

"Réflexions sur les lois de la nature et les prévisions énergétiques"

par Jean Laherrere e-mail jean.laherrere@wanadoo.fr

Table de matière de l'exposé

- 1-Nature et science
- 2-Pétrole
- 3-Gaz
- 4-Combustibles fossiles et énergie primaire
- 5-Economie
- 6-Population
- 7-Agriculture
- 8-Climat
- Conclusions

-5-Economie

-Bilan énergétique ou énergie nette

L'extraction d'une matière première dépend principalement du prix que le consommateur est prêt à payer. L'extraction d'une énergie est différente, **car il ne faut pas que l'énergie investie ne soit pas supérieure à l'énergie délivrée. Le charbon demande plus d'énergie qu'il n'en représente si on va le chercher dans des mines à 4000 m de profondeur, par contre on peut aller chercher de l'or à cette profondeur si son prix est assez élevé.** Le bilan énergétique doit tout comprendre et aller de la source à la roue (well to wheel). Pour l'éthanol à partir du maïs aux US, l'énergie investie est supérieure à l'énergie produite d'après Pimentel & Patzek (2005), d'où un bilan négatif alors que pour d'autres (USDA) le bilan est positif. Le bilan de l'alcool à partir de la canne à sucre qui ne demande ni engrais ni irrigation avec une main d'œuvre bon marché est bon au Brésil. L'IFP estime que le coût des biocarburants en France est de 100 \$/b.

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*».

Le Brésil produit 250 000 b/d d'alcool à partir de la canne à sucre.

L'intervention de subventions et de détaxes fausse le jeu. Pour se chauffer en France, il coûte deux fois moins cher de brûler du blé que de brûler du fioul!

En France, la production de biodiesel est souhaitable, mais pas plus d'éthanol, car les raffineries, produisant déjà trop d'essence, devraient l'exporter.

-Coût marginal du baril: Les économistes veulent que le prix du brut soit le **coût marginal**, alors qu'il est préférable qu'il soit **le coût de l'énergie alternative**. Malheureusement il n'y a pas d'alternative au pétrole quand on considère le volume nécessaire pour les 30 années à venir. Les économistes pensent que les réserves pétrolières dépendent essentiellement du prix et qu'il suffit d'augmenter le prix pour augmenter les réserves. Ceci peut être vrai pour les réserves minières (cuivre ou or) que l'on extrait à la pelle avec une concentration de quelques pourcents, mais pas pour le pétrole conventionnel coule spontanément dans le puits producteur à 100% (en ne comptant pas l'eau qui arrive plus tard).

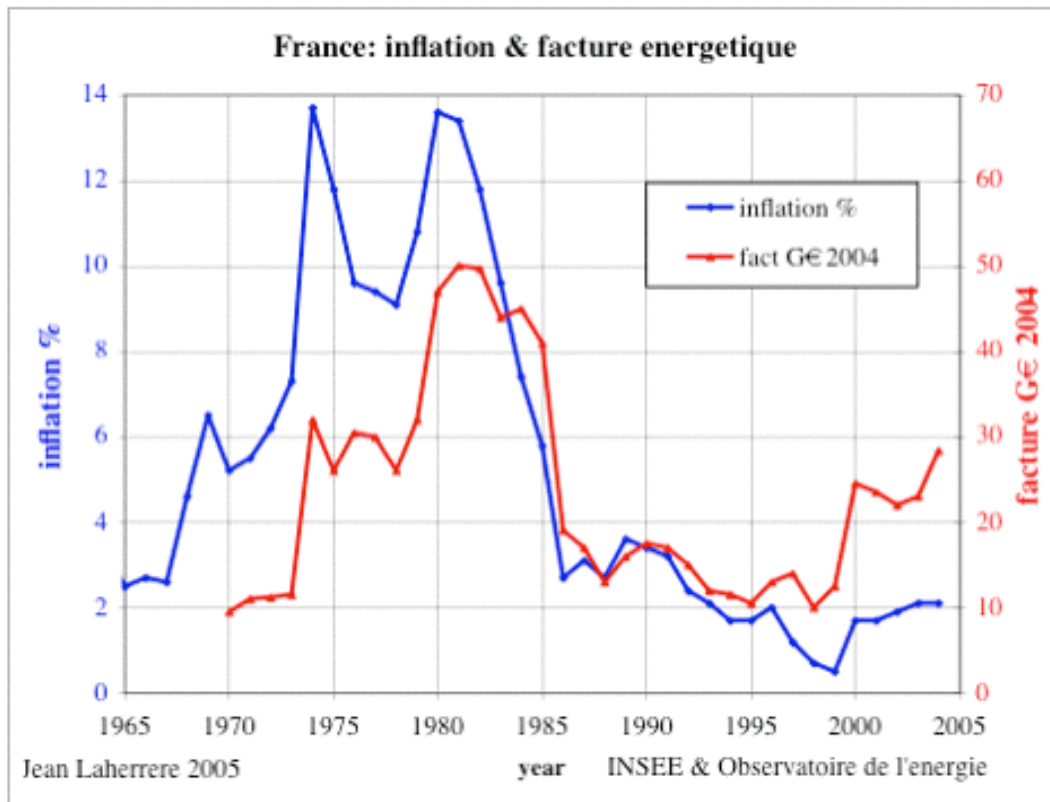
Les coûts calculés en \$/b sont trompeurs (coût de découverte donné avec 2 décimales!), car ils ne sont publiés qu'à partir des rapports financiers des compagnies qui ne calculent pas tous les frais,

se contentant des coûts d'exploration positive et de production, oubliant le passé, l'exploration sèche, et autres frais (amortissements et coût de l'argent). De plus un calcul exact nécessite le calcul sur toute la vie qui peut de quelques années à plus d'un siècle et les taux d'actualisation fausse le résultat. Seul le chiffre de développement d'un champ a une signification car sur une période courte (un an ou 2) avec un chiffre connu (appel d'offre) et une capacité connue. Le coût de développement varie en \$/b/d de 1000 à terre ou mer facile, 10 000 en mer difficile, 30 000 pour l'extra-lourd et plus de 50 000 pour le GTL ou CTL.

-Impact du prix du pétrole sur l'économie nationale

La facture énergétique en France a beaucoup baissé en 1986 grâce au nucléaire et l'inflation corrèle avec elle, la facture étant à la hausse depuis 2000 l'inflation devrait continuer à suivre,

Figure 5-1: France: facture énergétique et inflation



Pour les US, la corrélation du prix du brut est bonne avec le taux de chômage,

Figure 5-2: US: prix du brut et chômage



Jusqu'en 1973 le prix était le prix posté, sans réelle valeur avec la réalité!
 Mais corrélation ne dit pas causalité, mais cela donne des idées pour le futur!

-PIB et intensité énergétique:

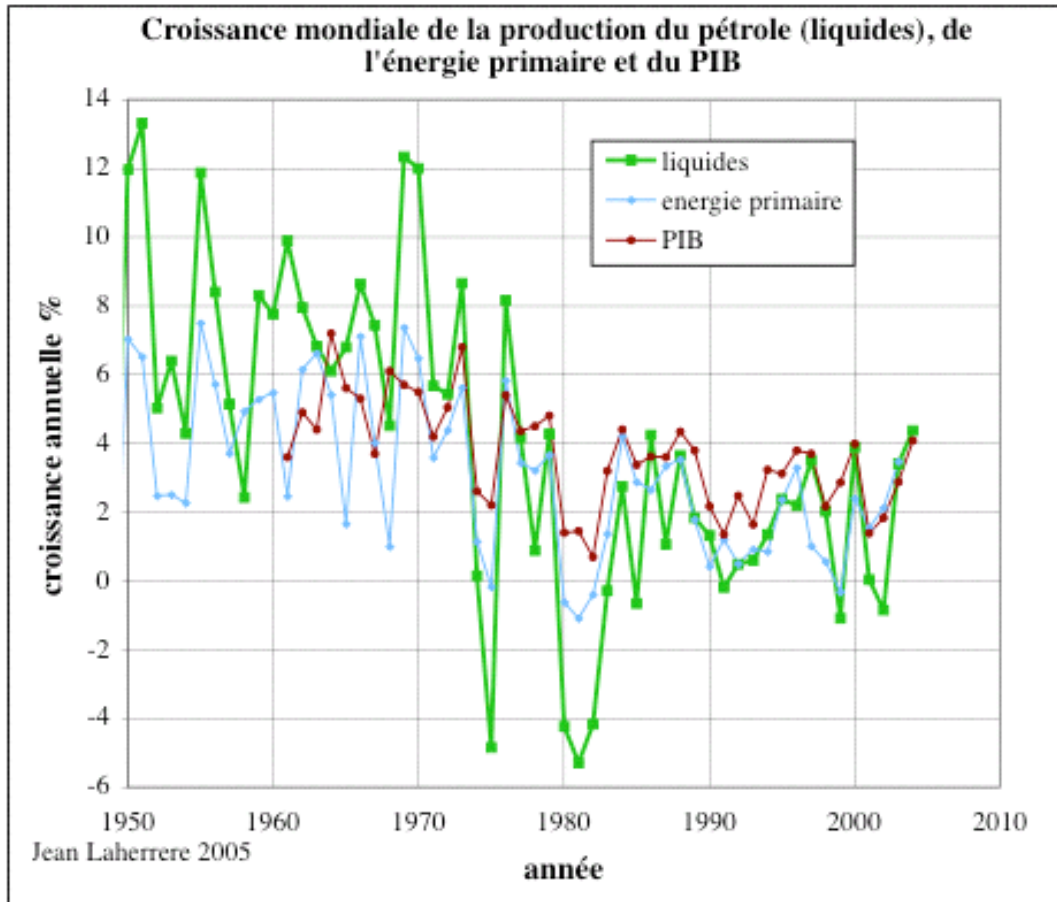
Plus il y a de crime, de drogue, de pollution, d'accidents, de catastrophes naturelles, de déplétion des ressources naturelles, d'enfants envoyés à la crèche ou de vieillards à l'hospice (au lieu d'être soignés à la maison), plus d'emprunts à l'étranger, plus le PIB augmente. Le PIB ne représente pas la richesse d'un pays !

Le PIB est manipulé, notamment aux US avec un facteur hédonique qui ajoute des centaines de milliards de dollars avec les dépenses informatiques (que ne font pas les Anglais). Si on a dépensé 100 l'année dernière et si on dépense 100 cette année mais avec un ordinateur ou un logiciel deux fois plus rapide, on multiplie 100 par 2!

L'intensité énergétique est la consommation par unité de PIB: tep/\$. C'est un mauvais indicateur.

-PIB et demande pétrolière et d'énergie primaire

Figure 5-3: 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 (Kummel, Ayres) reconnaissent que la contribution de l'énergie dans le PIB est de 50%.

L'énergie est donc largement sous-évaluée.

