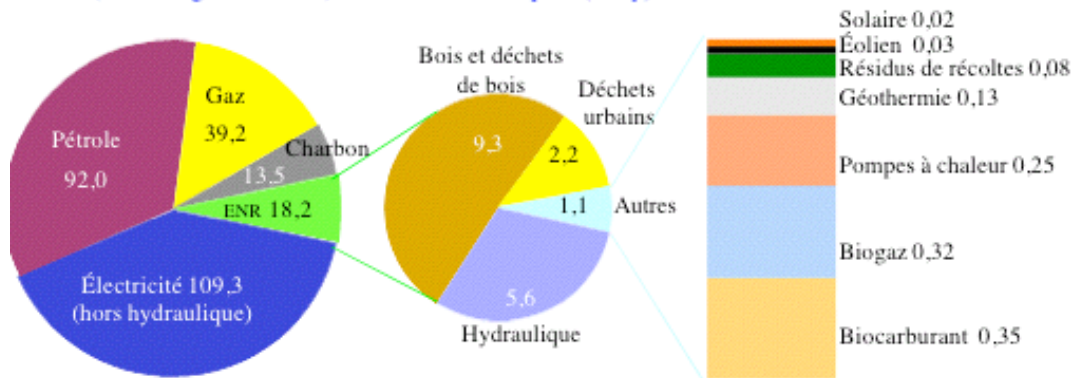
il est écrit: Pertes 1: “l'importance des pertes dans le domaine de l'énergie tient largement au mode de calcul adopté depuis 2002 par l'Observatoire de l'Énergie: l'électricité d'origine nucléaire est comptabilisée, au niveau de la production, en termes de chaleur, dont les deux tiers sont perdus lors de la conversion en énergie électrique”

-Énergies renouvelables en France

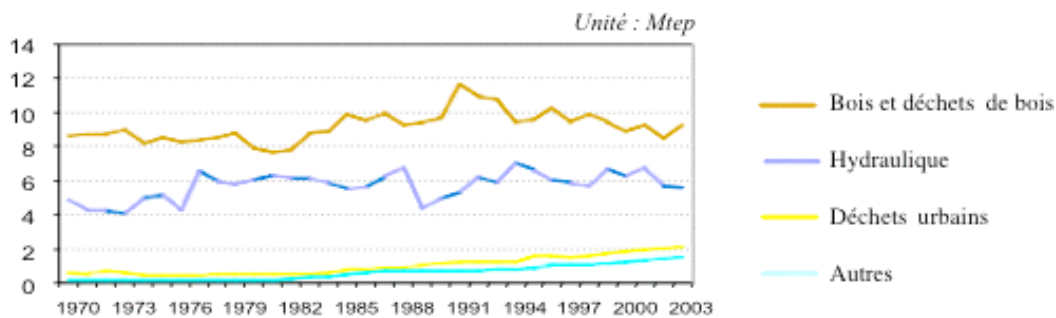
La DGEMP publie le graphique suivant des énergies primaires en 2003 où le renouvelable ne fait que 18 Mtep sur un total de 272 Mtep (chiffre différent du graphique précédent)

Figure 21: **Energie primaire en France avec détail du renouvelable**

- Part des énergies renouvelables (ENR) dans la consommation totale d'énergie primaire (non corrigé du climat) en 2003 en Métropole (Mtep)



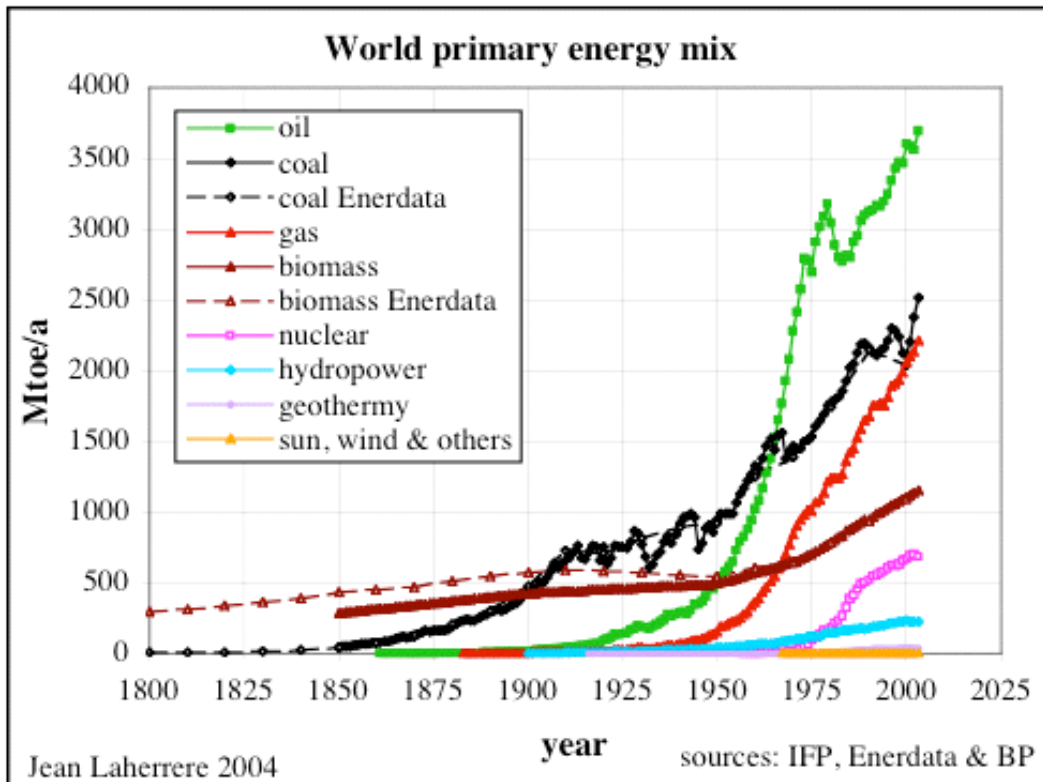
- Principales filières ENR en France (Métropole + DOM), de 1970 à 2003



Le renouvelable ne bouge guère et reste négligeable en dehors des bois, déchets et hydraulique.

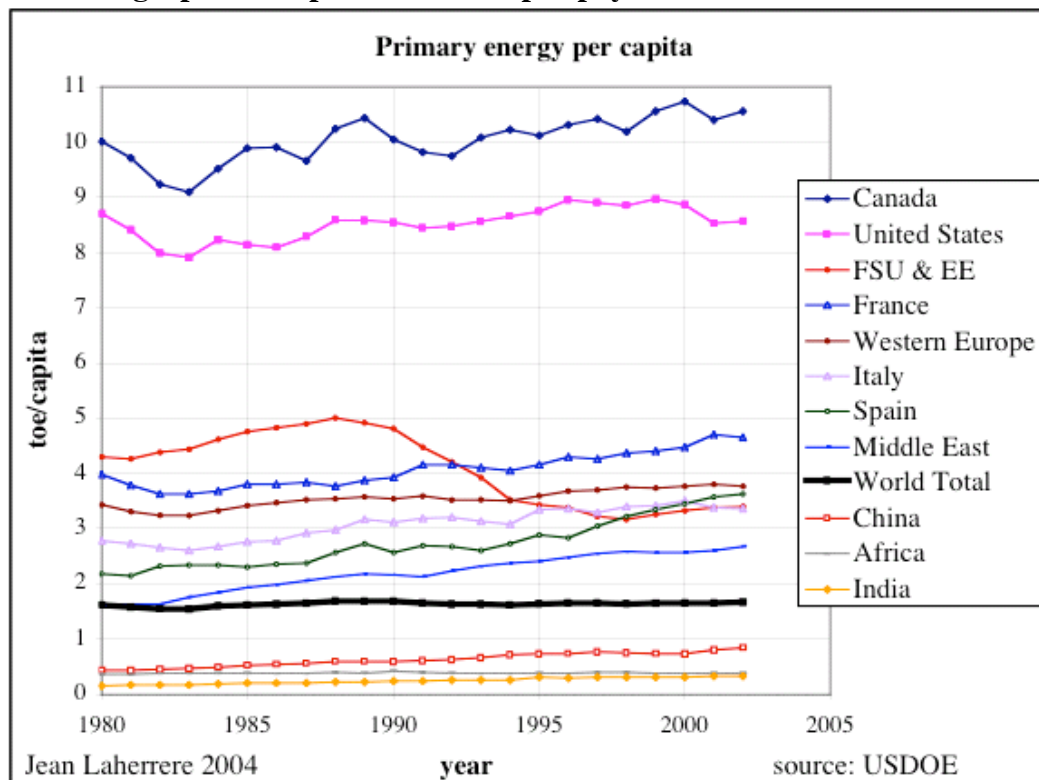
-Energie mondiale

Il y a peu de sources pour avoir un long historique, et les énergies non-commerciales sont mal mesurées et prises en compte. La biomasse en 1850 est bien supérieure pour Enerdata que pour l'IFP.
 Figure 22: **Energie primaire mondiale 1800-2003**



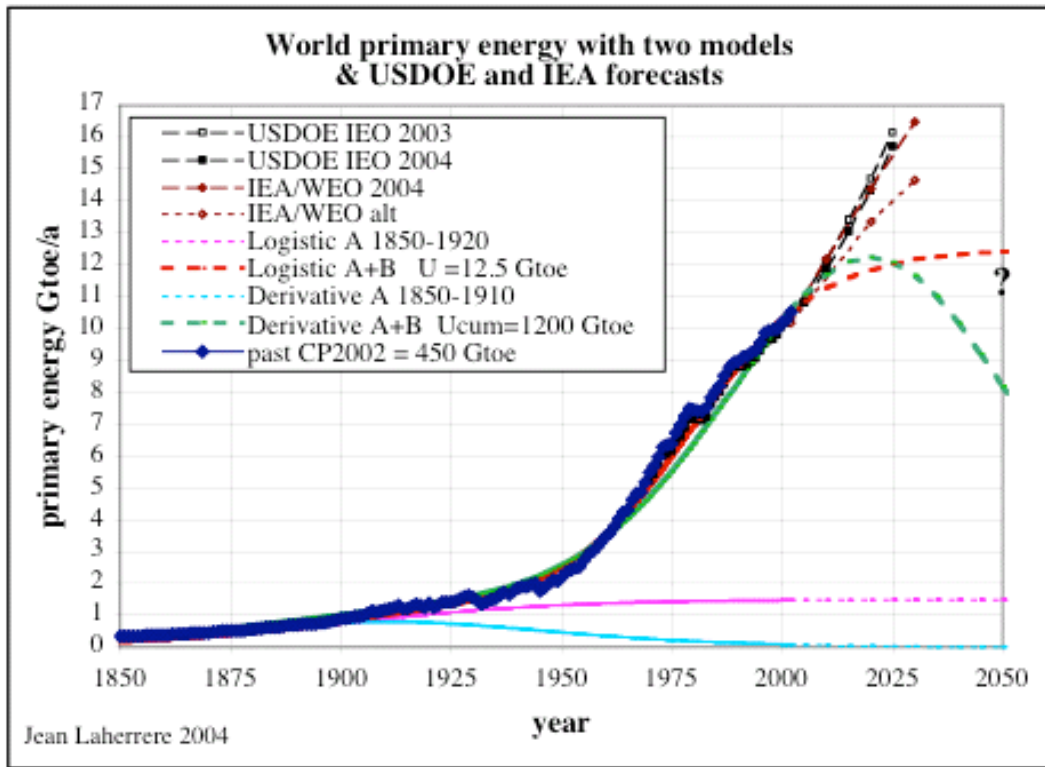
L'énergie primaire par habitant est en moyenne depuis 20 ans pour le monde de 1,7 tep/hab, mais pour 2002 allant de plus de 10 pour les Canadiens, 8,5 pour les Américains, 4,5 pour les Français, 0,4 pour les Africains et 0,35 pour les Indiens.

Figure 23: **Energie primaire par habitant et par pays 1980-2002**



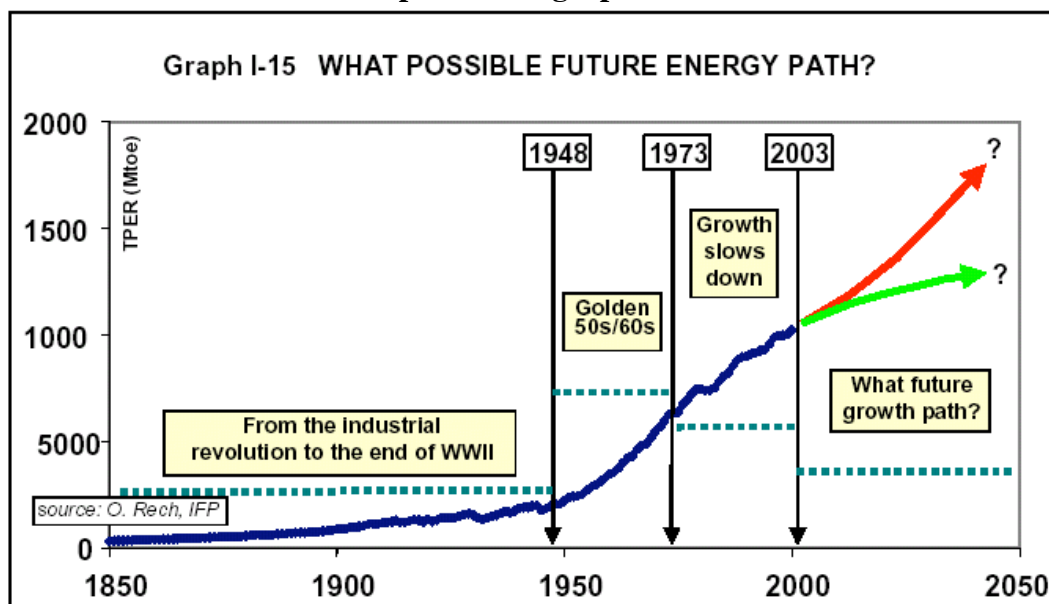
La courbe mondiale montre un accroissement exponentiel de 1945 à 1973 (les Trente Glorieuses) et depuis le choc pétrolier un changement de la courbure de la croissance qui peut être extrapolé soit pour une courbe en S (logistique) ou même une courbe en cloche (déclin de la population)

Figure 24: **Energie primaire mondiale 1850-2050 avec 2 modèles et les prévisions AIE et USDOE**



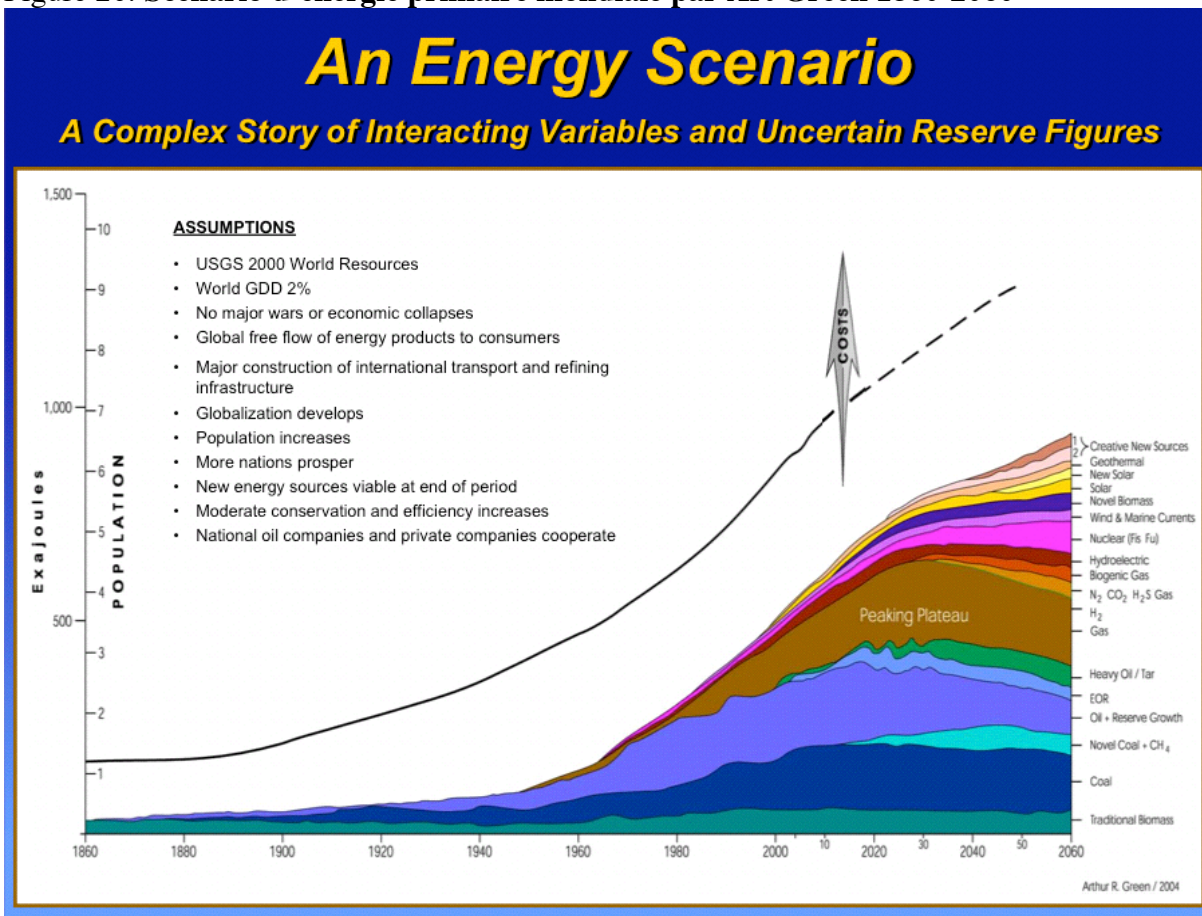
Le Conseil Mondial de l'Énergie (WEC) prévoit soit une décélération (en vert) soit une accélération (en rouge)

Figure 25: **Prévision 2003 du CME pour l'énergie primaire 1850-2050**



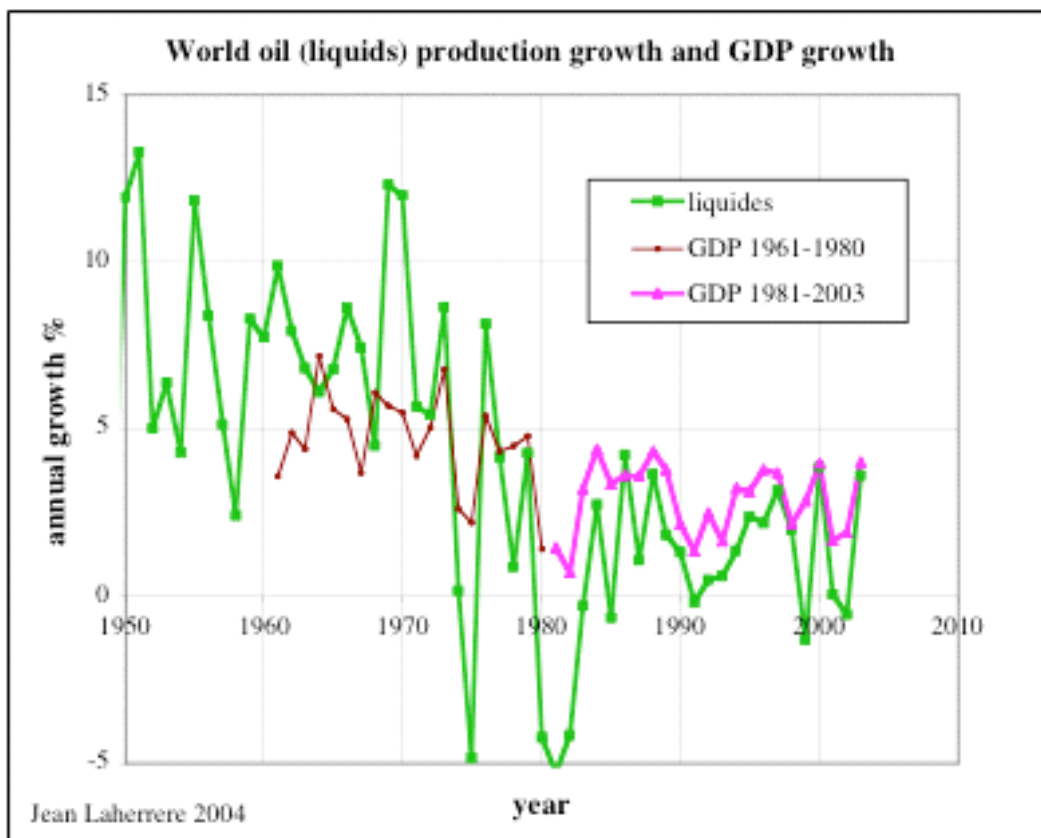
Le chef géoscientifique d'Exxon-Mobil Art Green vient de sortir un scénario où l'on peut voir tous les pics des différents combustibles fossiles. Sa décélération ne commence qu'en 2025, bien après celle du CME et de ma prévision. Mais sa prévision de la population semble trop forte

Figure 26: **Scénario d'énergie primaire mondiale par Art Green 1860-2060**



-**PIB et demande pétrolière**

Figure 27: **croissance mondiale 1950-2003 du PIB et de la demande en liquides:**



Le coût de l'énergie sur les 40 dernières années a été de 5% du PIB mondial alors que les experts (Ayres 2002, Kummel et al 1998) reconnaissent que la contribution de l'énergie dans le PIB est de 50%. L'énergie est donc largement sous-évaluée. L'inflation de base aux US exclut l'énergie et la nourriture, comme si le consommateur américain vivait de voiture sans essence, d'ordinateur sans prise électrique et de gadgets chinois!

-Intensité énergétique et bilan énergétique

L'intensité énergétique, à savoir la consommation d'énergie par unité du PIB (tep/\$) est très utilisée par les économistes, mais c'est un mauvais critère, car le PIB est manipulé (déflateur hédonique aux US). De plus le graphique précédent montre une corrélation, alors qu'un bon critère doit réunir des variables indépendantes.

Par contre le bilan énergétique, à savoir l'énergie extraite (utilisable) sur l'énergie investie, est rarement utilisé, car le bilan nécessite d'estimer l'énergie dépensée dans toutes les phases de l'extraction, y compris les équipements, et le coût est plus souvent utilisé, bien que biaisé par les actualisations, amortissements et subventions. Ainsi le bilan énergétique de l'hydrogène doit être calculé du puits à la roue (well to wheel). L'éthanol a un bilan énergétique défavorable à partir de la biomasse (Patzek & Pimentel 2005), bien que l'USDA dise le contraire, mais pour des cas théoriques. Pourtant en 1925 Henri Ford disait: «*There's enough alcohol in one year's yield of an acre of potatoes to drive the machinery necessary to cultivate the fields for a hundred years*» (Kovarik 1998). C'était aussi le carburant du futur pour Charles Kettering le patron de General Motors. Mais le Brésil produit plus de 200 000 b/d d'alcool à partir de la canne à sucre.

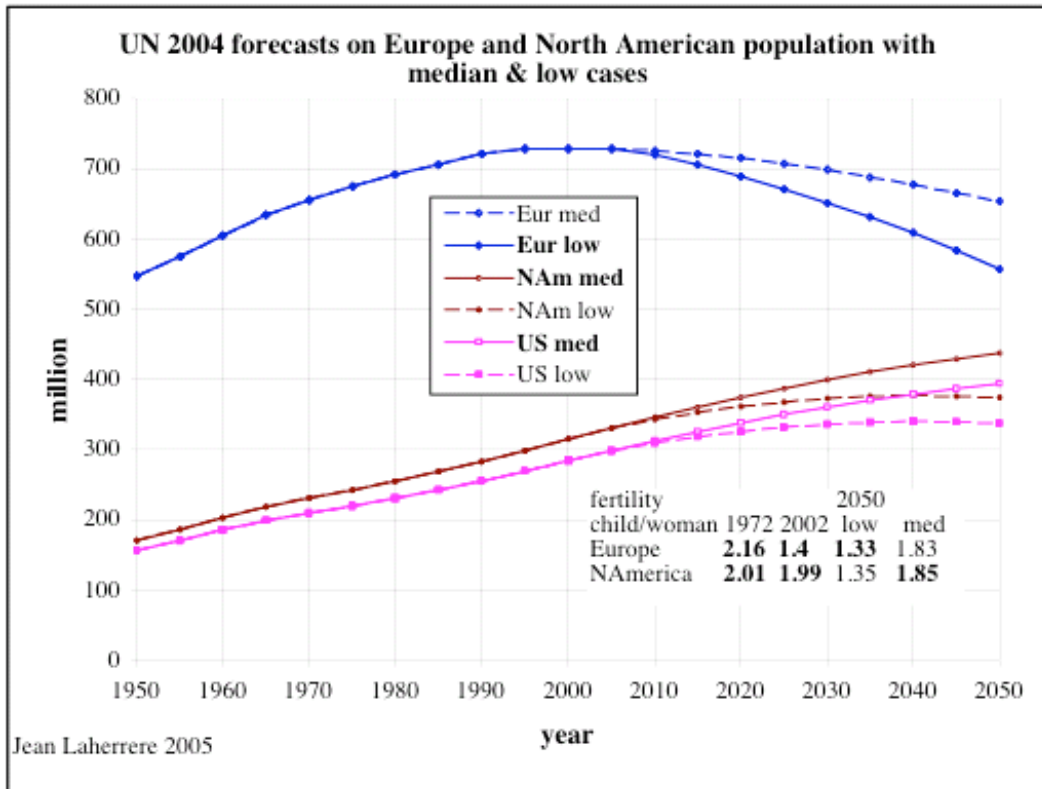
L'intervention de subventions et de détaxes faussent le jeu. En France, la production de biodiesel est souhaitable, mais pas d'éthanol, car les raffineries produisant déjà trop d'essence doivent l'exporter et les distributeurs ne savent pas ce qu'ils vont faire des 300 000 t d'éthanol annoncées par le gouvernement en février.

-Déclin de la population en Europe, mais augmentation aux US

La dernière prévision 2004 des Nations Unies montre qu'en 2050 l'Europe aura perdu 100 millions d'habitants, alors que l'Amérique du Nord aura augmenté d'autant.

Il y a deux mondes et deux futurs! L'un vieillit et l'autre va parler surtout espagnol

Figure 28: Prévisions UN 2004 de la population en Europe et Amérique du Nord 1950-2050

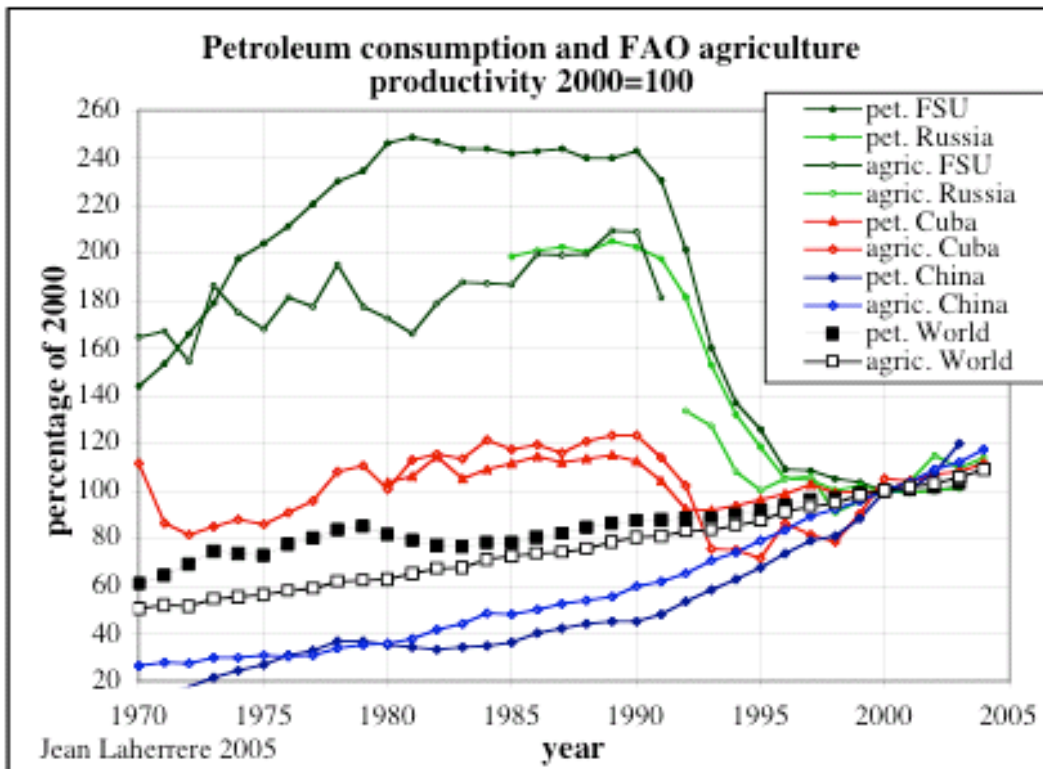


-Agriculture

-Dépendance de l'agriculture au pétrole

L'agriculture peut être maintenant décrite comme la transformation de pétrole en alimentation, alors qu'en 1960 BP fabriquait à Lavera des protéines à partir du pétrole. La relation consommation de pétrole (machines, engrais (gaz), pesticide) et productivité agricole est évidente surtout avec les déclinés de l'ex-URSS et de Cuba.

Figure 29: Consommation de pétrole et productivité agricole d'après FAO 1970-2004

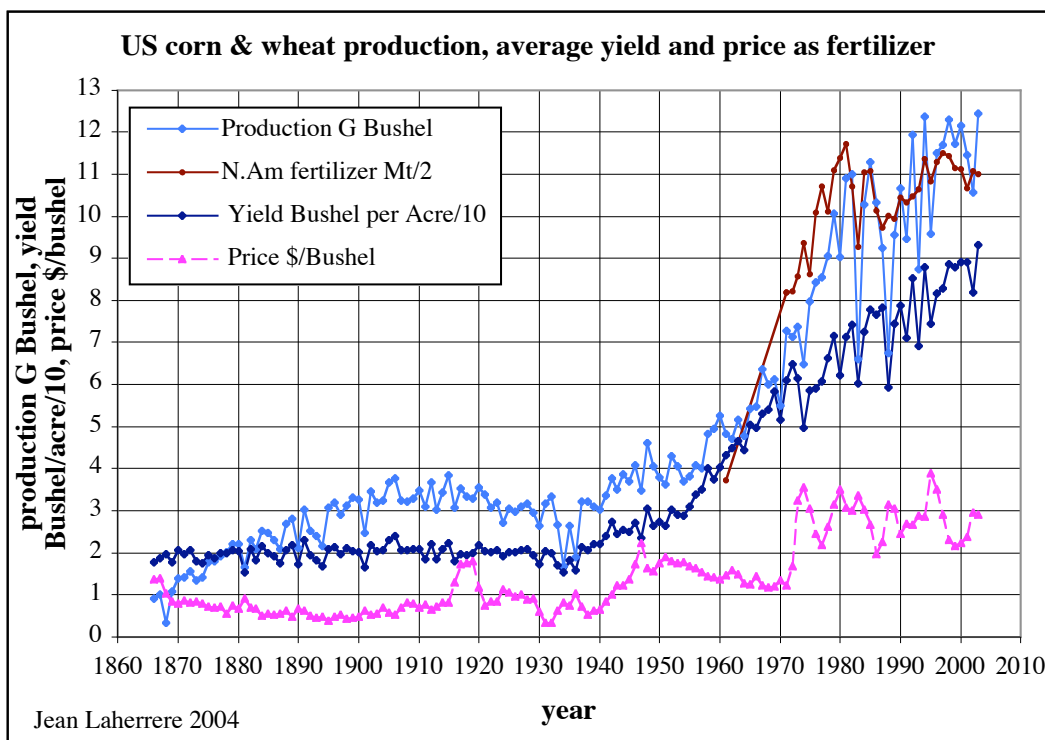


Quand le prix du pétrole augmente, il faut augmenter le prix des produits agricoles, c'est aux consommateurs de payer et non aux contribuables.

-Production agricole et consommation d'engrais

AUX US la production de maïs et de blé est très liée à la consommation d'engrais, mais baisse de 1980 à 1985 (choc pétrolier) sans baisse de la productivité.

Figure 30: **Production de maïs et de blé 1860-2004 aux US avec rendement et consommation d'engrais**



La productivité mondiale de l'agriculture a augmenté dans le monde de façon régulière alors que la consommation d'engrais a baissé de 1989 à 1994, baisse en fait venant des pays développés qui ont réalisé qu'ils utilisaient trop d'engrais. La comparaison entre productivité et consommation d'engrais en pourcentage de la valeur en 2000 montre bien que les pays en développement ont augmenté leur productivité avec l'emploi d'engrais alors que les pays développés ont pu diminuer considérablement l'emploi d'engrais sans trop toucher à la productivité.