-PIB et bien être

Le PIB ne représentant pas la richesse il faut trouver d'autres indicateurs pour représenter le bien être d'un pays. Il y a plusieurs index pour mesurer le progrès ou le bonheur d'un pays

Figure 5-4: **PIB aux US et le Genuine Progress Indicator** d'après Redefining Progress = pic en 1977

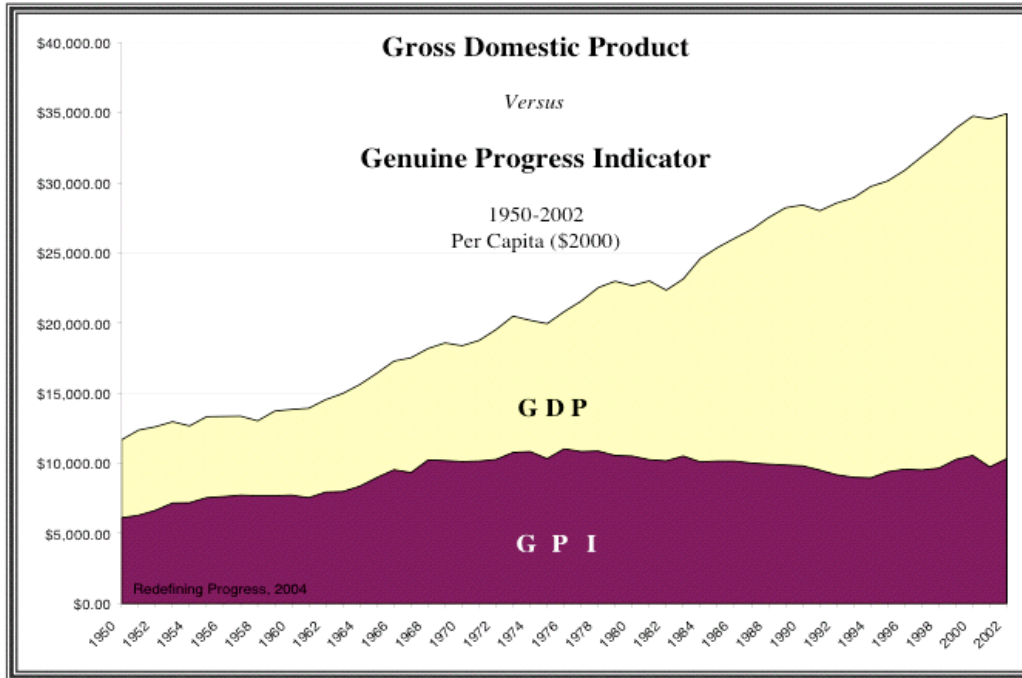


Figure 5-5: **Revenu et bonheur** aux US d'après R. Layard London School of Economics: [pic en 1956](#)

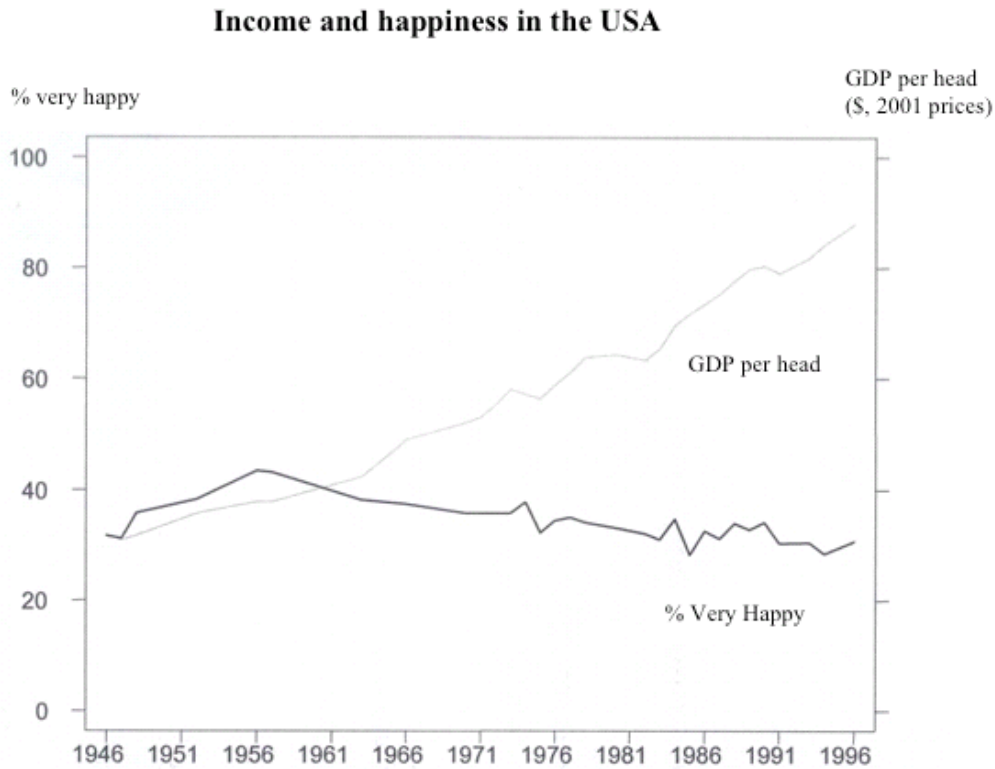
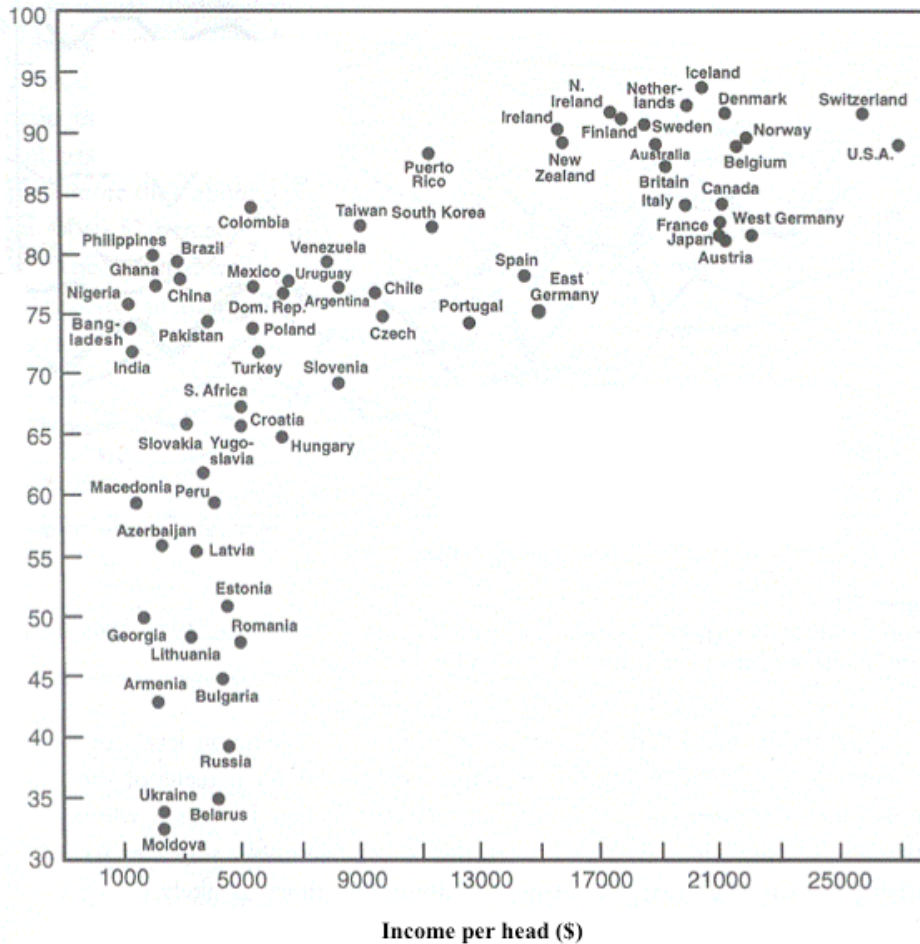


Figure 5-6: **Revenu et bonheur** d'après Inglehart & Klingermann 2000

Income and happiness

Happiness (index)



Source: Inglehart and Klingemann (2000), Figure 7.2 and Table 7.1. Latest year (all in 1990s).

Premier Irlande, dernier Moldavie

-New Scientist (2003): enquête auprès des populations

Les pays les plus heureux = **Nigeria**, Mexique et Venezuela et les moins heureux = Russie, Arménie et Roumanie.

-University Erasmus Rotterdam = Eurobarometer

Classement de l'index du bonheur = Comment la population juge leur vie dans une échelle de 0 à 10

premiers		derniers	
Colombia	8,1	Bulgaria	4,5
Denmark	8	Russia	4,4
Malta	8	Belarus	4,3
Switzerland	8	Pakistan	4,3
Iceland	7,8	Georgia	4,1
Ireland	7,8	Armenia	3,7
Ghana	7,7	Ukraine	3,6

Canada	7,6	Moldova	3,5
Guatemala	7,6	Zimbabwe	3,3
Luxembourg	7,6	Tanzania	3,2
dans la liste			
USA	7,4		
France	6,6		
Nigeria	6,5		

Le bonheur est difficile à mesurer!

-Economie d'énergie

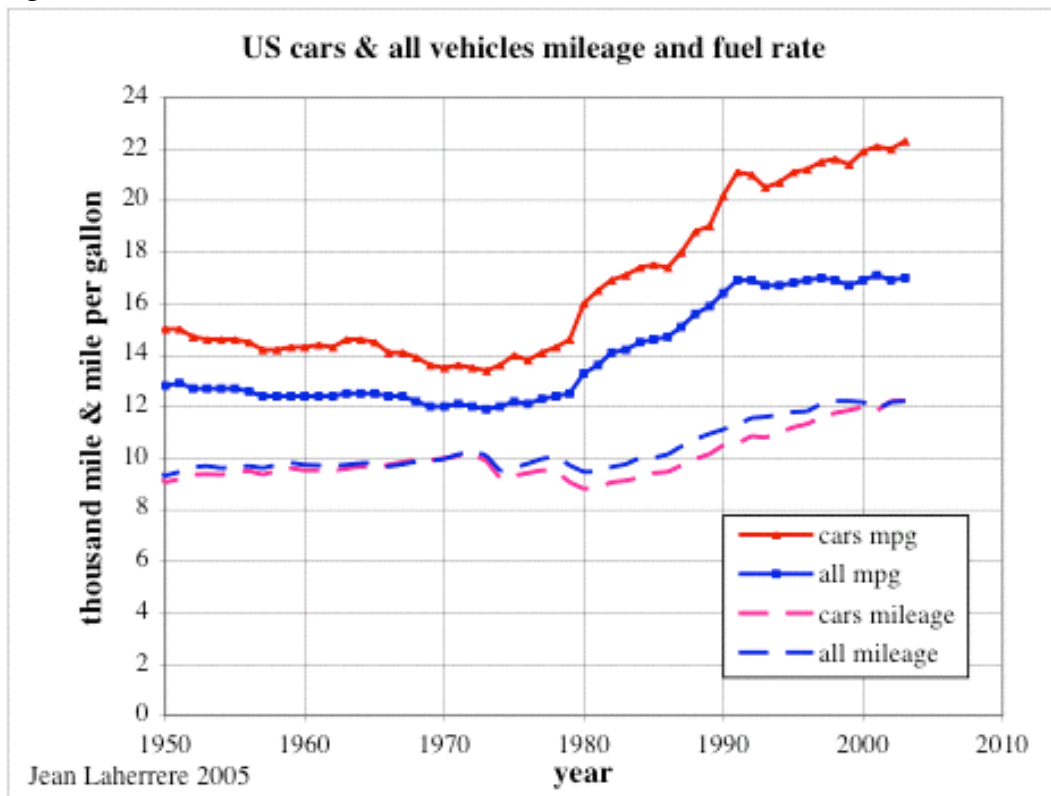
La meilleure solution pour préserver le futur est d'économiser l'énergie.

Les Américains utilisent 2 fois plus d'énergie que les Européens avec un niveau de vie comparable.

Améliorer l'efficacité des moteurs ne suffit pas, car suivant le **paradoxe de Jevons** (1865), l'économie réalisée est reportée sur un autre usage (moteur plus puissant, climatisation)

Il faut des prix élevés pour changer les comportements comme en 1979 (passage à des voitures plus légères, donc moins gourmandes). Mais l'amélioration de la consommation en mile par gallon n'a duré que de 1980 à 1990 pour tous véhicules (les 4X4 sont comptés dans les camions !), mais le nombre de km a continué d'augmenter!

Figure 5-7: consommation des véhicules aux US de 1950 à 2003



La croissance est présentée comme la solution miracle pour résoudre dans le futur tous les problèmes: sécurité sociale, retraite, etc.

Notre civilisation occidentale repose sur une culture de la croissance qui est considérée comme éternelle. Cette croissance a été rendue possible dans le passé grâce au pétrole bon marché. D'après Simmons le prix de fin 1998 10\$/b est dû à une fausse impression d'abondance de pétrole bon marché suite à l'apparition des « missing barrels » de l'AIE. Le monde était représenté comme étant inondé de pétrole dans la couverture de The Economist 6-15 Mars 1999:



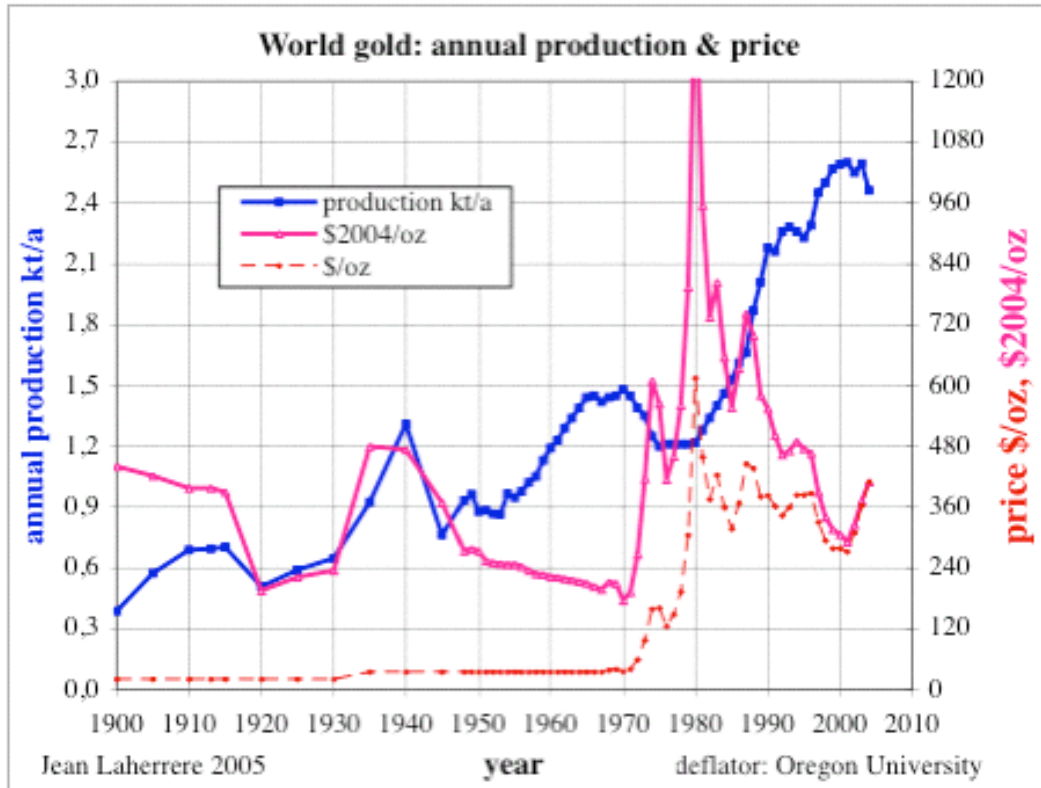
Maintenant depuis que Dominique de Villepin a déclaré que nous étions entré dans l'après-pétrole tous les medias ne parlent que de ça (Le Monde 2 la panne sèche!), alors que nous n'avons pas encore passé le pic !

Or: pic de production?

Le pétrole est souvent appelé l'or noir et il y a une certaine relation entre le prix de l'or et celui du pétrole (figure 7-5).

Il semble que la production d'or dans le monde a atteint un pic, mais ce n'est pas le premier. Il peut être causé comme en 1970 par l'augmentation du prix, qui est suivi par une baisse de la consommation! Au contraire du pic de 1940!

Figure 5-8: Or mondial: Production annuelle et prix



Quelques chiffres en pourcentage mondial

-US 2000

population	283/6000 Mhab	5%
production pétrole	8,1/75,1 Mb/d	11%
consommation pétrole	19,7/76 Mb/d	26%
consommation énergie	2,3/9,1 Gtep/a	25 %
consommation énergie par habitant	7,9/1,7 tep	460 %
immigration		30 %
voitures		40 %
dépenses militaires		>50 %
dollar dans commerce		60 %
hommes de loi		70 %

-Arabie Saoudite 2000

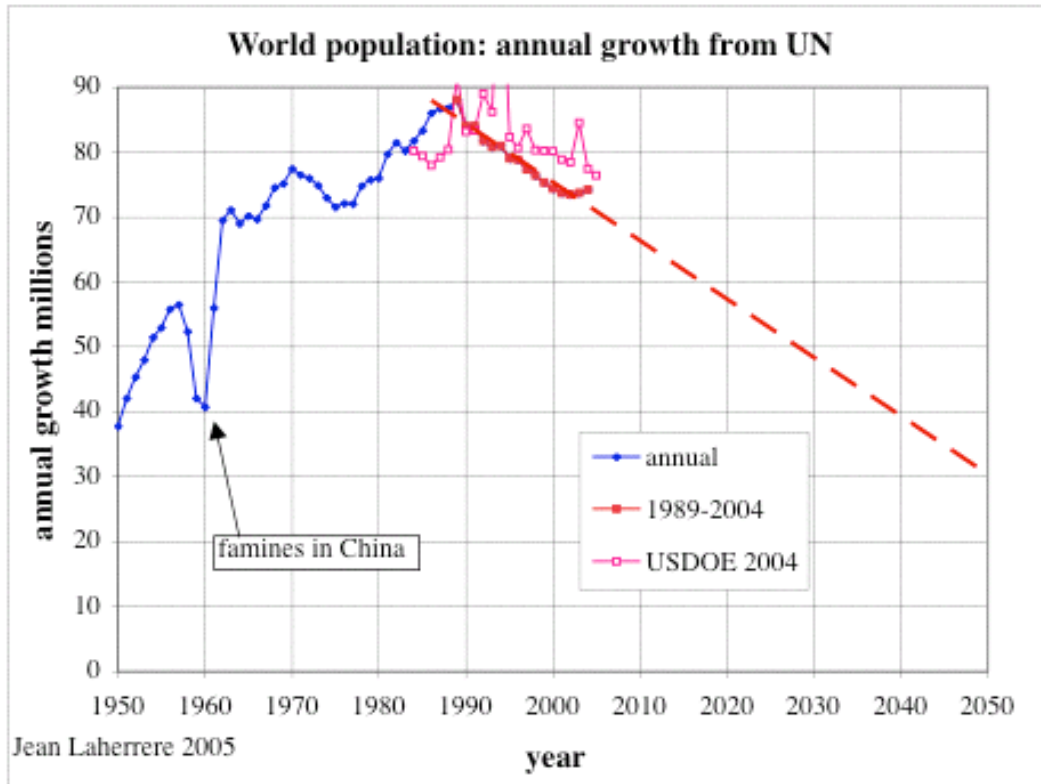
population	20 Mhab/6000	0,3%
production pétrole	9,1/75,1 Mb/d	12%
consommation pétrole	1,3/76 Mb/d	1,7%
consommation énergie	0,1/9,1 Gtep/a	1,2 %

-6-Population

Le chiffre de la population est une donnée très incertaine (10-30 %), car c'est un chiffre politique d'où manipulé et les recensements sont rares et souvent peu fiables.

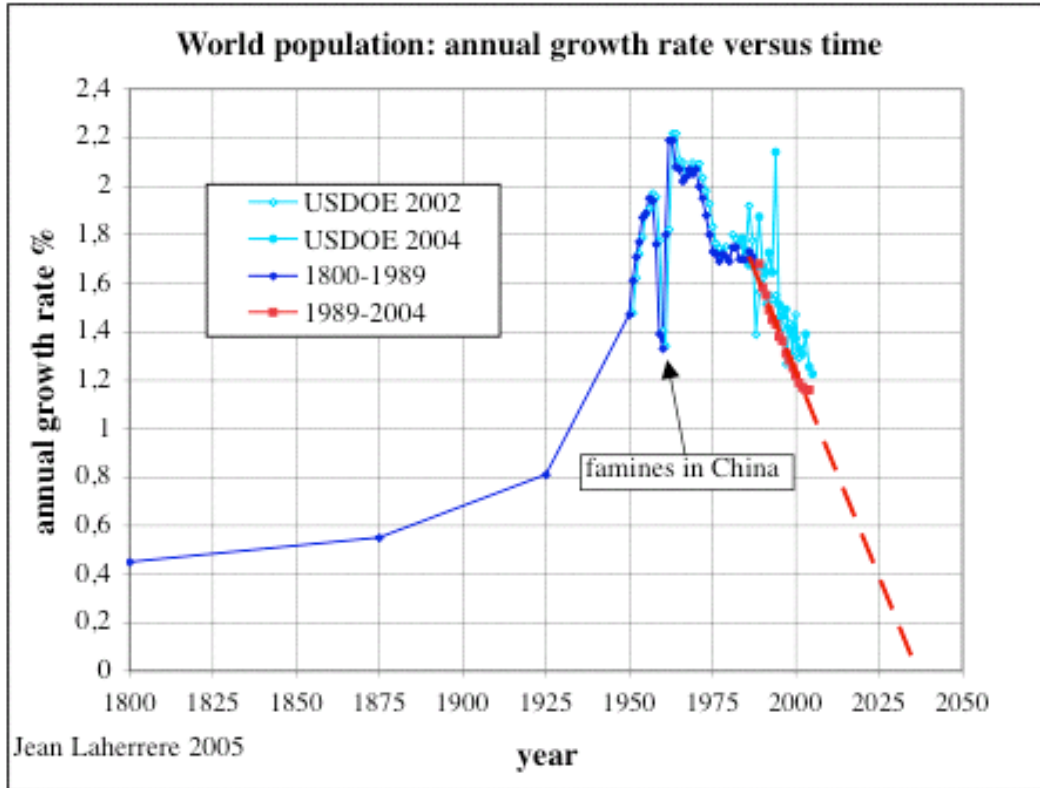
En 1990 les Nations Unis avaient prédit que l'augmentation annuelle globale culminerait en 1998, alors qu'en fait, elle avait déjà culminé en 1988, et que l'augmentation en pourcentage a culminé en 1964. On peut extrapoler le passé pour essayer d'estimer la date et le niveau de pic de population