Figure 31: **Productivité agricole mondiale et consommation d'engrais 1960-2004 en pourcentage de 2000**

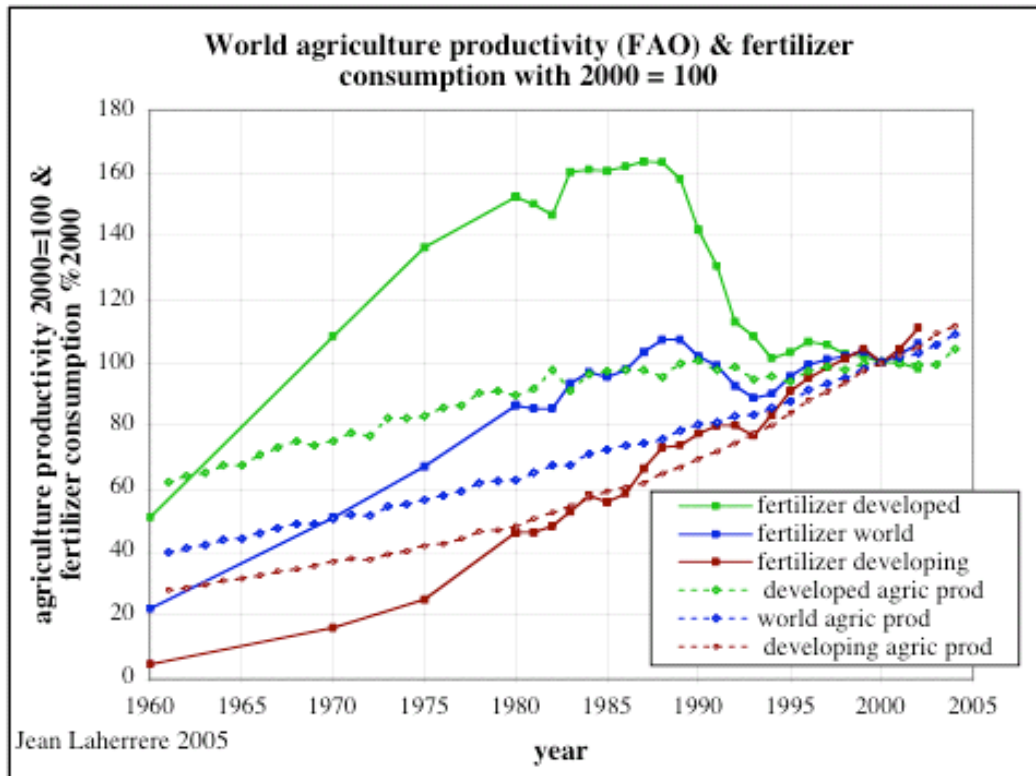
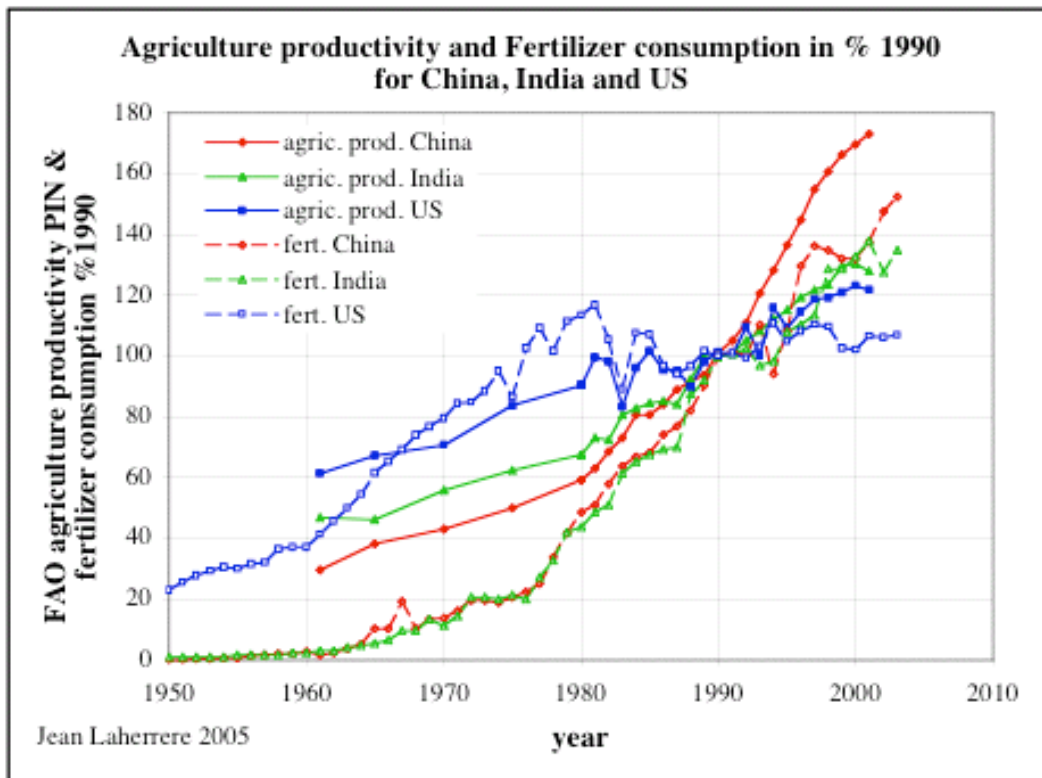


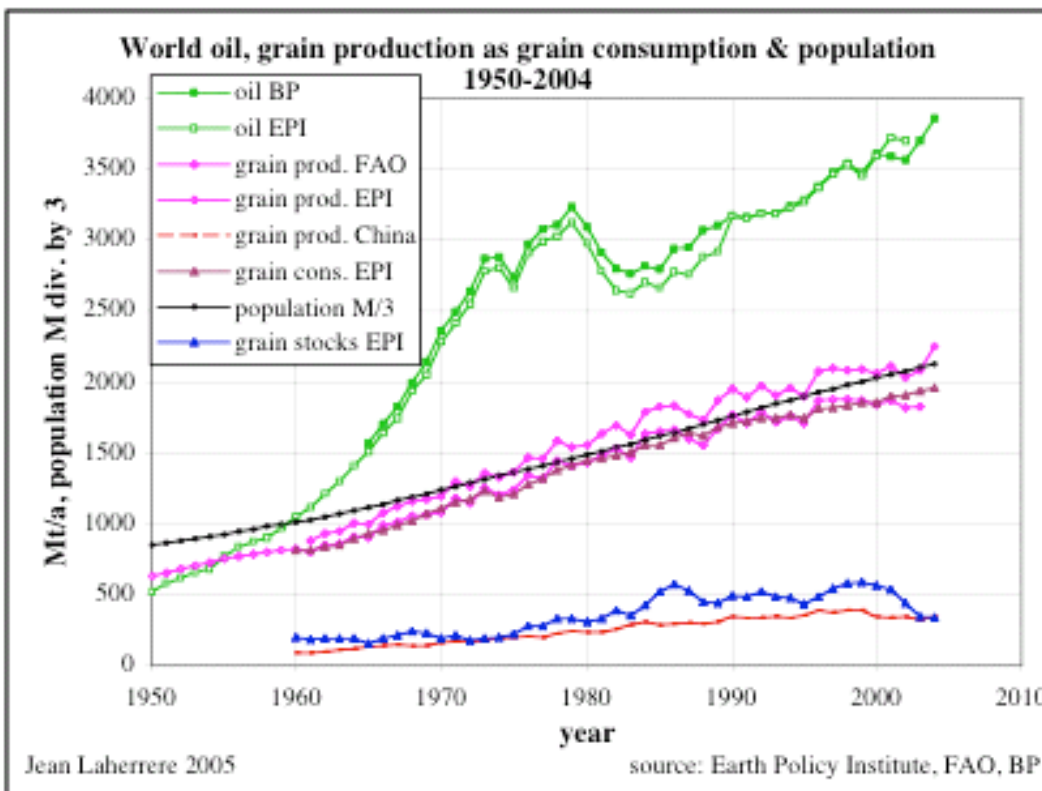
Figure 32: **Productivité agricole et consommation d'engrais 1950-2003 en Chine, Inde et US en % 1990**



-production agricole et consommation

La production de pétrole a beaucoup plus augmenté que la production de céréales qui plafonne depuis 1996 (limite surface cultivable et irrigation) alors que la population augmente plus ainsi que la consommation. Les réserves baissent depuis 5 ans.

Figure 33: **Production mondiale de pétrole et de grain avec consommation et stocks & population 1950-2004**



L'agriculture, qui plafonne pour l'alimentation, ne pourra pas satisfaire la demande en biocarburants espérée dans le futur, en plus des problèmes de bilan énergétique (le bilan en énergie est proche du zéro pour l'éthanol à partir de la biomasse).

Les stocks mondiaux de riz montrent une baisse spectaculaire depuis 2000

Figure 34: **Stocks mondiaux de riz 1965-2003**

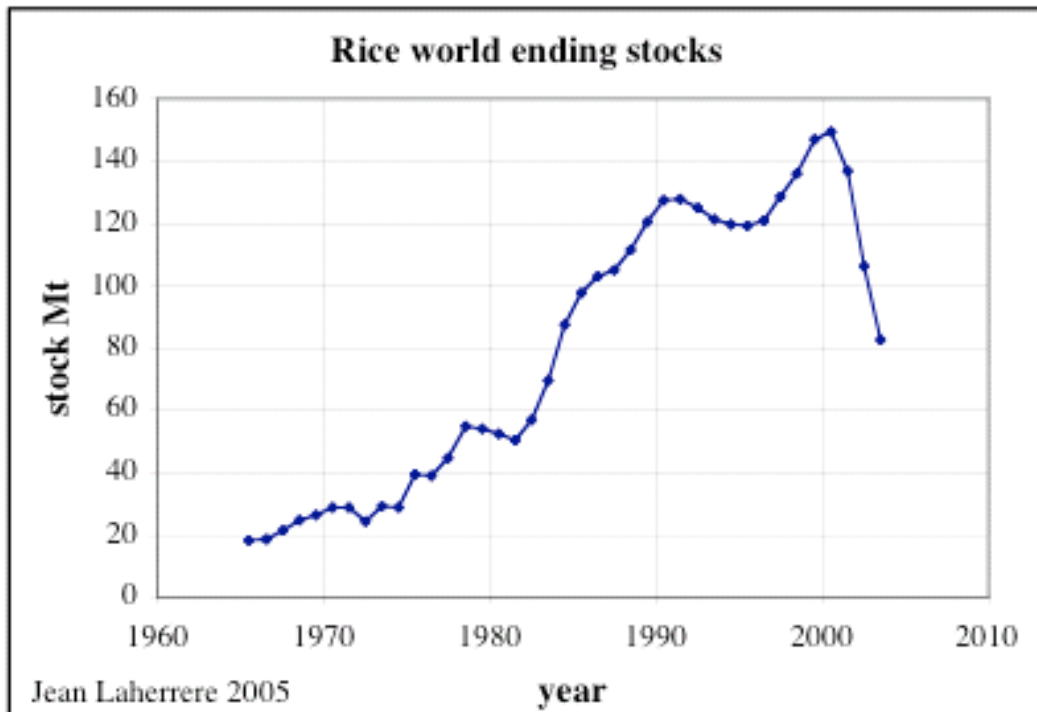
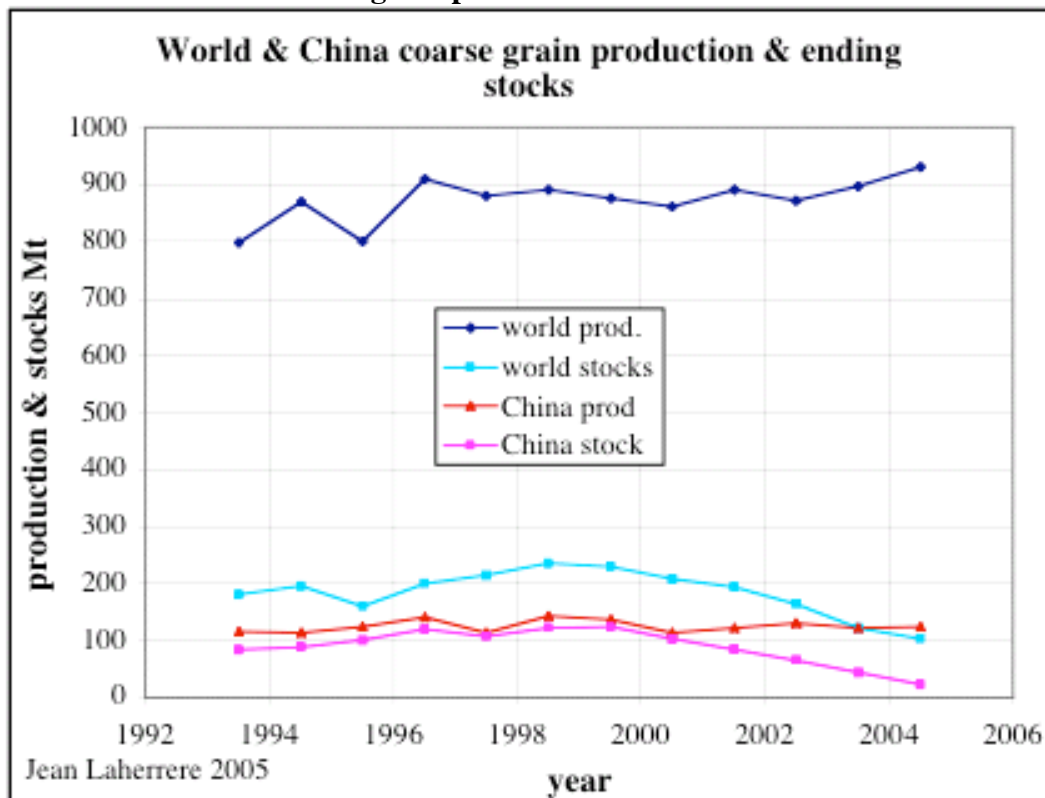
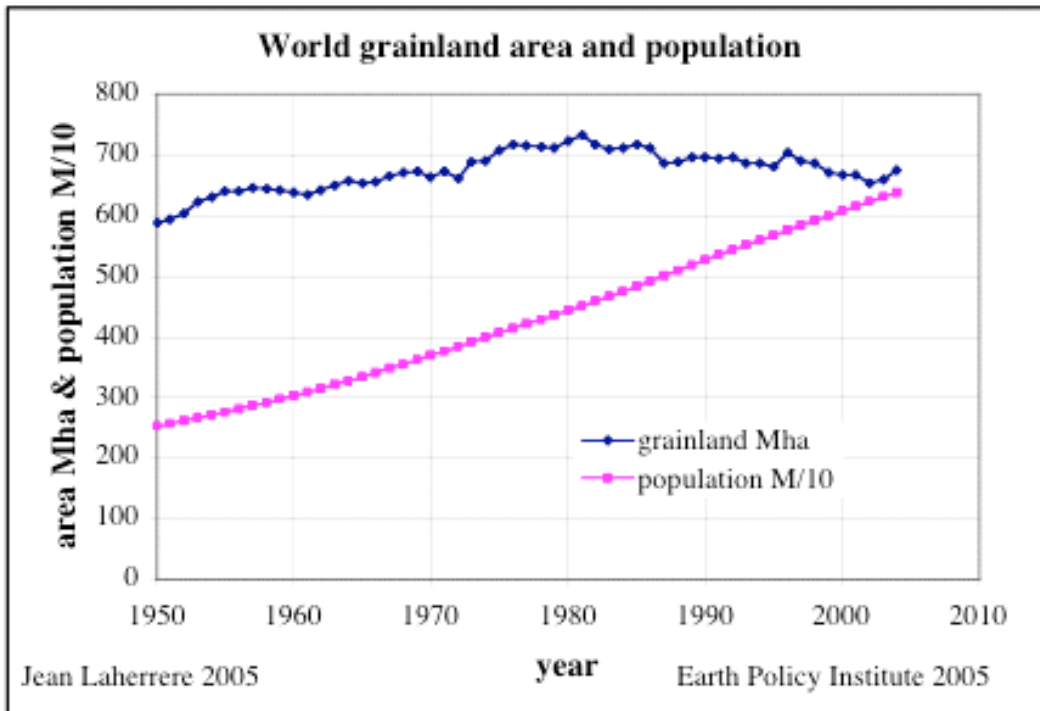


Figure 35: **Production et stocks de grain pour le monde et la Chine 1993-2004**



La population mondiale a cru beaucoup plus que la surface des céréales et l'augmentation de la productivité ne suffit plus

Figure 36: **Surface des céréales et population 1950-2004**

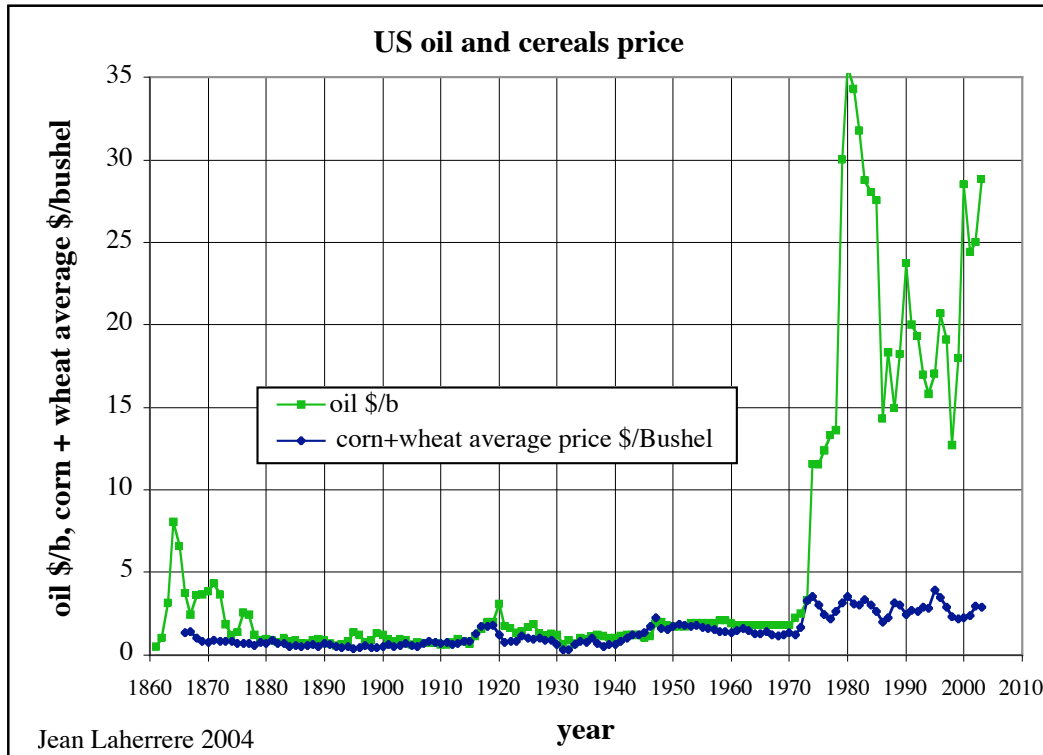


-prix comparés pétrole céréales

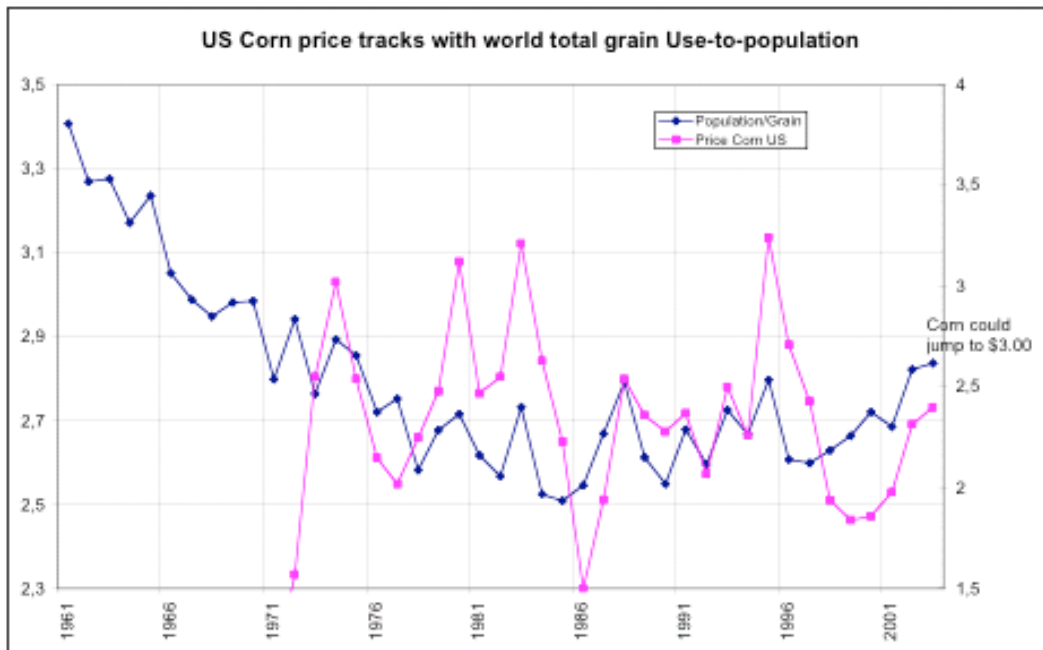
Le prix courant du bushel de blé et de maïs aux US était du même ordre que le prix du pétrole de 1880 à 1973, depuis le prix du blé a doublé alors que le prix du pétrole a été multiplié par 10.

Le prix des céréales aux US est donc très sous-évalué par rapport au pétrole. Les subventions ont faussé la donne!

Figure 37: **prix du pétrole et des céréales 1860-2004 aux US**

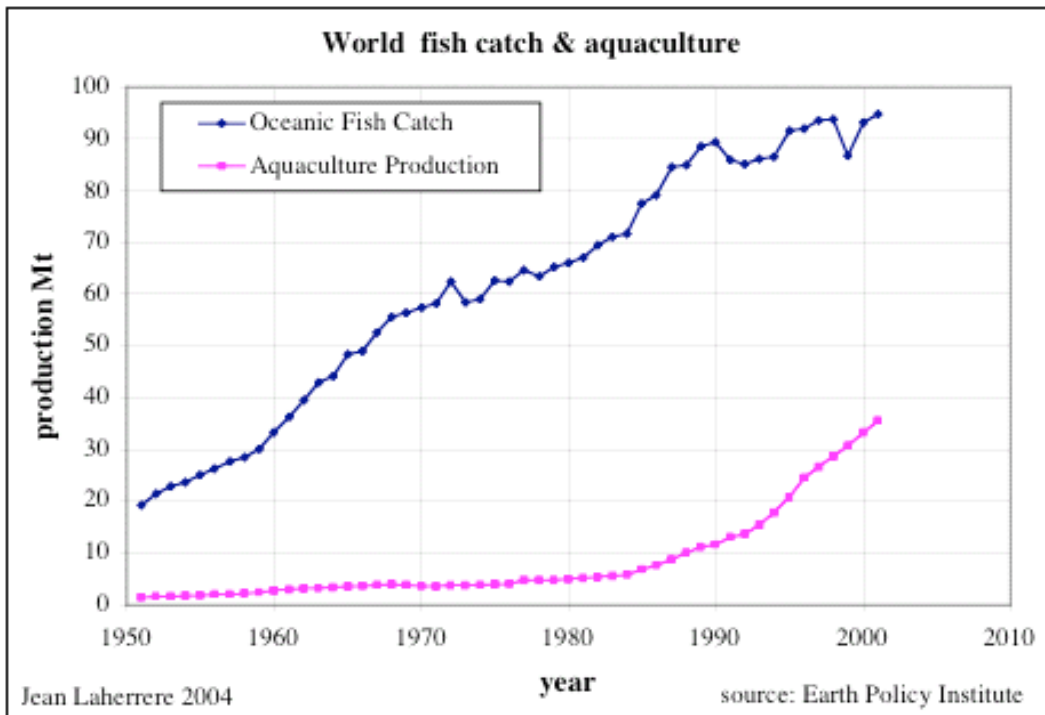


Le nombre d'habitants par unité de production mondiale de maïs a diminué de 1960 à 1995 et augmente depuis, en ligne avec le prix du maïs qui devrait donc augmenter dans un futur proche
 Figure 38: **prix du maïs aux US comparé au nombre d'habitants par unité de production de maïs 1961-2003**

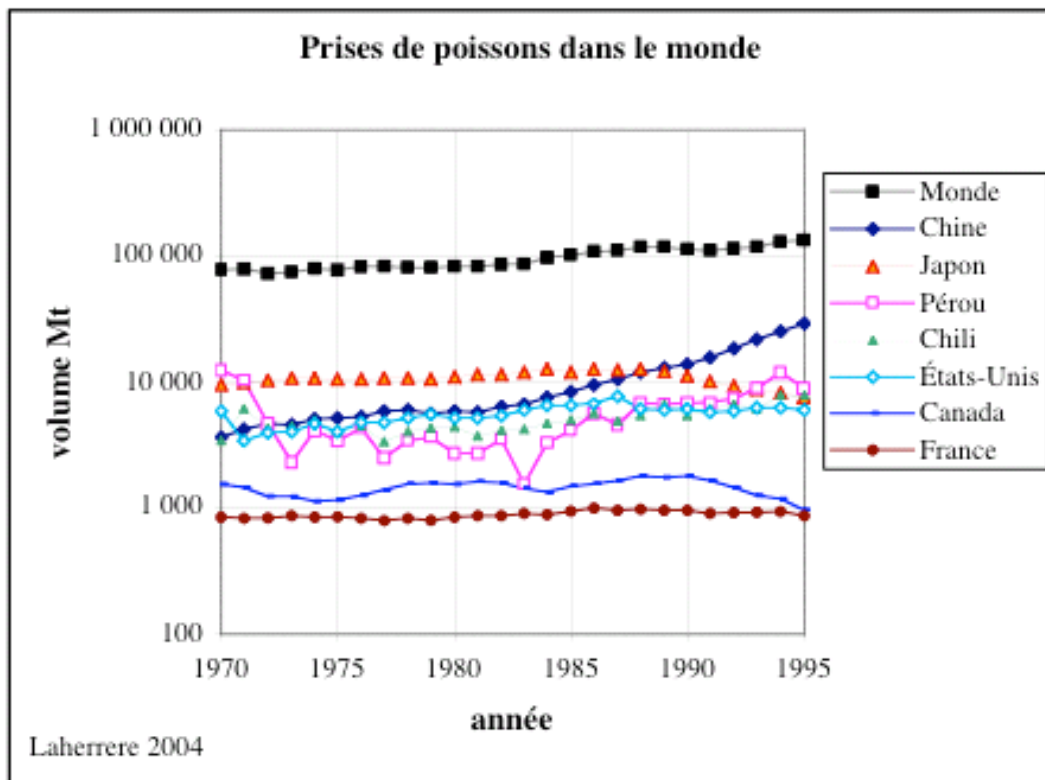


-pêche

La prise mondiale de poissons plafonne depuis 1990 alors que l'aquaculture démarre depuis
 Figure 39: **Prise mondiale de poissons et aquaculture 1950-2003**



Si la prise mondiale plafonne, la Chine augmente, mais le Japon et Canada décroît.
 Figure 40: **Prise de poissons 1970-1995**

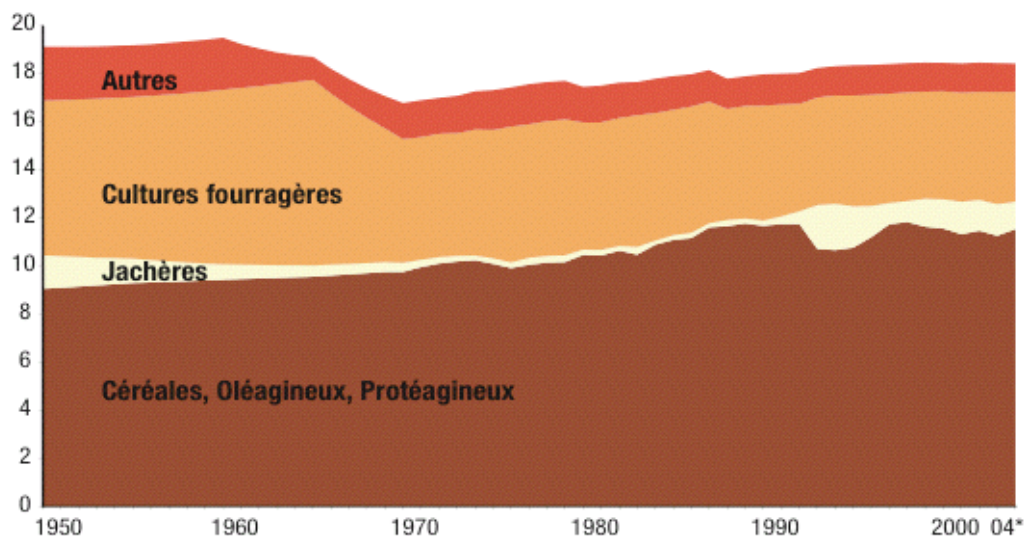


-Agriculture en France

la surface des terres arables plafonne

Figure 41: **surface des terres arables en France 1950-2004**

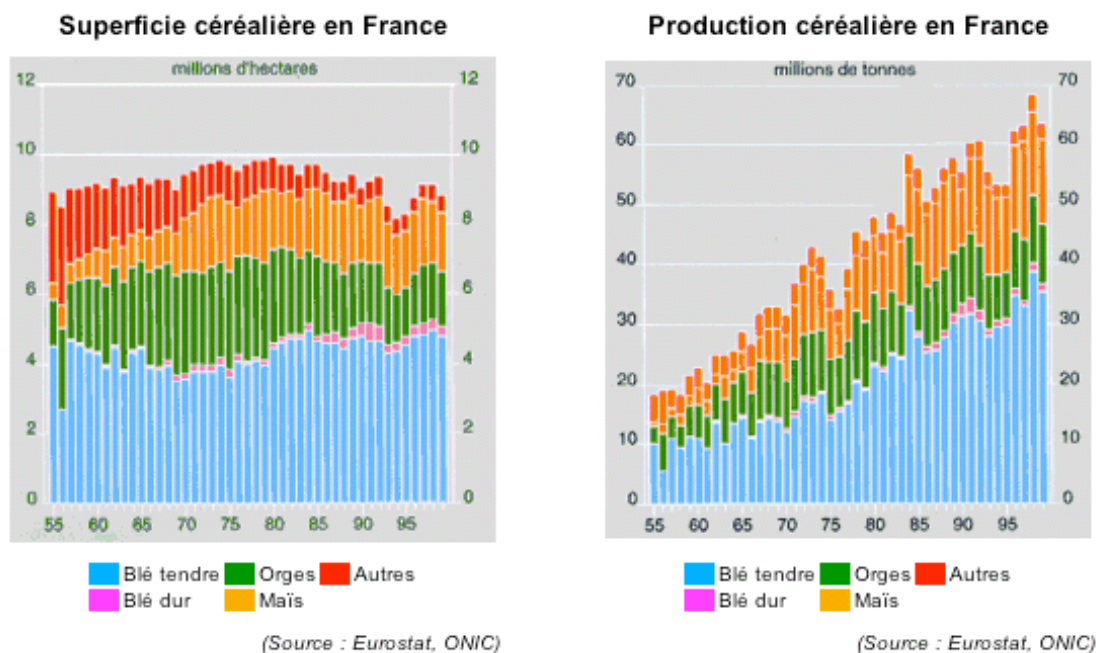
Terres arables (en millions d'hectares)



*Estimation. Source : Agreste.

Si la superficie céréalière diminue, la production augmente

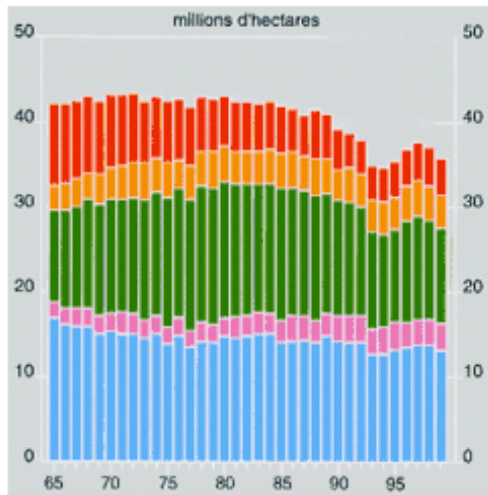
Figure 42: superficie et production céréalière en France 1955-2000



Il en est de même en Europe

Figure 43: superficie et production céréalière en Europe 1955-2000

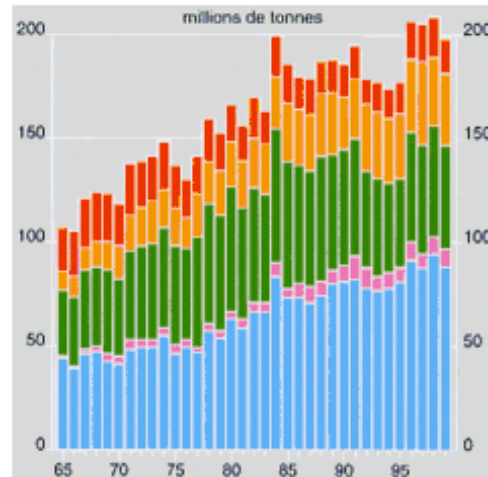
Superficie céréalière dans l'Union Européenne



Blé tendre Orbes Autres
Blé dur Maïs

(Source : Eurostat, FAO, CIC USDA, Sigma UE à 15 pour toute la période)

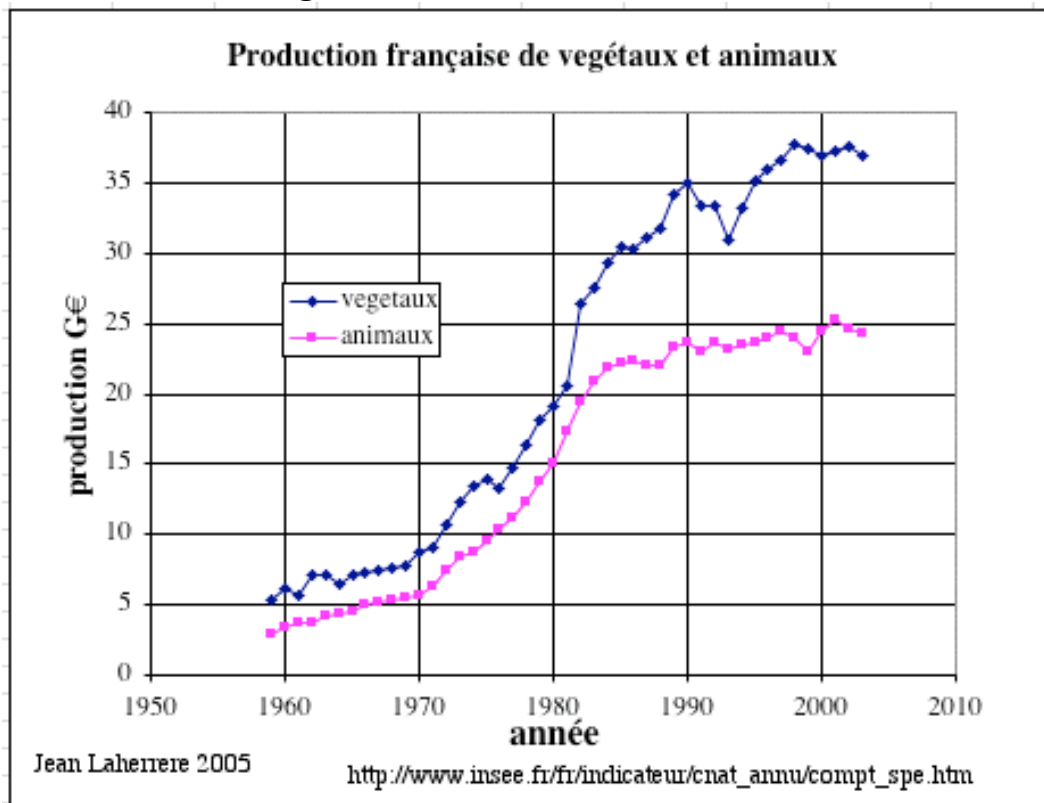
Production céréalière dans l'Union Européenne