Figure 6-1: augmentation annuelle de la population mondiale et extrapolation linéaire depuis 1989 qui conduit à un pic bien après 2050

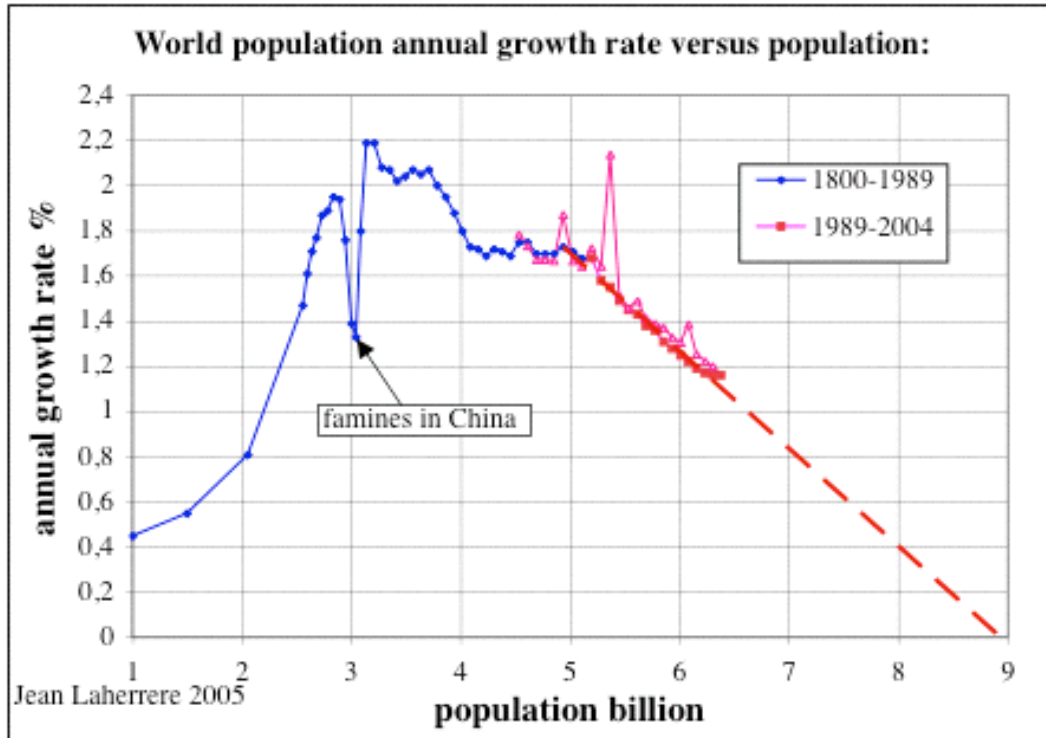


Mais au lieu d'utiliser le taux de croissance en %, si on utilise la croissance en million, on obtient une date du pic bien plus proche ! Mais il est évident que ces courbes ne sont pas longtemps linéaires!

Figure 6-2; taux d'augmentation de la population mondiale et extrapolation linéaire depuis 1989 conduit à un pic en 2040



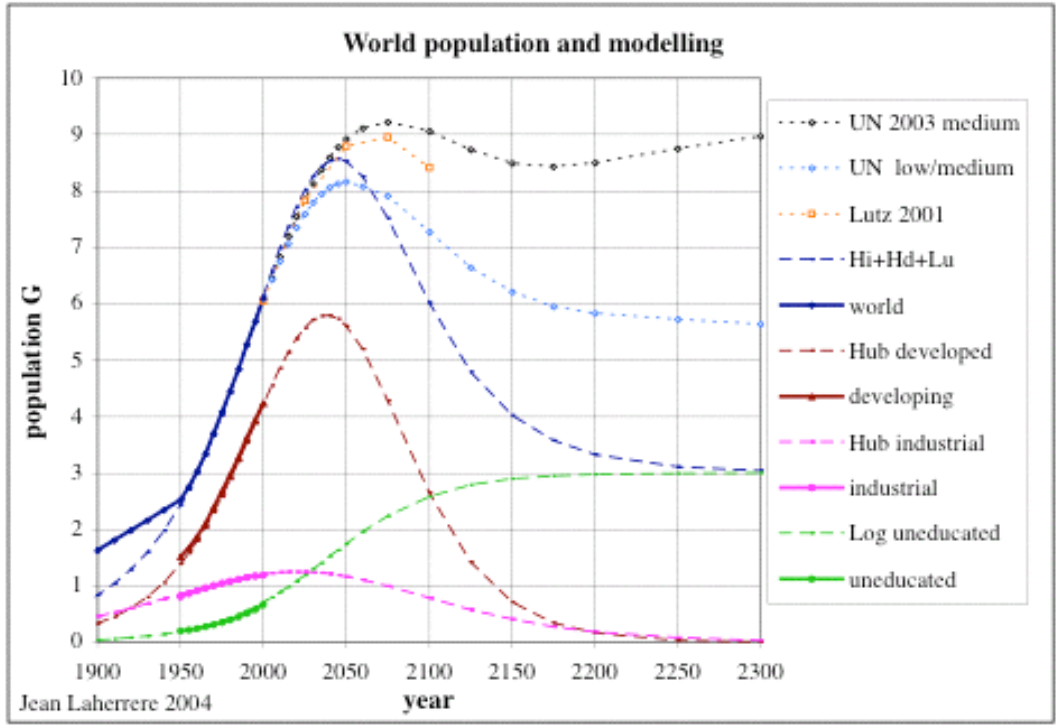
Mais si le taux est extrapolé en fonction de la population, l'obtient un pic à 9 milliards, si la tendance actuelle continue (quid de la fertilité et du SIDA?)
 Figure 6-3: taux de croissance de la population mondiale en fonction de la population mondiale avec une extrapolation linéaire depuis 1989



Un pic en 2040 à 9 milliards semble aussi vraisemblable que la prévision 2003 des UN qui est un pic en 2080 à 9,2 G (medium) et en 2040 à 7,5 G (low), car il semble dans le passé que le scénario low-medium est le meilleur. La prévision 2003 a été révisée en février 2005 un peu en hausse.

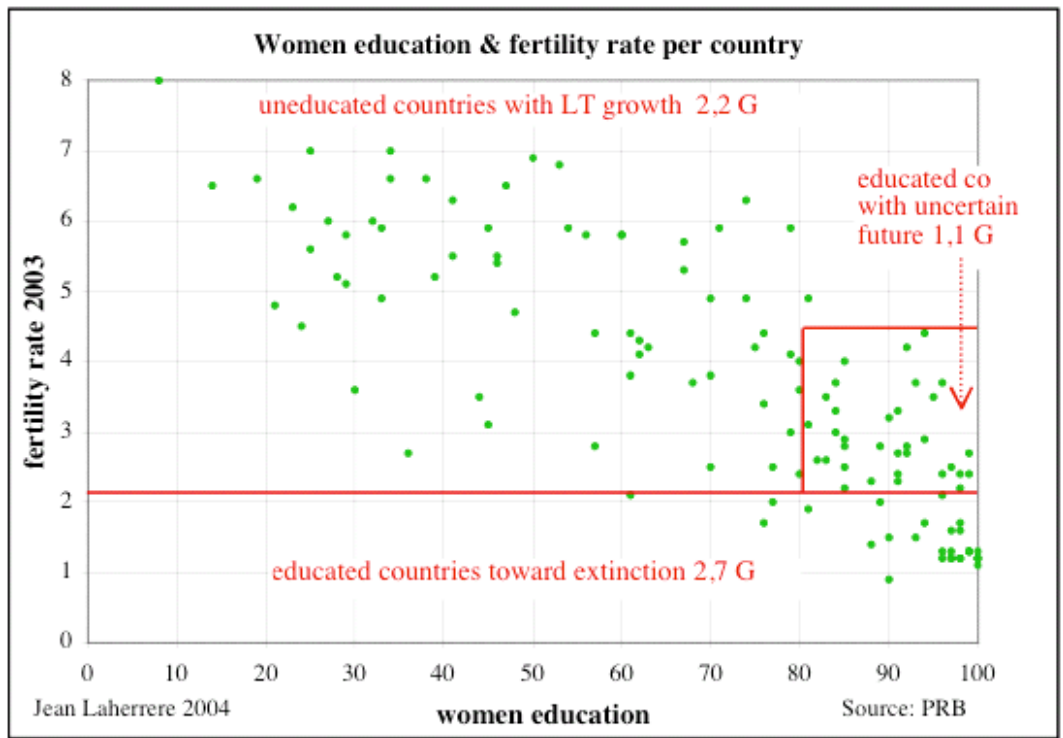
Bourgeois-Pichat, directeur de l'INED en 1988, a modélisé la population mondiale avec deux distributions (industrialisés et le reste du monde) en forme de cloche, il est préférable de le faire avec trois distributions (industriel, développé en dérivé de la logistique et non-éduqué en logistique) donnant un pic en 2040 à 8,6 et de le comparer aux prévisions des NU (low-medium pic en 2050 à 8,2).