Blé tendre Orbes Autres
Blé dur Maïs

(Source : Eurostat, FAO, CIC USDA, Sigma UE à 15 pour toute la période)

La production de végétaux et d'animaux semble toutefois culminer depuis 5 ans
Figure 44: **Production de végétaux et d'animaux en France 1959-2003**

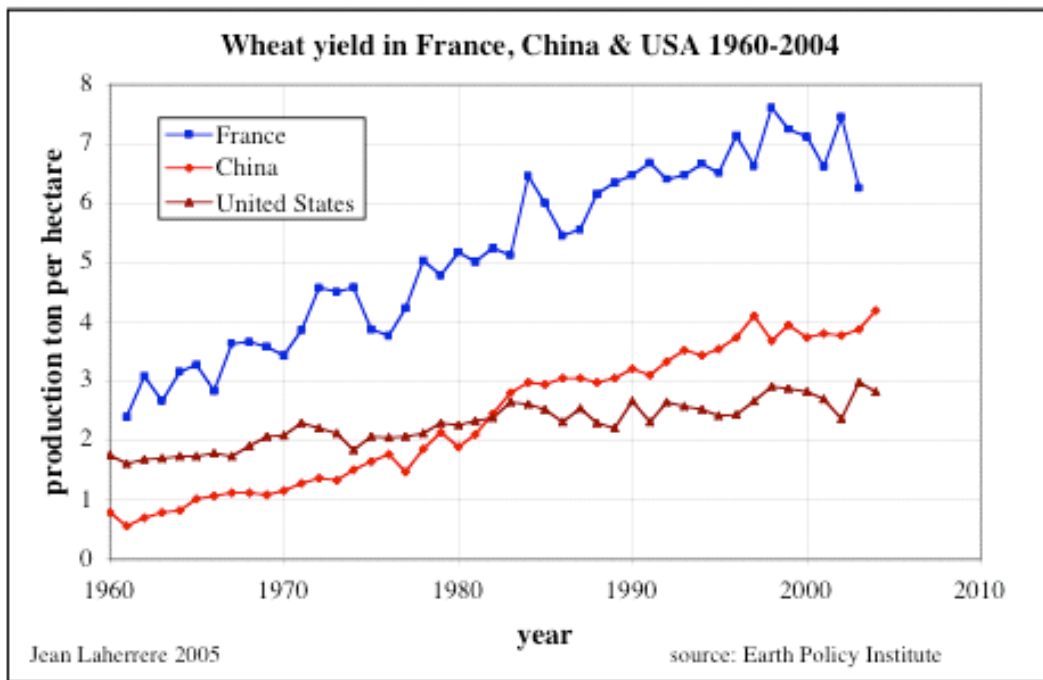


Jean Laherrère 2005

http://www.insee.fr/fr/indicateur/cnat_annu/compt_spe.htm

Le rendement du blé est très supérieur en France comparé à la Chine qui a dépassé les US depuis 1984

Figure 45: **rendement du blé en France, Chine et US 1960-2004**

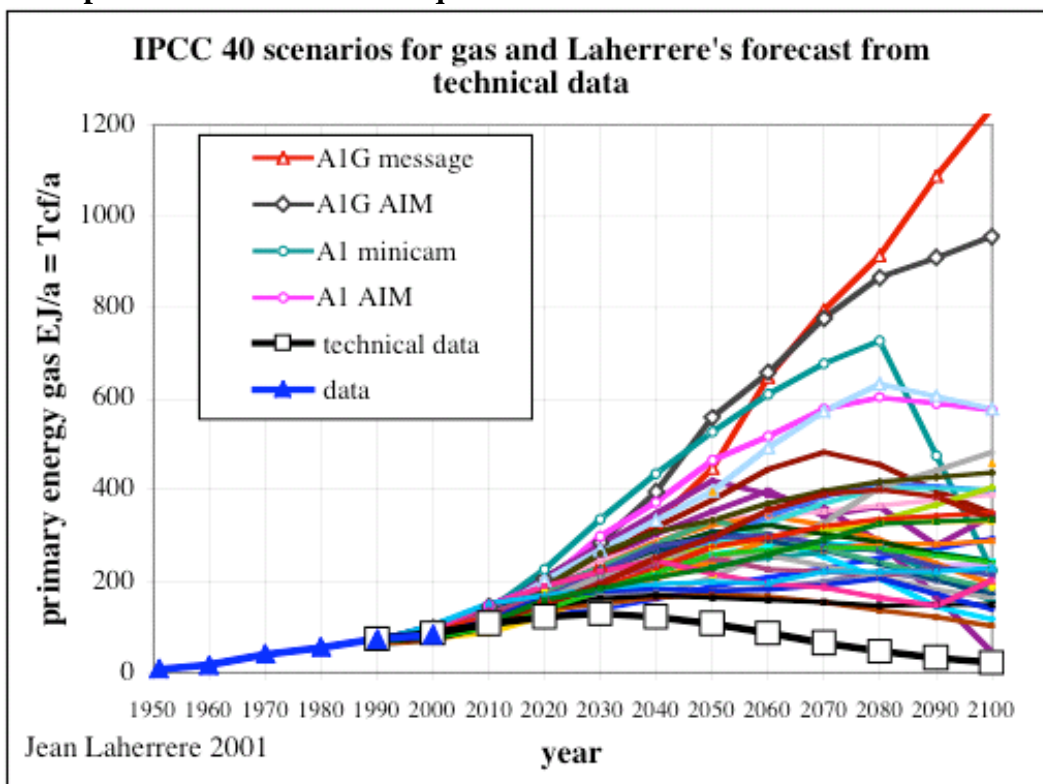


-Changements climatiques

-Scénarios du GIEC

Le rapport GIEC (Groupement intergouvernemental sur le changement climatique) 2001 (TAR), utilisé par les promoteurs du protocole de Kyoto, est basé sur 40 scénarios de consommations énergétiques (SRES) fournis par l'IASA.

Figure 46: scénarios IASA du rapport GIEC pour la consommation de gaz comparés à la prévision à partir des données techniques 1950-2100



IASA croit à l'âge du gaz sans limite grâce aux hydrates: c'est du rêve!

-Conclusions

- une croissance constante n'a pas d'avenir dans un monde fini
- la société de consommation a pour but la croissance, qui est le Père Noël des politiciens
- tout ce qui monte doit descendre: tout est cyclique avec plusieurs pics et le déclin inévitable
- il n'y a pas de consensus sur les définitions
- publier des données est un acte politique et dépend de l'image que l'on veut présenter
- les données sont très douteuses ou absentes, notamment pour l'OPEP qui détient 80% des réserves
- les données publiques sont politiques et divergentes avec les données techniques qui sont confidentielles
- les réserves techniques sont incertaines vue la complexité géologique et confidentielles vue la compétition
- il faut obliger de fournir une fourchette (mini, espéré et maxi) et non un chiffre unique
- l'augmentation des prix du pétrole n'apporte pas une augmentation des réserves conventionnelles ou des découvertes
- mythe des schistes bitumineux et des hydrates, c'est le bilan énergétique qui importe et non le coût espéré
- la technologie ne peut changer la géologie des réservoirs
- la production imite la découverte avec un certain retard (5 à 50 ans), mais est contrainte par la demande
- les découvertes de pétrole des EU ont culminé dans les années 30 et la production a culminé en 1970.
- les découvertes mondiales de pétrole ont culminé dans les années 60 et la production culminera la prochaine décennie
- les prévisions sur la demande d'énergie sont uniquement basées sur le désir politique d'une croissance constante sans se préoccuper de l'offre
- toute prévision qui montre moins de passé que de futur est trompeuse
- le pic du pétrole peut être un plateau en tôle ondulée si l'économie mondiale entre en crise, ce qui est probable
- la croissance de la consommation de pétrole en Chine est insoutenable et cette bulle peut éclater
- la production mondiale de gaz culminera après le pétrole, mais une pénurie locale de gaz est probable en Amérique du Nord et aussi en Europe, bien avant la pénurie de pétrole
- les ressources de charbon semblent surestimées et un bon inventaire est nécessaire
- les combustibles fossiles culmineront vers 2030, mais la consommation par habitant, stable depuis 25 ans, le restera pour les 25 prochaines années
- il ne faut pas éliminer une source d'énergie par conviction, le monde aura besoin de toutes les diverses formes
- les scénarios du dernier (3e) rapport GIEC 2001 (changement climatique) des consommations de combustibles fossiles sont irréalistes, rendant les conclusions peu fiables et le prochain rapport (4e pour 2007) a décidé de garder les mêmes. C'est consternant!
- il n'y a pas d'alternative dans le transport au pétrole, sinon le pétrole synthétique
- l'agriculture a atteint ses limites (productivité, surface, eau) et ne pourra pas nourrir plus d'habitants et aussi fournir du biocarburant
- l'agriculture dépend fortement du pétrole et du gaz
- quand le prix du pétrole augmente, il faut augmenter le prix des produits de la terre et de la pêche, c'est aux consommateurs de payer et non aux contribuables. Les subventions faussent la donne!
- le coût de l'énergie ne représente que 5% du PIB alors que sa contribution y est de 50%; il serait normal de payer l'énergie à son juste coût (prix des énergies renouvelables sans subvention), soit un prix plus élevé. Il en est de même des produits agricoles.
- toutes les subventions, quelque elles soient, devraient être supprimées au bout de 5-10 ans maximum
- il faut que le consommateur accepte de changer de comportement et d'économiser l'énergie pour que les besoins futurs en énergie soient satisfaits sans crise majeure. Il ne le fera que par nécessité.

- la croissance de la consommation ne peut continuer indéfiniment dans un monde fini où la population va culminer. Le « Toujours plus » des Français doit être abandonné
- le creux de consommation de pétrole de 1980 à 1990 est dû aux économies d'énergie déclanchées non par les prix élevés de 1979, mais par le sentiment que le prix du pétrole allait tripler en 1990. Les prévisions officielles sont pour 25\$/b en 2020, il faudrait qu'elles soient pour 100 \$/b pour que ça change!
- il faut que cela aille mal vite, pour que cela aille mieux plus tard.
- seul un prix élevé de l'énergie (aligné sur son vrai coût) peut amener les changements nécessaires pour inciter le consommateur à économiser et ne plus chercher à toujours consommer plus, se posant la question de ce qu'il va laisser à ses petits-enfants?

NB: pour avoir plus de détails allez à <http://www.oilcrisis.com/laherrere> voir les papiers récents

Annexe: **Changements climatiques et ages géologiques**

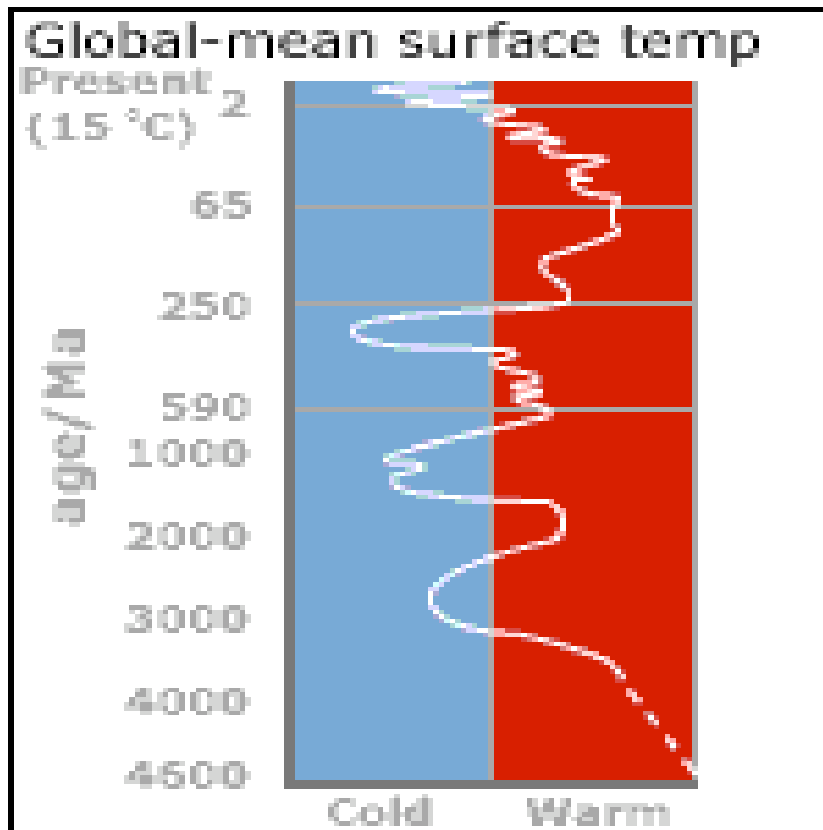
-Ages géologiques

Nous vivons dans une période interglaciaire à l'intérieur d'un épisode glaciaire qui a démarré depuis 2 millions d'années. Le dernier épisode glaciaire s'est produit, il y a 300 millions d'années. Il y a glaciation quand la dérive des continents amène des continents aux pôles (ou autour). Depuis la naissance de la terre, la température a été, pendant 90% de son temps, supérieure à la période actuelle.

Il est certain que nous allons vers une nouvelle glaciation dans quelques milliers d'années et que le permafrost se retrouvera à Paris et la glace sur New York.

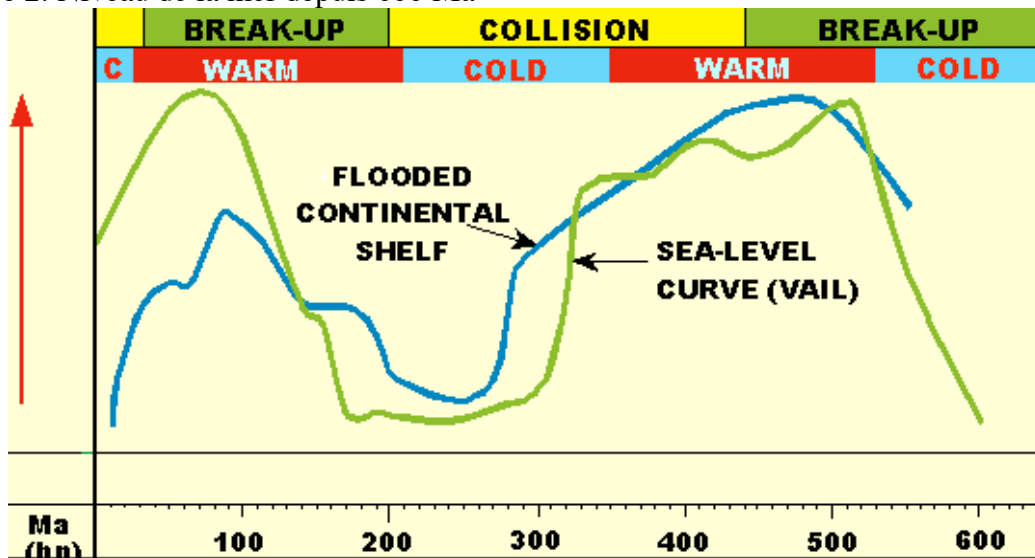
L'homo sapiens a su s'adapter en se déplaçant vers des lieux plus cléments, il était mobile, mais nous ne le sommes plus.

Figure 1: Température de la Terre depuis sa naissance



Il y a 15 000 ans durant la dernière glaciation, le niveau de la mer était 120 m plus bas, mais durant le Crétacé, il n'y avait pas de continents aux pôles, le niveau de la mer et le CO2 étaient bien plus élevés que maintenant, donnant d'ailleurs les roches-mères qui ont généré pas mal de pétrole produit actuellement.

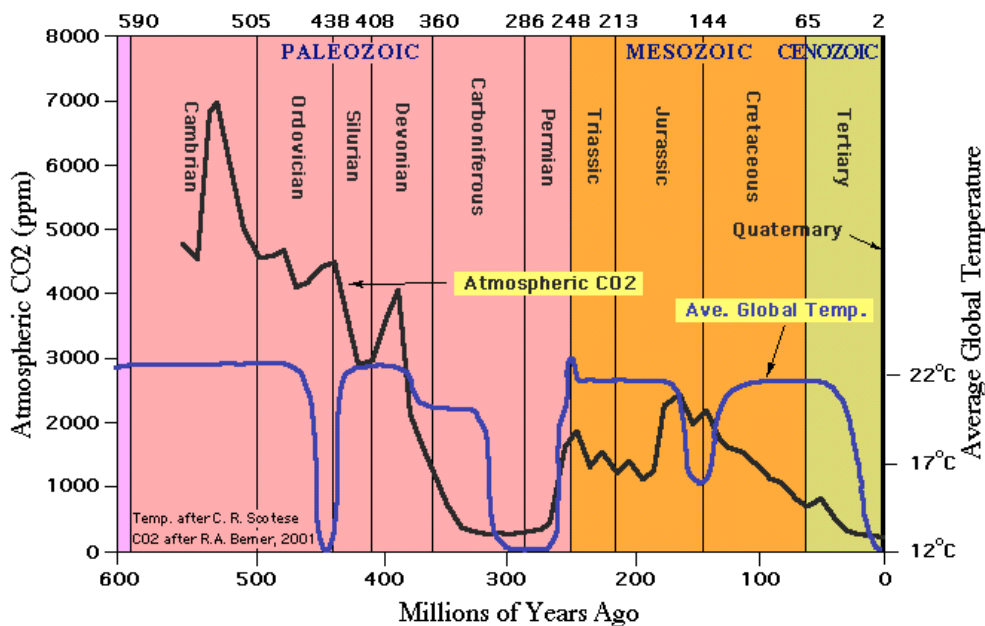
Figure 2: Niveau de la mer depuis 600 Ma



Le taux de CO2 et la température durant le Carbonifère (geocraft.com), qui a produit des forêts abondantes qui se sont transformées en charbon, étaient de l'ordre des valeurs actuelles, alors que durant le reste des périodes géologiques ils étaient bien supérieurs.