Figure 6-4: prévision de la population mondiale 1900-2300 d'après NU 2003



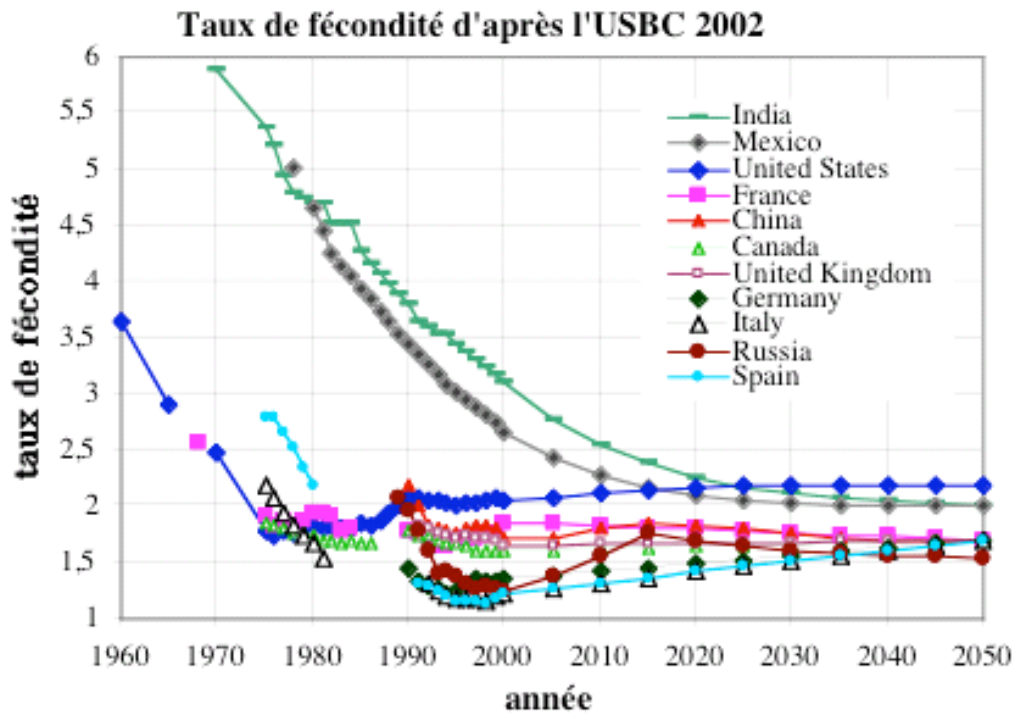
Toutes les prévisions de population sont basées sur le taux de fécondité. Le graphique montrant le taux de fécondité par pays en fonction du degré d'éducation des femmes (pourcentage en classe à 15 ans) suggère une bonne corrélation

Figure 6-5: relation entre taux de fécondité et éducation des femmes



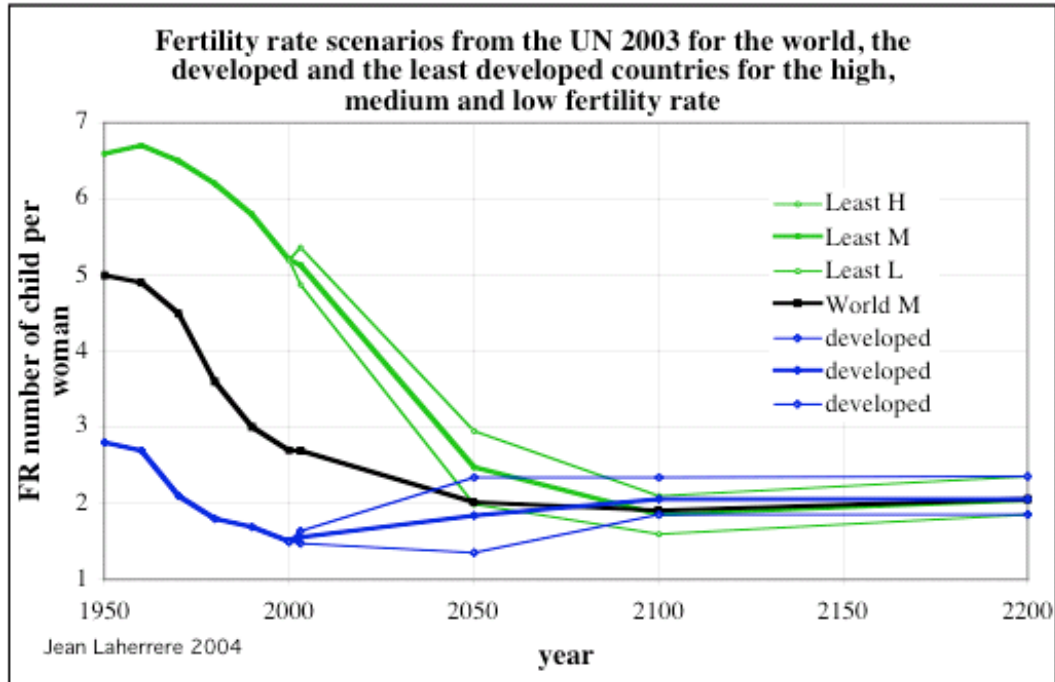
Les prévisions de fécondité de l'USBC sont politiques, ainsi la fécondité aux US serait en 2020 supérieure à celle de l'Inde ou du Mexique, peu vraisemblable! On fait remonter le taux des pays éduqués avec le vœu pieux que tous les taux seront les mêmes dans un futur lointain!

Figure 6-6: prévisions de fécondité de l'USBC 2002



Les prévisions des NU 2003 sont uniquement des cibles politiques (INED Heran 2005) ou l'on voit en 2100 le taux de fécondité des pays les plus développés être supérieur à celui des pays les moins développés! Ces prévisions sont peu crédibles

Figure 6-7: scénarios 2003 des NU sur le taux de fécondité

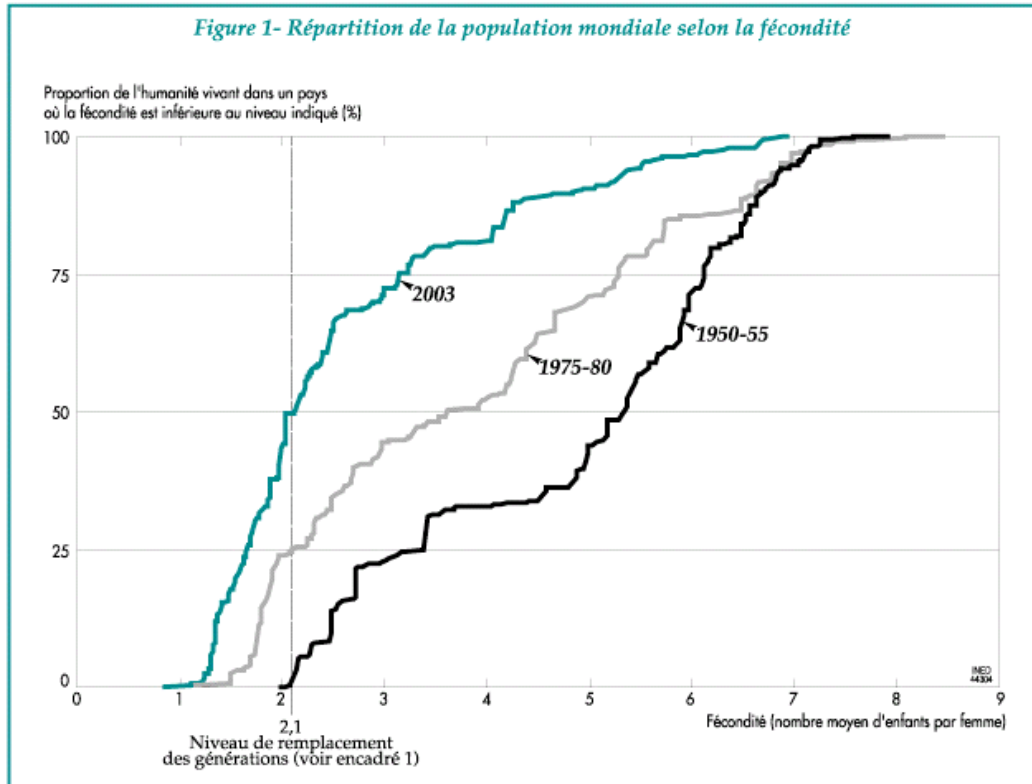


Mais le taux de fécondité a chuté très vite dans les pays éduqués et peu dans les pays non-éduqués où il ne baisse pas et reste au-dessus de 7 enfants par femme (Niger 8, Guinée-Bissau et Mali 7,1, Somalie 7)

Il y a deux mondes:

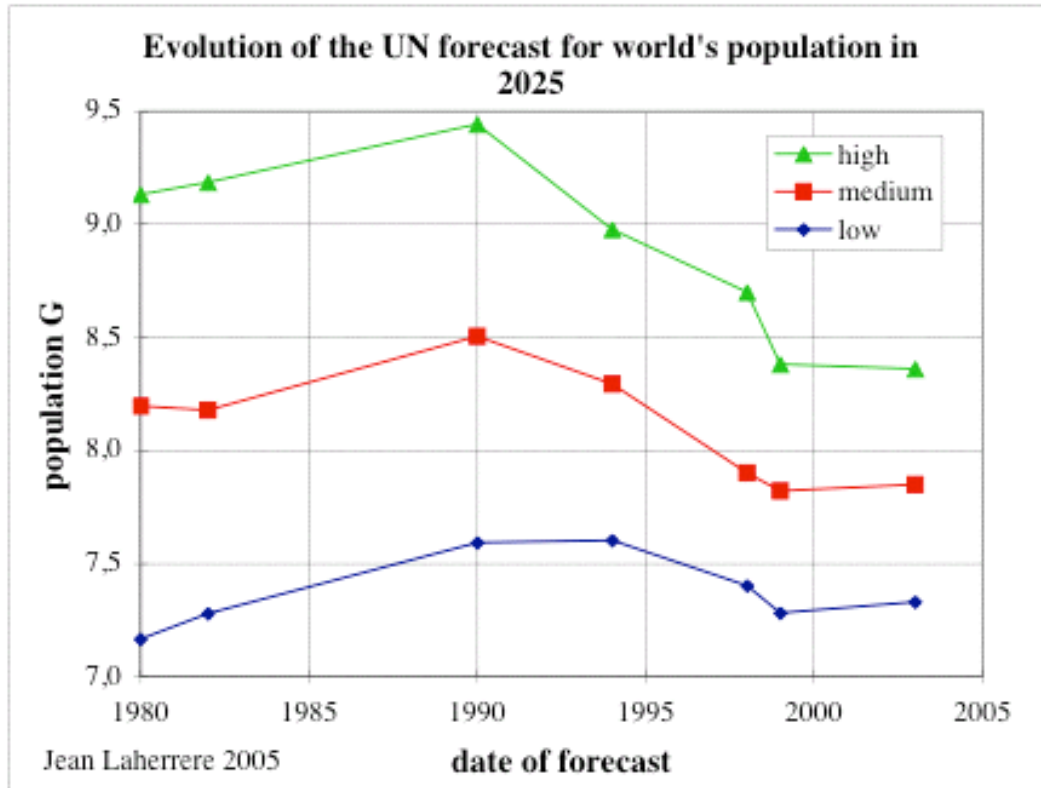
- les pays avec moins de 2 enfants par femme allant vers l’extinction complète
 - les pays avec plus de 5 enfants par femme avec une croissance importante a long terme
- Dans quelques siècles, si le comportement des femmes éduquées qui ne veulent pas plus de 2 ou 3 enfants ne change pas (on ne voit pas de raisons de changer), il ne restera plus que des sociétés non-éduquées. Le graphique de l’INED 2004 (P&S 405) montre l’augmentation très rapide du pourcentage de la population mondiale vers un taux inférieur au taux de remplacement donc allant vers l’extinction: 0% en 1950, 25% en 1975, 50% en 2000.