Figure 3: Température et CO2 durant 600 Ma

Global Temperature and Atmospheric CO₂ over Geologic Time



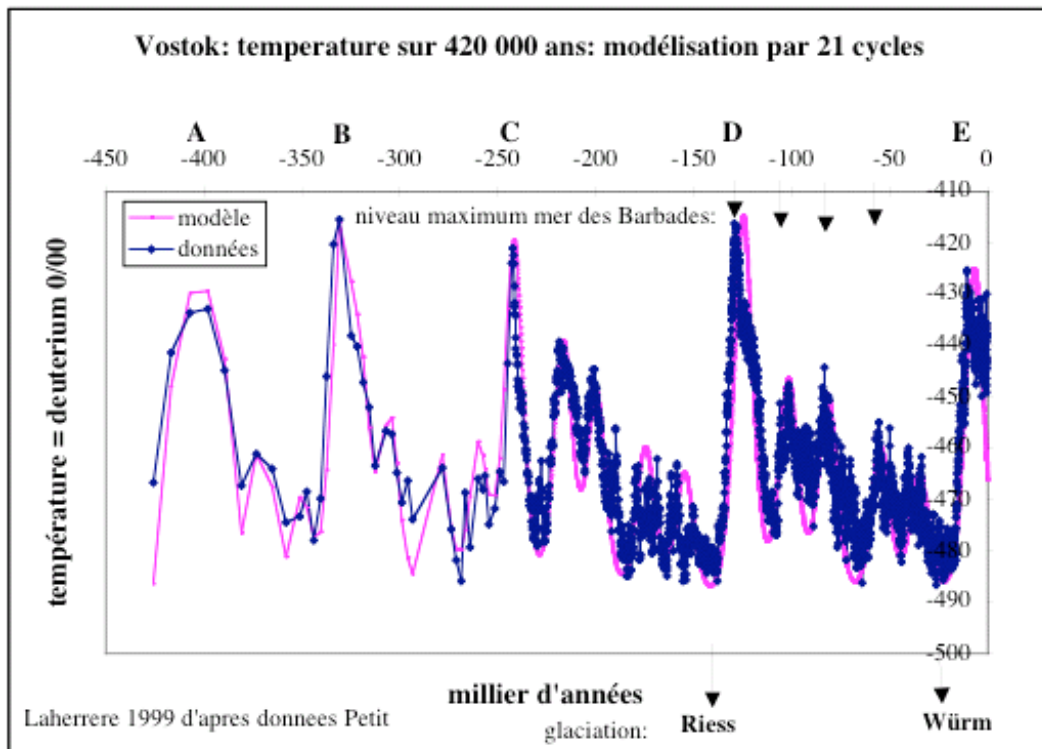
Late Carboniferous to Early Permian time (315 mya -- 270 mya) is the only time period in the last 600 million years when **both** atmospheric CO₂ and **temperatures** were as low as they are today (Quaternary Period).

-mesures des derniers millénaires

La température n'est mesurée directement avec un thermomètre que depuis 2 siècles, avant il faut faire appel à des mesures indirectes sur les sédiments, les fossiles, les végétaux, les glaces, mais les calibrations sont délicates.

Pendant 420 000 ans d'après les glaces de Vostok (Antarctique), les périodes interglaciaires ont été en minorité et nous allons vers une nouvelle glaciation. La température de Vostok peut être modélisée avec 21 cycles de même période montrant bien le caractère astronomique de ces variations (comme l'avait montré Milankovitch)

Figure 4: température mesurée à Vostok depuis 420 000 ans



Les variations dépendent surtout de l'insolation de la terre (le mot climat vient du grec klima c'est-à-dire l'inclinaison du soleil en un lieu) qui varie en fonction de l'excentricité de l'orbite terrestre, de l'angle d'inclinaison de la Terre et de la précession des équinoxes.

Le 3^e rapport GIEC montre un graphique depuis l'an 1000 où les températures d'après les cernes des arbres sont plates sauf la période actuelle ce graphique a été appelé la « crosse de hockey » (site John Daly) et est très controversé, car il nie la période médiévale chaude et le petit âge glaciaire, qui est bien décrit dans la littérature en absence de mesure chiffrées de température.

Figure 5: Température estimée par Mann d'après les cernes des arbres = la crosse de hockey

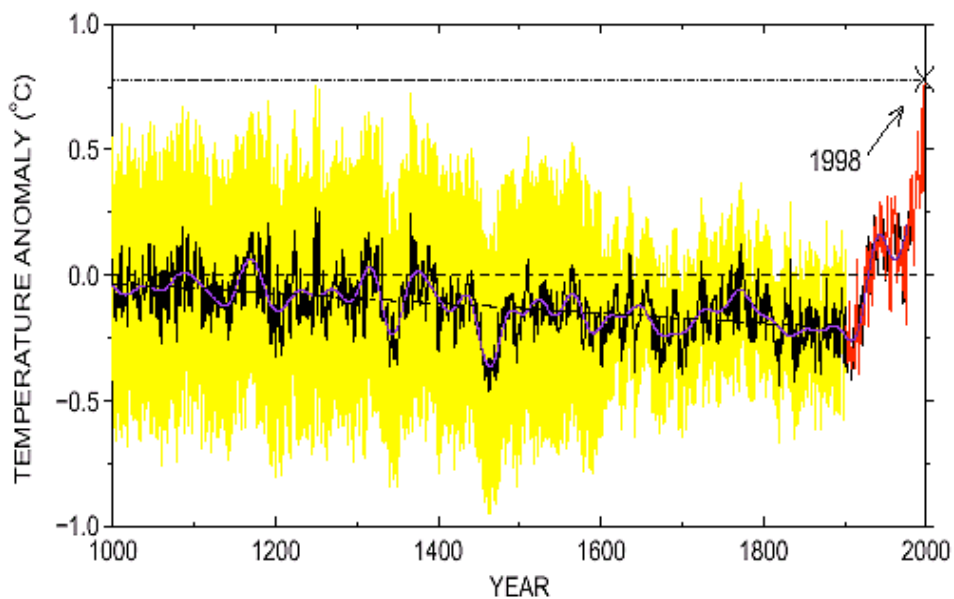


Figure 4: The 'Hockey Stick'

La période actuelle est décrite comme la plus chaude depuis la dernière glaciation, mais la technique des cernes des arbres qui travaille sur des fréquences à courtes périodes (saisons) ne peut reconstituer les fréquences à longue période (siècle) car les arbres évoluent lentement. C'est un problème bien connu en géophysique pétrolière dans la reconstitution des sismogrammes synthétiques.

La controverse porte sur la période chaude médiévale durant laquelle les cathédrales ont été construites, où les Vikings ont atteint l'Amérique et colonisé le Groenland qui était vert et où la taille moyenne des Européens (Steckel 2004) était identique à la nôtre, alors que le petit âge glaciaire qui a suivi 1350-1850 a vu les épidémies, les guerres et la taille moyenne des Européens réduite de 6 cm et les Européens ont abandonné le Groenland.

La période chaude médiévale (900 BP) est bien vue dans les tourbes chinoises ou la mer des Sargasses.

Figure 6: Température depuis 6000 ans (Baliunas & Soon 2000)

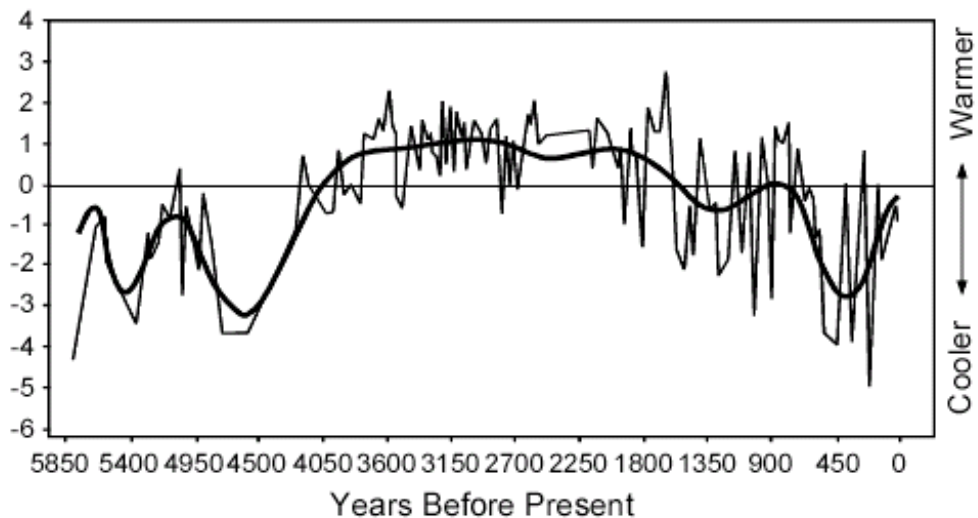


Figure 1. Changes in the relative level of oxygen isotope for the last 6,000 years from peat bogs in northeastern China (from Y.T. Hong, and colleagues).

Figure 7: Température depuis 3000 ans

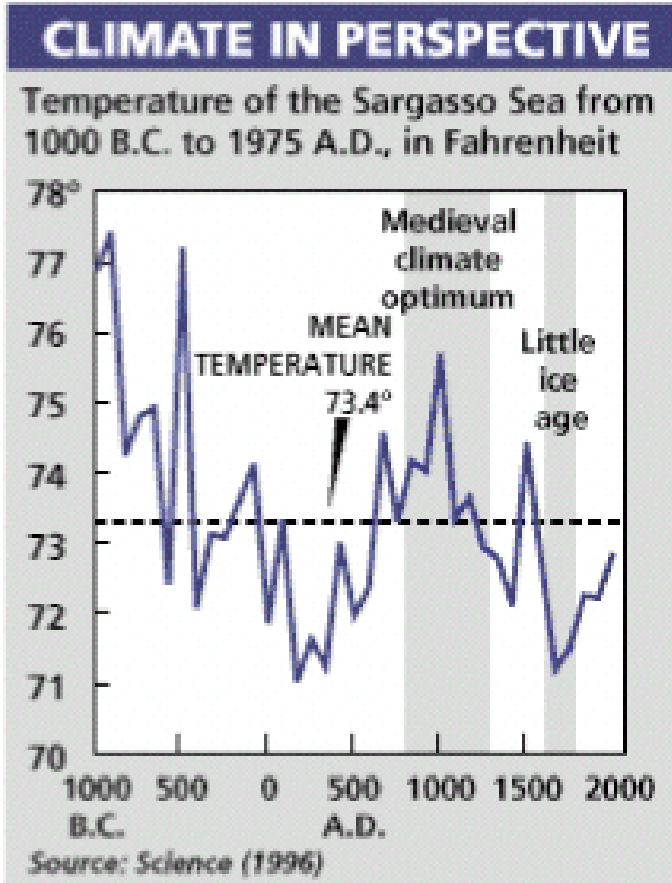
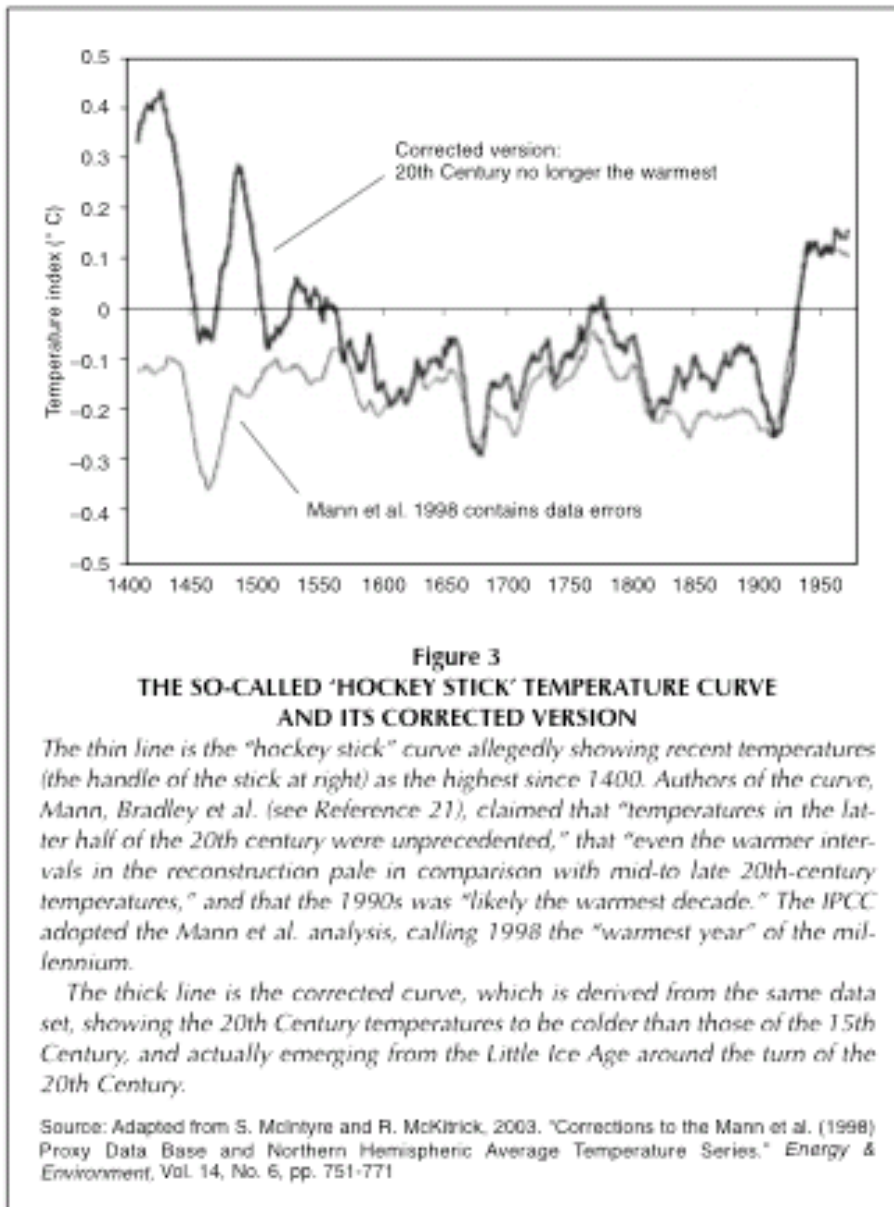


Figure 8: correction de la crosse de hockey par Jaworowski



-corrélation température, CO2 et CH4

Il y a une relation entre la température; le CO2 et le méthane CH4. **Mais le CO2 suit la température et non le contraire comme le pensent beaucoup.** Toutefois il est difficile de comparer le CO2 d'il y a 400 000 ans (intervalle des mesures est d'environ 2000 ans) avec le taux actuel il faudrait prendre la moyenne sur un intervalle équivalent. L'âge du pétrole ne sera qu'une étoile filante dans quelques millénaires dans les glaces de l'Antarctique!