Figure 6-8: Evolution du taux de fécondité en pourcentage de la population mondiale INED 2004



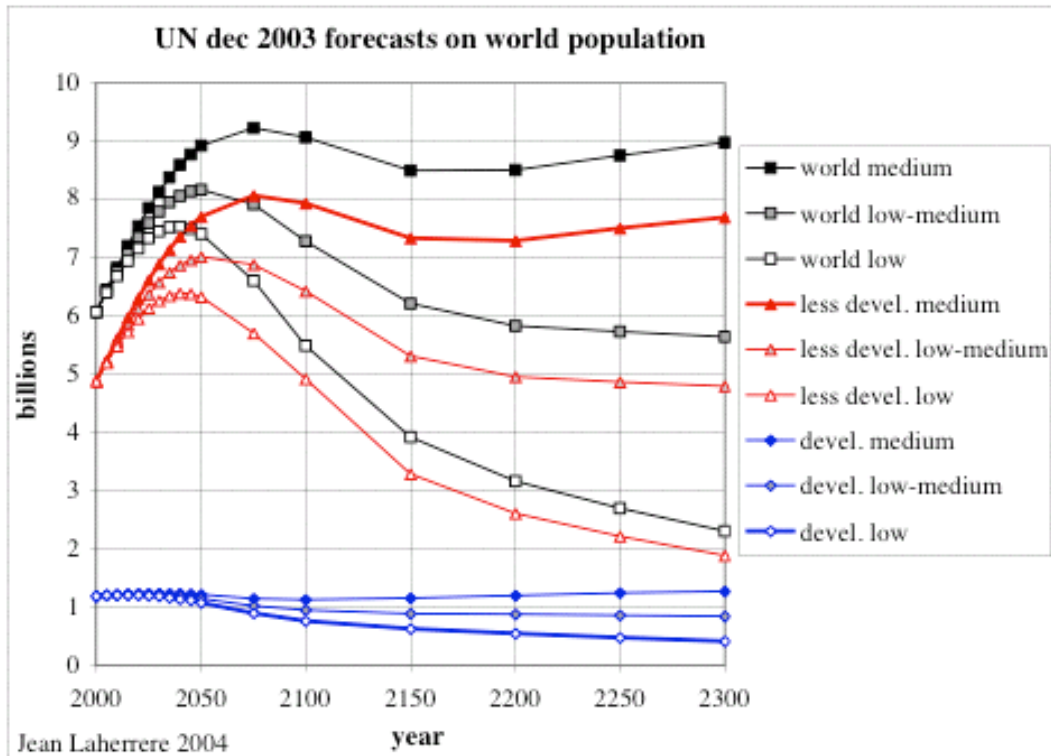
Dans le passé, les prévisions des NU ont varié, notamment pour 2025 où elles sont passées par un maximum en 1990!

Figure 6-9: évolution des prévisions des NU pour 2025



Les prévisions des NU 2003 ont trois scénarios low, medium et high avec pour tous les pays une hypothèse simpliste que le low et le high seront à 0,5 enfant par femme de part et d'autre du medium. Elles montrent que les pays développés sont près du pic de population, mais que le déclin sera faible avec un taux de fécondité qui remonterait (peu vraisemblable) et que les pays moins développés auraient un pic entre 2040 et 2075. Le monde pour le low-medium (le plus probable) aurait un pic en 2050 à 8,2 G.

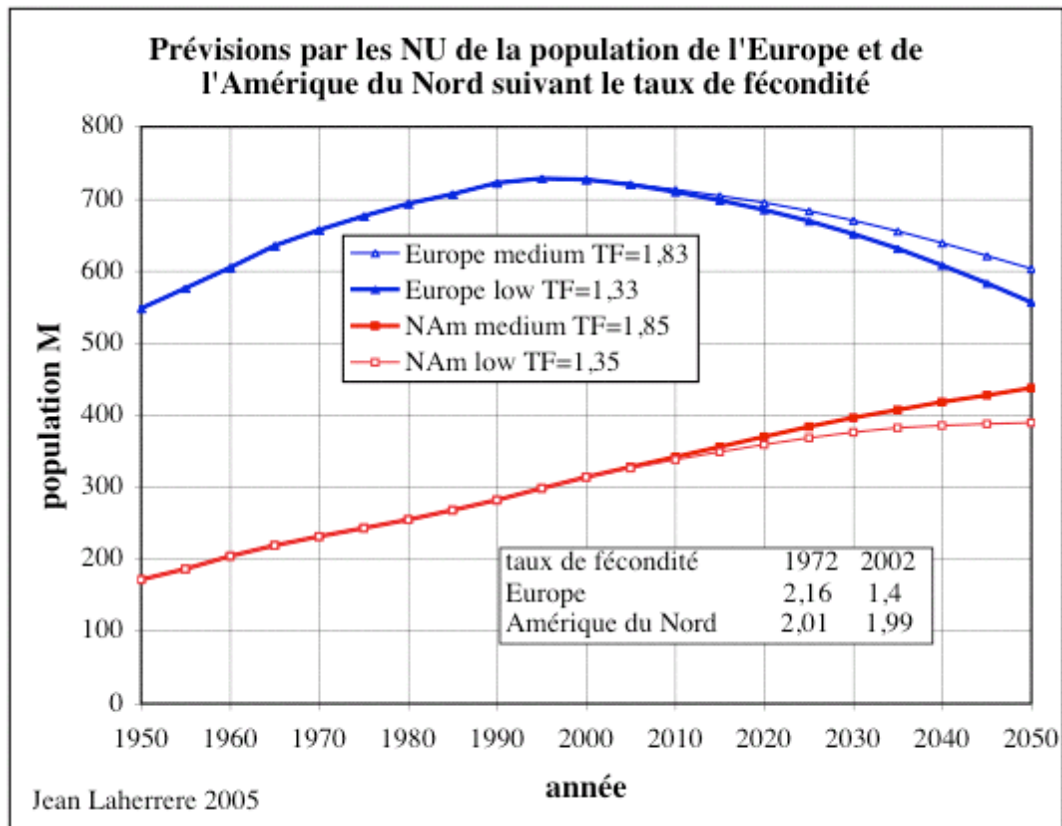
Figure 6-10: Les prévisions des NU 2003 low, low-medium et medium pour 2300



L'Europe va perdre 100 millions d'habitants à l'horizon 2050, alors que l'Amérique du Nord va en gagner 100 million. Mais les hypothèses sur le taux de fécondité semblent bien simplistes et imprécises, car déjà le taux de la période 2000-2005 varie significativement, alors que le rapport est daté décembre 2003. En 2300 le taux de l'Amérique du Nord serait identique à celui de l'Europe alors qu'ils sont très différents en 2000

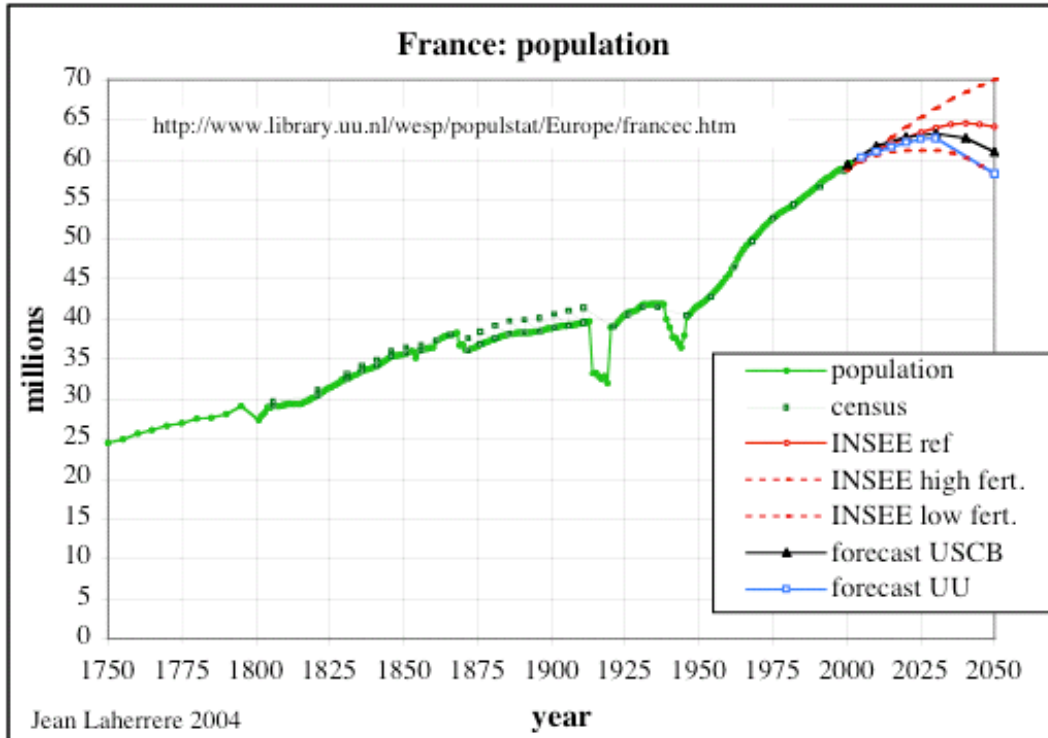
Taux de fécondité		2000-2005	2050	2100	2300
Am N	H	2,15	2,35	2,35	2,35
Am N	M	2,05	1,85	2,06	2,07
Am N	L	1,95	1,35	1,85	1,85
Europe	H	1,45	2,34	2,35	2,35
Europe	M	1,38	1,84	2,08	2,06
Europe	L	1,30	1,34	1,85	1,85

Figure 6-11: Prévisions UN 2004 de la population en Europe et Amérique du Nord 1950-2050



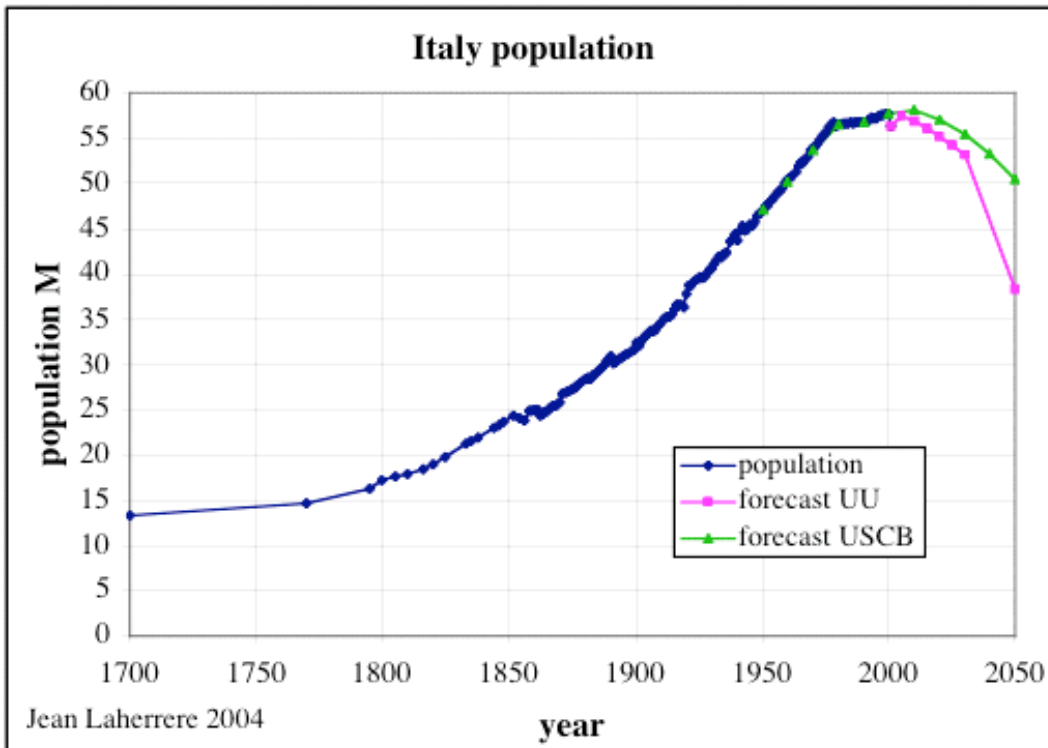
Il y a deux mondes avec deux futurs!, mais ces futurs sont très discutables car basés sur des hypothèses politiques et simplistes