Figure 9: température, CO2 & CH4 à Vostok

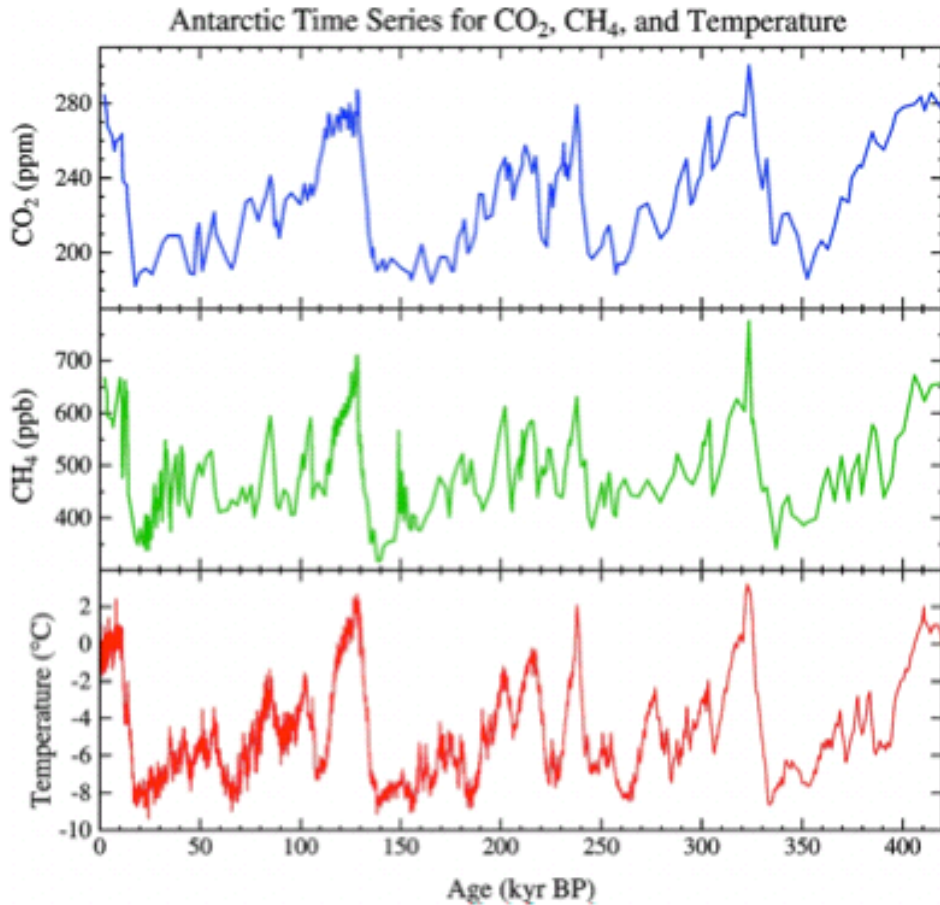
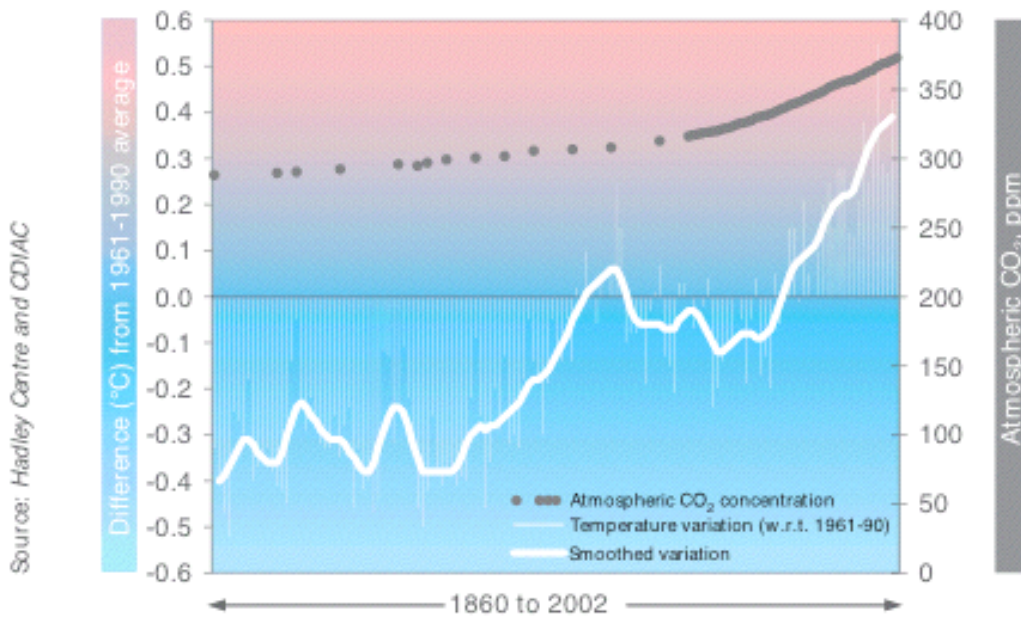


Figure 2. Record of atmospheric temperature, CO₂ and CH₄ extracted from Antarctic ice core by Petit et al. (*Nature*, 399, 429, 1999)

La courbe de CO₂ (qui a une vie de l'ordre de 100 ans dans l'atmosphère) suit la courbe de température avec un retard de 500 à 1500 ans (le cycle des océans est de l'ordre de 1000 ans). L'augmentation de la température empêche la dissolution du CO₂ et fait augmenter le CO₂. Sur les mesures récentes, la température mondiale a baissé de 1945 à 1973 (les Trente Glorieuses) alors que le CO₂ montait!,

Figure 10: température et CO₂ 1860-2002



Le creux de température de 1945 à 1973 correspond au maximum de croissance des émissions de CO₂, contraire aux théories du GIEC!

Figure 11: Emissions de Co2 des combustibles fossiles

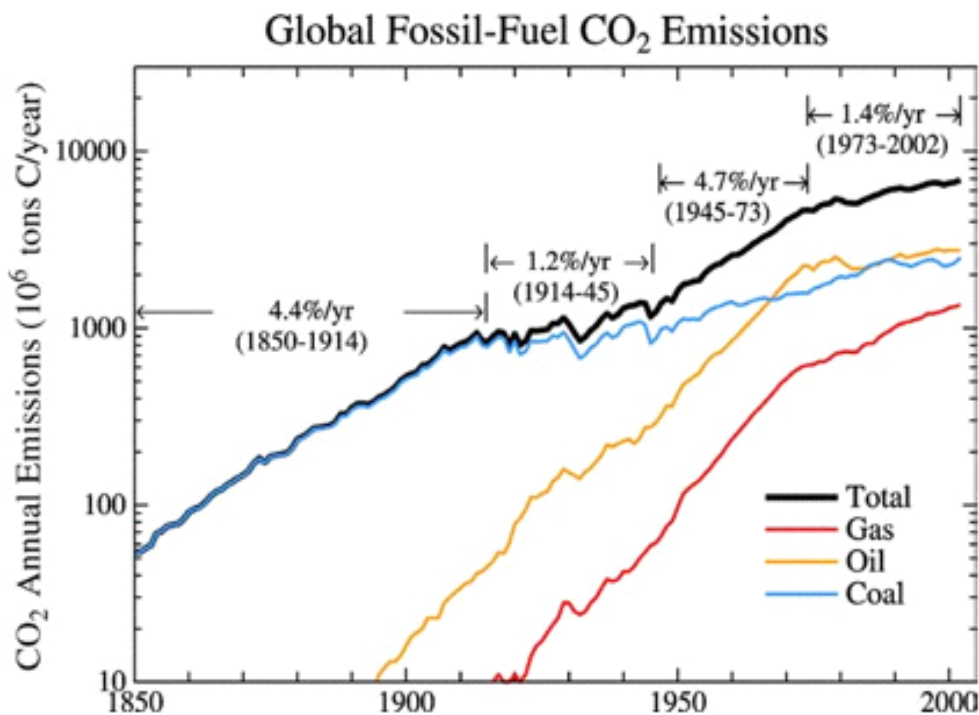


Figure 11. Global fossil fuel CO₂ emissions based on data of Marland and Boden [References 1a and 11]; 2001-2002 update based on Reference 11b.

Le 3^e rapport GIEC explique le creux de 1945-1975 par les aérosols (négligés dans le 2^e rapport). Les activités solaires ne sont pas prises en compte.

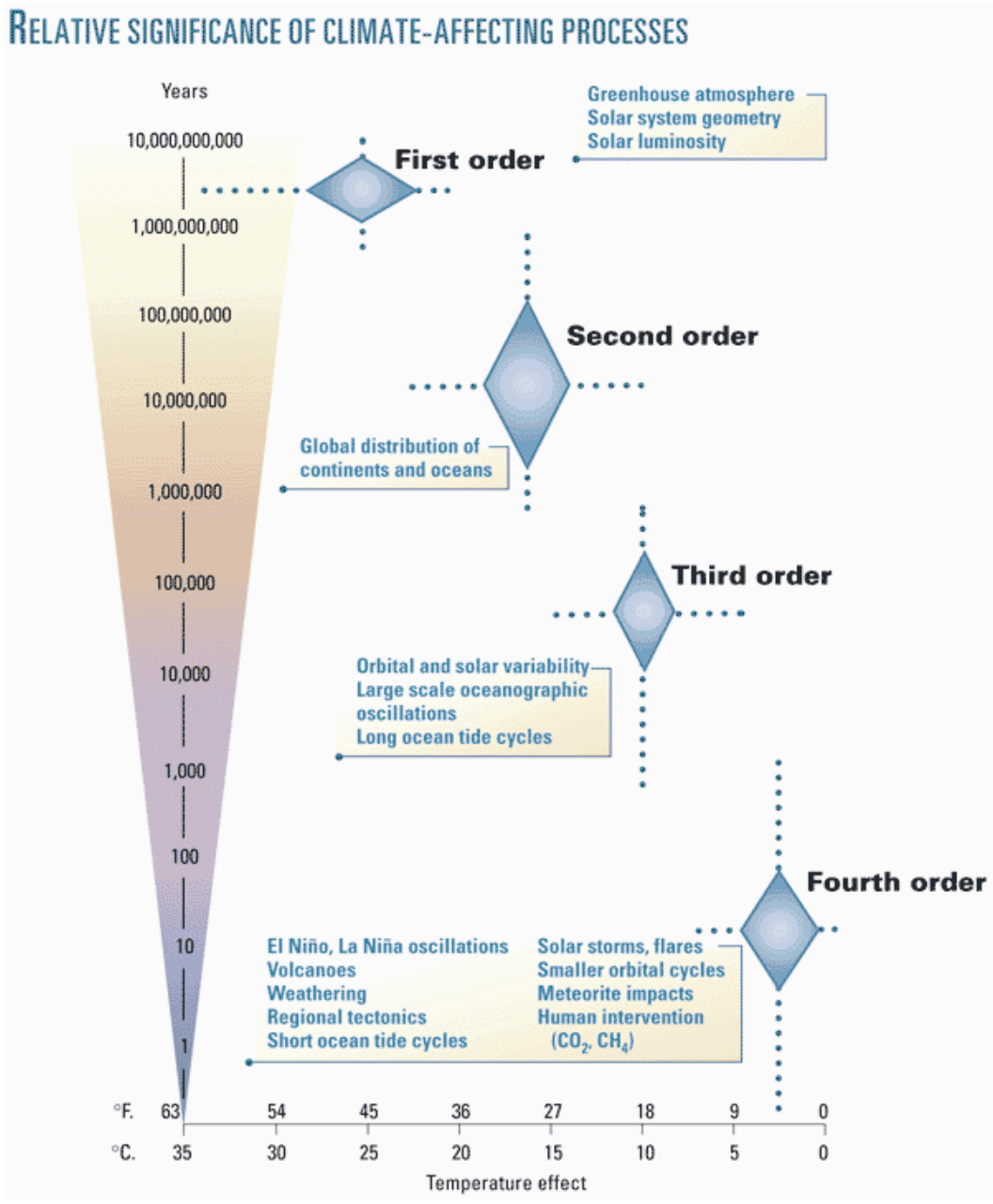
Le principal GES est la vapeur d'eau (60%) puis le CO₂ (25%)

-importance de l'activité humaine par rapport aux variations naturelles

Il y a deux écoles: d'une part, les rédacteurs du rapport GIEC, comprenant beaucoup de boursiers qui font de la modélisation sans aucune relation avec les réalités industrielles, qui estiment que l'activité humaine est la cause du réchauffement actuel et d'autre part de nombreux scientifiques prétendant le contraire où le naturel est plus fort que l'humain, dont notamment aux US Prof. Richard Lindzen (MIT) qui parle de comportement religieux, Fred Singer, en France Prof. Robert Vivian glaciologue, Prof. Marcel Leroux climatologue Lyon. Il y a de nombreux sites sur le sujet, mais le site de Jean Marc Jancovici donne de nombreux graphiques, mais, étant consultant en changement climatique, il favorise la première approche qui fait peur. Les adversaires de l'humain majoritaire se font insultés en disant qu'ils sont à la solde des pétroliers ! Tous les coups sont permis !

De plus le rapport GIEC 2001 utilise des scénarios énergétiques complètement irréalistes, basées sur des situations plus littéraires de vœux pieux que scientifiques et ses conclusions sont donc sans valeur. Il est évident que les activités humaines ont bien sur un impact sur le climat, mais il est faible par rapport aux événements naturels, notamment astronomiques. Toutefois Ruddiman (2005) prétend que les activités humaines ont perturbé le climat depuis 8000 ans en empêchant une nouvelle glaciation. Gerhard (2001) estime les émissions humaines comme du 4^e ordre, le 1^{er} étant le système solaire et l'atmosphère terrestre qui rend la Terre habitable, le 2^e la distribution des continents et des océans, la 3^e les variations d'orbite et des océans.

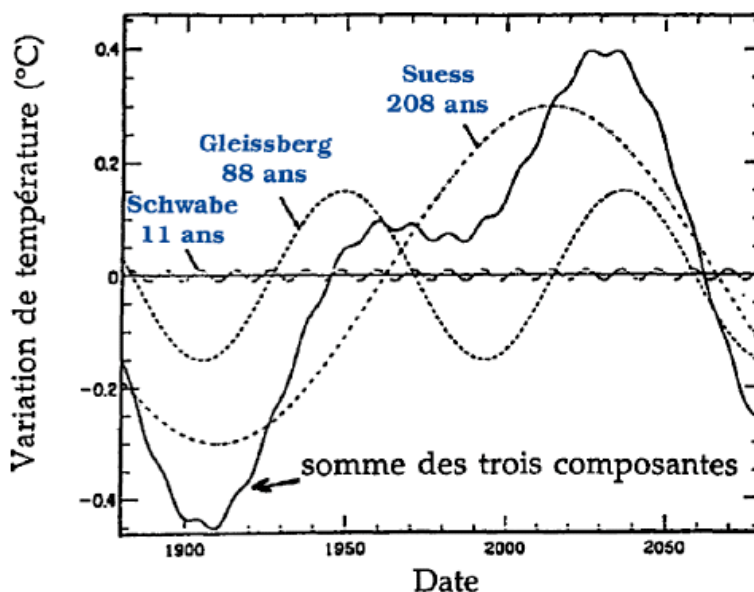
Figure 12: Les émissions humaines ne sont que du 4^e ordre dans le changement du climat



L'influence du soleil expliquerait la baisse de température de 1940 à 1970, et la montée ensuite, mais malheureusement une nouvelle baisse n'interviendrait qu'après 2030 (Nesme-Ribes & Thuillier 2000)

Figure 13: Impact du Soleil sur le climat 1880-2080

Climate and Solar Cycles Possible Effect



Damon & Jirikowic (1992)

-conclusions

On ne peut pas plus stabiliser le climat que d'empêcher les plaques tectoniques de bouger et de provoquer des tremblements de terre. Tout bouge, tout évolue. On va vers une nouvelle glaciation. Le réchauffement actuel est surtout la sortie du petit âge glaciaire de 1300 à 1850 après la période chaude médiévale qui était plus chaude qu'actuellement (le Groenland était vert)

Le CO2 est indispensable à la vie et n'a pas que des effets négatifs.

Beaucoup cherchent la chaleur pendant les vacances et à la retraite, pourquoi refuser que la température monte un peu vers ce qui était la norme, il y a quelques millions d'années ou même quelques siècles? De toute façon nous allons vers une nouvelle glaciation

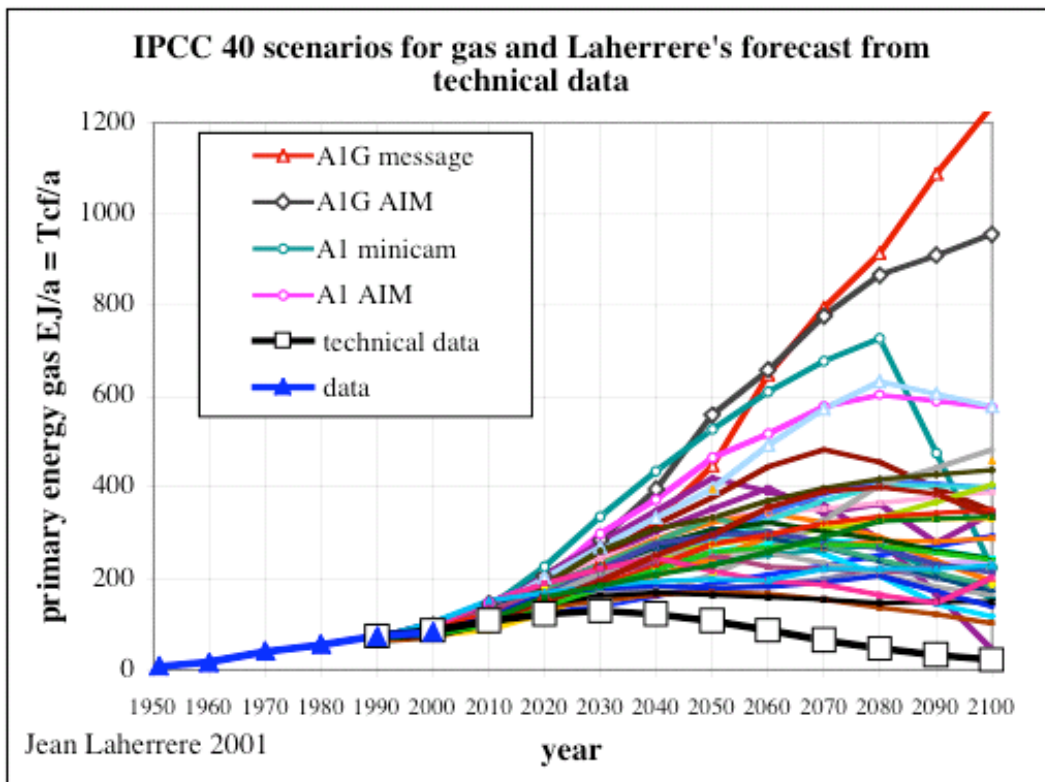
Kyoto est un mauvais protocole car il s'adresse seulement aux pays développés et se base sur 1990 (la Russie est alors très avantagée) alors que c'est le monde entier qui devait être concerné et principalement tous les citoyens. Or depuis qu'il est en application, pas un consommateur n'a changé de comportement. C'est à chacun de changer et non au voisin!

S'il faut faire des économies d'énergie, ce n'est pas pour le climat, mais pour laisser un peu de ressources à nos petits-enfants

-Scénarios du GIEC

Le rapport GIEC 2001 (TAR) utilise par les promoteurs du protocole de Kyoto est basé sur 40 scénarios de consommation énergétique (SRES) fournis par l'IIASA qui les a conçus sans aucun contact avec l'industrie.

Figure 14: scénarios IIASA du rapport GIEC pour la consommation de gaz comparés à la prévision à partir des données techniques



IIASA croit à l'âge du gaz sans limite grâce aux hydrates: c'est du rêve!

Figure 15: scénarios IIASA du rapport GIEC pour la consommation de pétrole comparés à la prévision à partir des données techniques

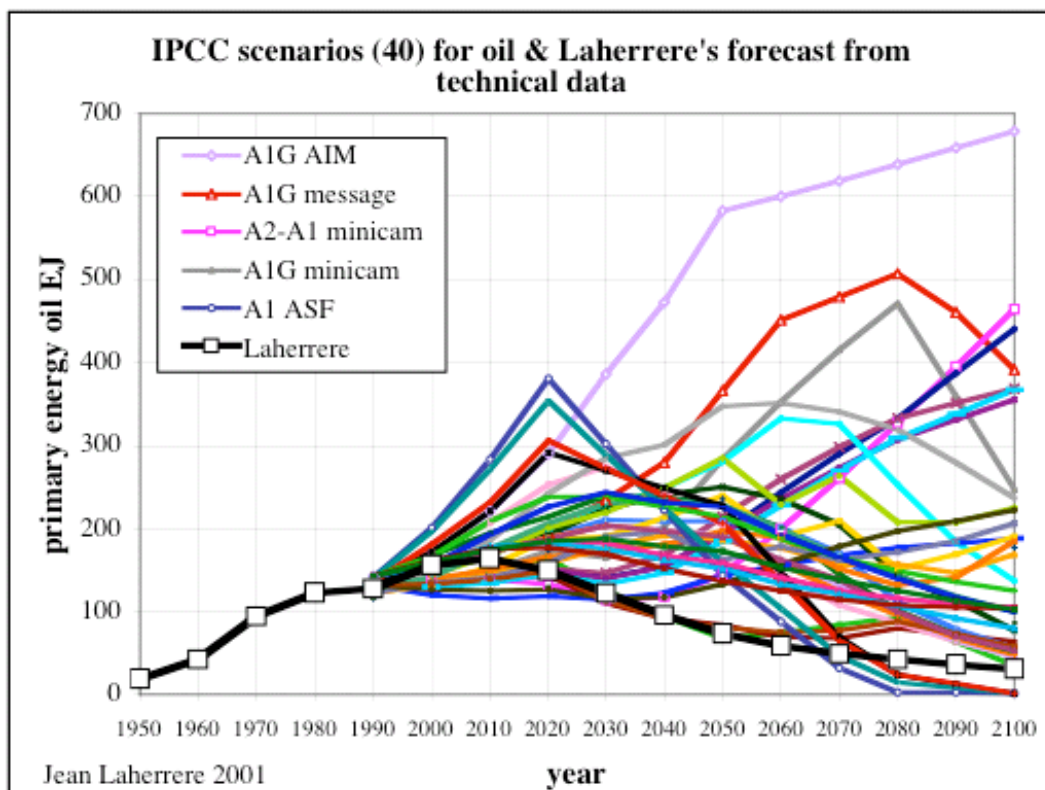


Figure 16: scénarios IIASA du rapport GIEC pour la consommation de charbon

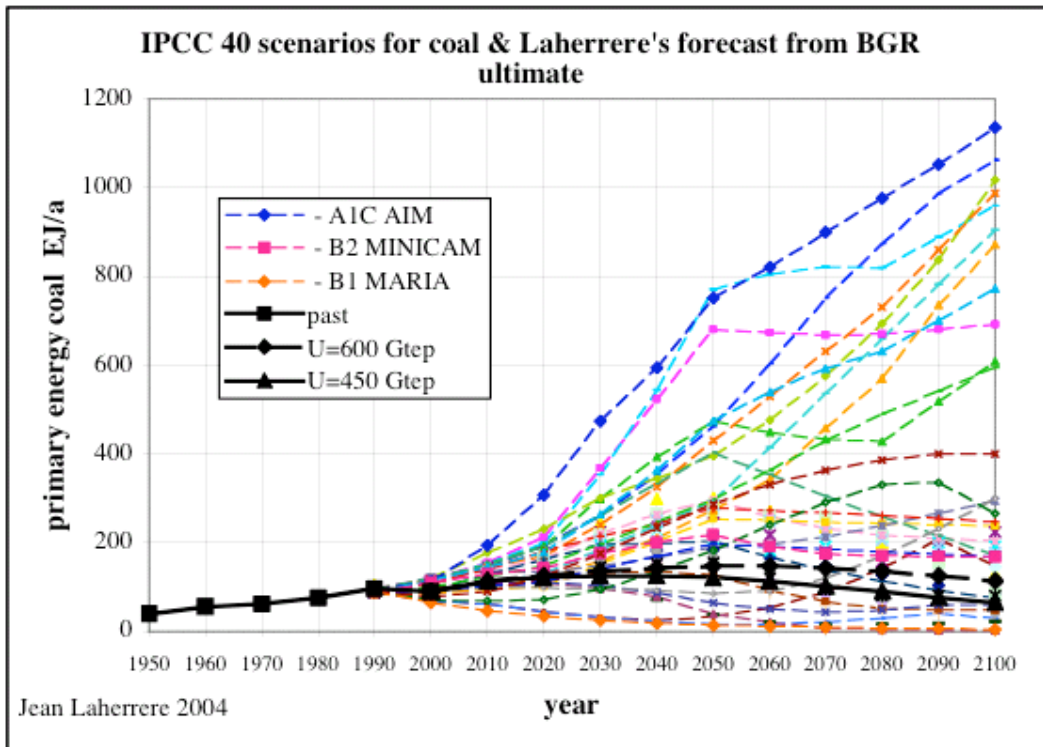
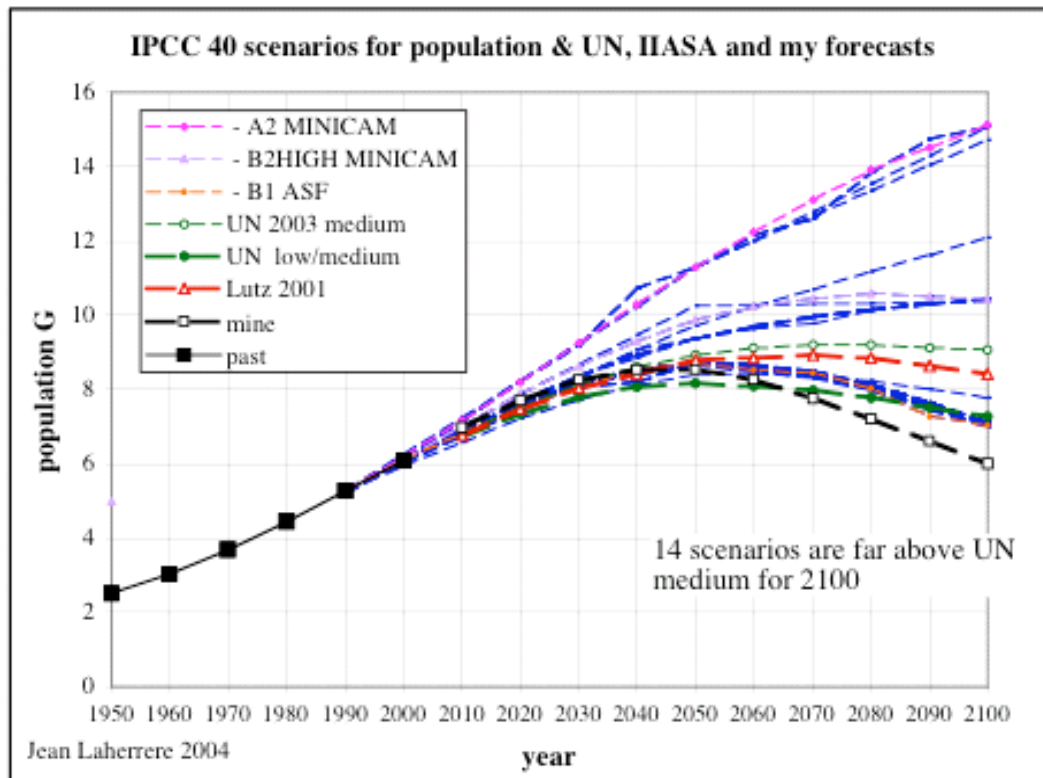


Figure 17: scénarios IIASA scénarios (rapport GIEC 2001) pour la population



Le plus consternant est que le prochain rapport GIEC prévu pour 2007 va être basé sur les mêmes scénarios, malgré que John Reilly (MIT) a écrit que les scénarios SRES étaient une “insulte à la science”

Comme disent certains, c’est GIGO: “garbage in, garbage out”

Les débats sur le climat sont devenus plus politiques et «fanatiques religieux» que scientifiques.

-Statistiques

-Emissions de GES par pays

D'après Baumert (US Pew Center on Global Climate Change), les émissions de GES par pays en 2000 sont **en pourcentage du total mondial**

1. USA	20,6
2, China	14,8
3, European Union (25 countries)	14,0
4, Russia	5,7
5, India	5,5
6, Japan	4,0
7, Germany	2,9
8, Brazil	2,5
9, Canada	2,1
10, United Kingdom	2,0
11 Italy	1,6
12 Korea (South)	1,6
13 Ukraine	1,6
14 Mexico	1,5
15 France	1,5
16 Indonesia	1,5
17 Australia	1,4
18 Iran	1,3
19 South Africa	1,2
20 Spain	1,1
Developed	52
Developing	48

-Emissions GES par habitant en tonne carbone equivalent

Pays	tce	(rang)
Qatar	18,5	(1)
United Arab Emirates	10,1	(2)
Kuwait	9,5	(3)
Bahrain	7,0	(4)
Australia	6,8	(5)
United States	6,6	(6)
Canada	6,3	(7)
New Zealand	5,8	(8)
Brunei	5,8	(9)
Luxembourg	5,7	(10)
Antigua & Barbuda	5,4	(11)
Ireland	4,8	(12)
Trinidad & Tobago	4,5	(13)
Singapore	4,4	(14)
Saudi Arabia	4,3	(15)
Belgium	4,0	(16)
Czech Republic	3,8	(17)
Netherlands	3,7	(18)
Finland	3,6	(19)
Russia	3,6	(20)

Estonia	3,5	(21)
Palau	3,5	(22)
Nauru	3,5	(23)
Denmark	3,4	(24)
Israel	3,4	(25)
Oman	3,4	(26)
Germany	3,2	(27)
Turkmenistan	3,2	(28)
Mongolia	3,1	(29)
Norway	3,1	(30)
United Kingdom	3,1	(31)
Korea (South)	3,1	(32)
Greece	3,0	(33)
Kazakhstan	2,9	(34)
Ukraine	2,9	(35)
Cyprus	2,9	(36)
Japan	2,9	(37)
European Union (25)	2,8	(38)
Taiwan	2,8	(39)
Libya	2,8	(40)
Venezuela	2,7	(43)
Poland	2,7	(44)
South Africa	2,6	(45)
Botswana	2,6	(47)
Spain	2,6	(48)
Italy	2,5	(50)
France	2,3	(54)
Argentina	2,1	(58)
Switzerland	1,9	(63)
Iran	1,9	(64)
Turkey	1,5	(76)
Mexico	1,4	(80)
Jamaica	1,4	(83)
Brazil	1,3	(85)
Bolivia	1,3	(87)
China	1,1	(97)
Indonesia	0,7	(122)
Pakistan	0,6	(131)
India	0,5	(140)
Developed Countries	3,9	
Developing Countries	0,9	
World Average	1,5	

-Pourcentage GES, PIB et population

Les pourcentages des émissions des GES sont proches de ceux du PIB, mais pas de la population ou du revenu par habitant pour 2000

Table A4.1 Indicateurs régionaux

Regions (nombre)	% du monde 2000			par habitant 2000	
	GES %	PIB %	Pop %	GES t/cap	revenu \$PPP/cap

Asia (31)	34	33	56	0.9	4 248
Europe (38)	23	26	12	2.9	15 941
North America (2)	23	24	5	6.6	33 269
ME & N.Africa (21)	6	5	7	1.5	5 437
South America (12)	5	6	6	1.4	7 180
Sub-Sah.Africa (47)	4	3	11	0.6	1 817
C.America & Carib.(21)	2	3	3	1.2	6 827
Oceania (13)	2	1	0	5.2	18 672

-Références:

- Ayres et al 2002 "Exergy, power and work in the US economy" INSEAD working papers 2002/52/EPS/CMER
- Baliunas S, Soon W. « Millennial Climate » Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics http://www.co2andclimate.org/climate/previous_issues/vol6/v6n2/cutting1.htm
- Bardi U. 2004 «Price trends over a complete Hubbert cycle : the case of the American whaling industry in the 19th century »
- Baumert K. & Pershing J.2004 <http://www.pewclimate.org/docUploads/Climate%20Data%20new%20Epdf>
- Bauquis P-R 2004 "Quelles energies pour les transports au XXIe siecle?" Les cahiers de l'économie-n°55, Oct. série Analyses et Syntheses Ecole du petrole et des moteurs, IFP
- BGR 2002" Reserves, Resources and Availability of Energy Resources 2002» Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hanover
- BP Statistical Review of world energy <http://www.bp.com/statisticalreview2004>
- Campbell's scenario (2004) ASPO newsletter March 2005 <http://216.187.75.220/newsletter51.pdf>
- Daly J. The 'Hockey Stick': A New Low in Climate Science
- Daly site <http://www.john-daly.com/guests.htm>
- Fagan B. 2000 "The little ice age –How climate made history 1300-1850" Basic Books
- FAO: <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>
- geocraft: «Climate and the Carboniferous period»
- Gerhard L.C. 2001 "Dialogue on Global Warming: Inadequate science leaves climate debate subject to political expediency" Oil & Gas Journal July 16
- Green A. 2004 «Global energy- the next decade and beyond» AAPG Distinguished Lecture www.aapg.org/education/dist_lect/green_abs1.cfm
http://www.geocraft.com/WVFossils/Carboniferous_climate.html
- Hubbert M.K 1956 "Nuclear energy and fossil fuels" Am. Petrol. Inst. Drilling & Production Practice, Proc. Spring Meeting San Antonio Texas p7-25.
- IIASA scenarios for IPCC 2000 <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/data/allscen.xls>
- Jancovici J-M <http://www.manicore.com>
- Jaworowski Z. 2004 « Solar Cycles, Not CO2, DetermineClimate » Winter 2003-2004 21st CENTURY
- Khalimov E.M., 1993, "Classification of oil reserves and resources in the Former Soviet Union" AAPG 77/9 Sept p.1636
- Khalimov E.M., M.V.Feign 1979 "The principles of classification and oil resources estimation" WPC Bucharest, Heyden London 1980 p263-268
- Kovarik W., "Henry Ford, Charles F. Kettering and the Fuel of the Future," Automotive History Review, Spring 1998, No. 32, p. 7 - 27. <http://www.radford.edu/~wkovarik/papers/fuel.html>.
- Kummel R., Lindenberger D., Eichhorn W. 1998 "The productive power of energy and economic evolution"

- Laherrère J.H. 2002 "Hydrates: some questions from an independent O&G explorer" Introduction as chairman of RFP 9 "Economic use of hydrates: dream or reality ?" WPC Rio, Sept 5
<http://www.oilcrisis.com/laherrere/hydratesRio/>
- Laherrère J.H. 2004 «Future of natural gas supply» ASPO Berlin May 25-26
<http://www.peakoil.net/JL/JeanL.html>, <http://www.hubbertpeak.com/laherrere/ASPO2004JL.pdf>
- Mann M.E. et al, "Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations", AGU GRL, Vol. 3.1, 1999.
- Nesme-Ribes E., Thuillier G. 2000 "Histoire solaire et climatique" éditions Belin-Pour la science
- Patzek T; & Pimentel D. 2005 "Thermodynamics of energy production from biomass" Plant Sciences <http://petroleum.berkeley.edu/papers/patzek/CRPS-BiomassPaper.pdf>
- Ruddiman W. 2005 "La révolution néolithique a-t-elle modifié le climat?" Pour la Science avril p30-37
- Simmons M. 2004 "A case study on peak energy: the US's natural gas disaster" ASPO conference Berlin <http://www.simmonsco-intl.com/web/downloads>
- Steckel 2003 "New Light on the 'Dark Ages': The Remarkably Tall Stature of European Men during the Medieval Era." Social Science History .
- USDOE IEO 2004 Report: DOE/EIA-0484(2004), April <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>
- WEC 2003 « Drivers of the energy scene : what are they ? what do they lead us ? » Study chaired by Dr. Al'Moneef, presented by J.M. Bourdairé 23rd IAEE North American conference Mexico City Oct.21