La population de la France doit plafonner dans la prochaine décennie autour de 65 millions.
 Figure 6-12: **population de la France**



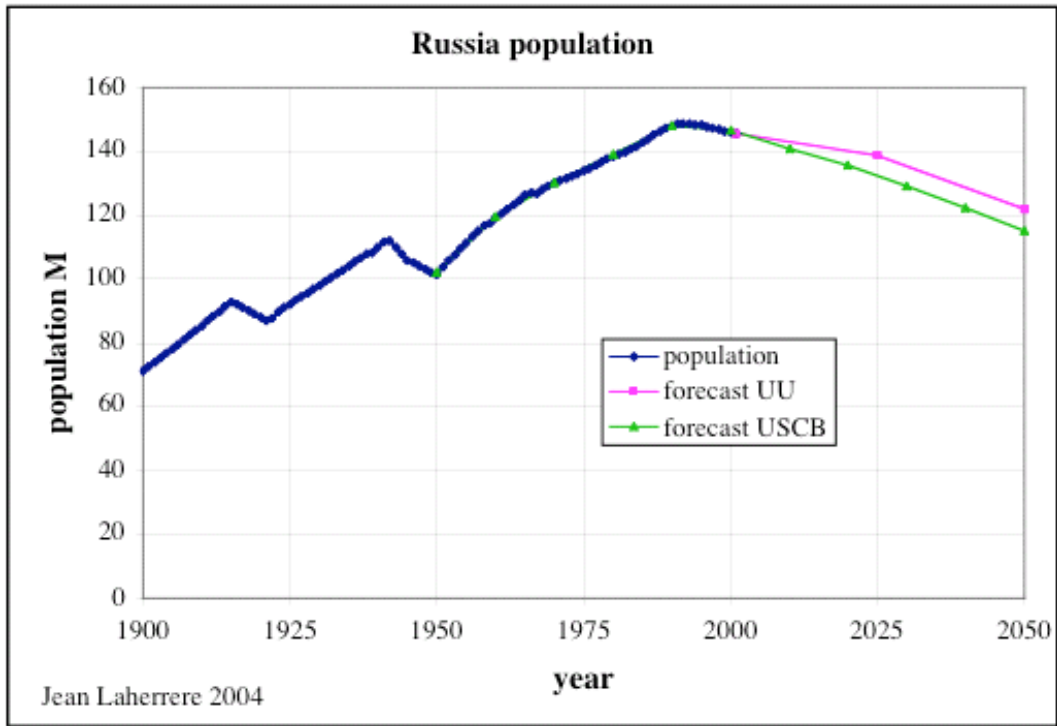
L'Italie avec un taux de fécondité très bas est au pic et va perdre 10 millions d'ici 2050

Figure 6-13: **population de l'Italie**



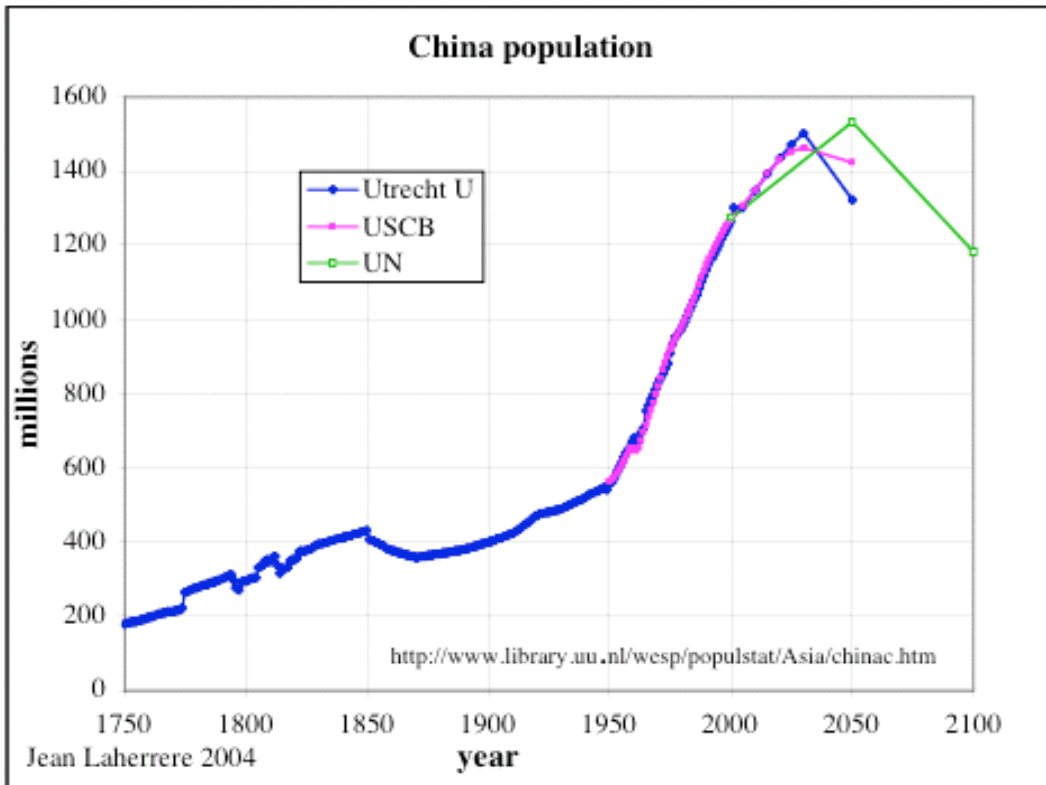
La Russie est en déclin depuis 1990 et va perdre une trentaine de millions en 2050

Figure 6-14: **population de la Russie**



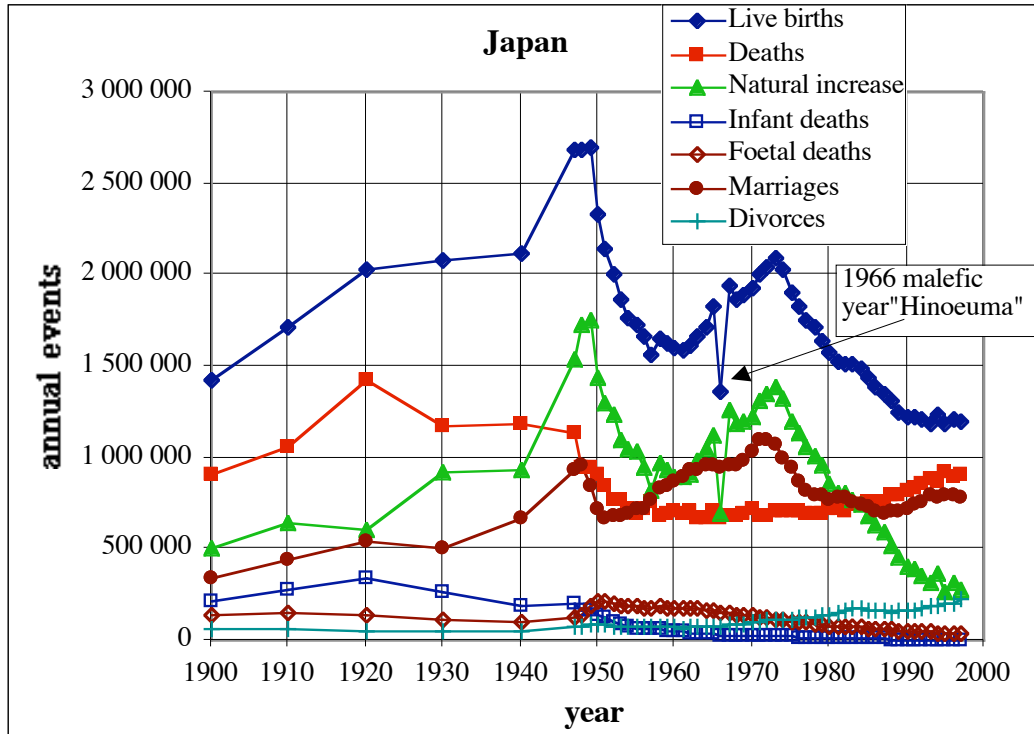
La Chine va plafonner d'ici 30 ans

Figure 6-15: **population de la Chine**



Sur les courbes, on peut voir des phénomènes étranges comme les famines en Chine vers 1960 et comme le creux des natalités au Japon en 1966, année dite maléfique! Le comportement humain est irrationnel.

Figure 6-16: effondrement des natalités au Japon en 1966 = année maléfique (les femmes nées cette année vont tuer leur mari !)

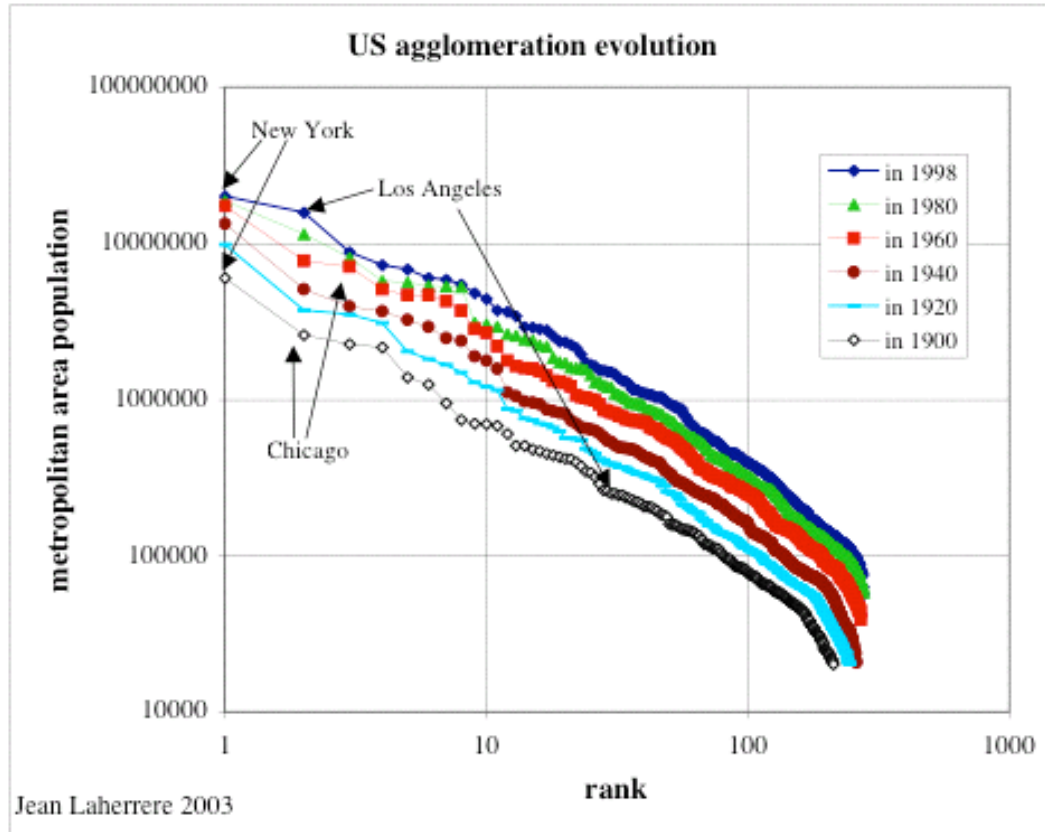


-Agglomérations urbaines

La définition du seuil d'agglomération urbaine montre des différences notables, variant d'un minimum de 2000 à 10 000 habitants. Il n'y a pas de consensus et de plus ce seuil devrait être variable, augmentant avec la population mondiale.

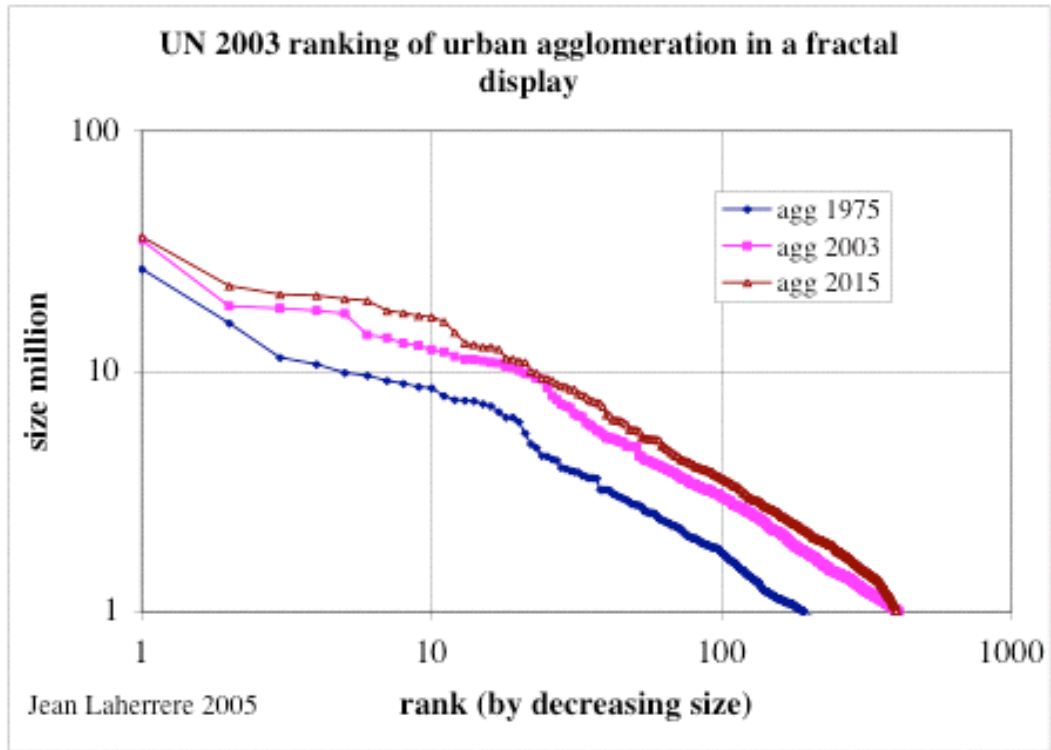
Une représentation fractale (taille-rang (par taille décroissante) dans un format log-log) montre que les agglomérations urbaines évoluent avec le temps en se déplaçant d'une façon parallèle.

Figure 6-17: évolution des agglomérations urbaines aux US de 1900 à 1998



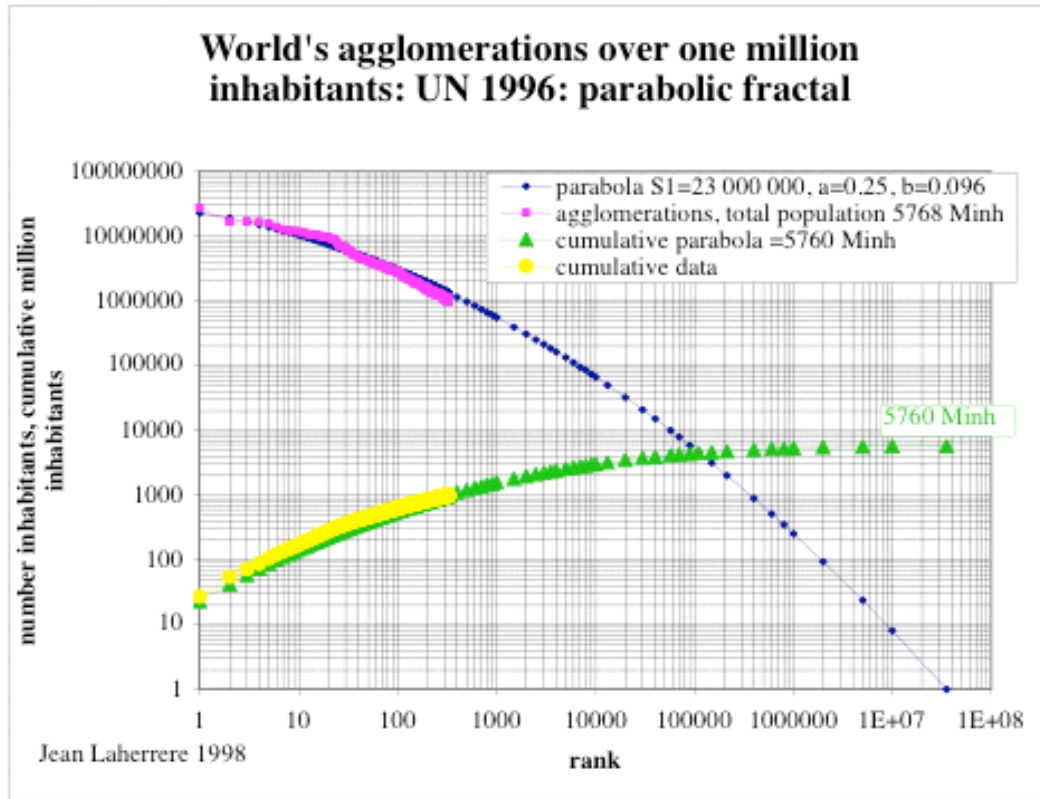
La même représentation des prévisions des NU 2003 montre que la distribution 1975 est parallèle à celle de 2003 mais pas à celle de 2015, ce qui laisse supposé qu'elle est peu probable !

Figure 6-18: évolution des agglomérations urbaines mondiales de 1975 à 2015 d'après NU 2003



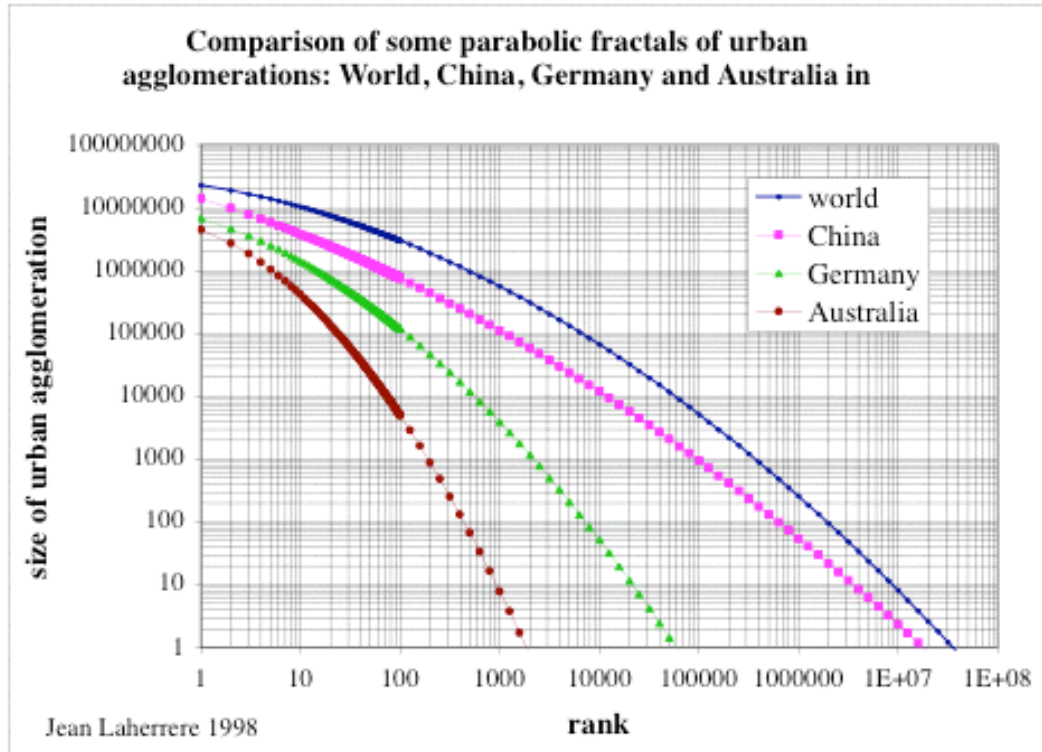
On peut modéliser les agglomérations urbaines mondiales de plus de 1 million avec un modèle fractale parabolique (Laherrere 1996) qui, extrapolé jusqu'à l'agglomération minimum (1 personne), donne la population mondiale

Figure 6-19: modélisation des agglomérations urbaines mondiales en 1996



On peut modéliser de la même manière tous les pays. Le graphique suivant montre les distributions différentes, caractéristique du pays: Chine habitat dispersé, Allemagne habitat moyen et Australie habitat concentré.

Figure 6-20: modélisation des agglomérations urbaines en 1996 pour le monde, Chine, Allemagne et Australie



Cette représentation du type de concentration (dispersé à concentré) apporte beaucoup plus que le pourcentage d'urbanisation qui ne cesse d'augmenter avec la population alors que le seuil est gardé le même. On peut ainsi comparer utilement les divers types d'habitats par pays et il est beaucoup plus fiable de l'étude du taux d'urbanisation, car il ne nécessite que les grandes agglomérations et la population totale.

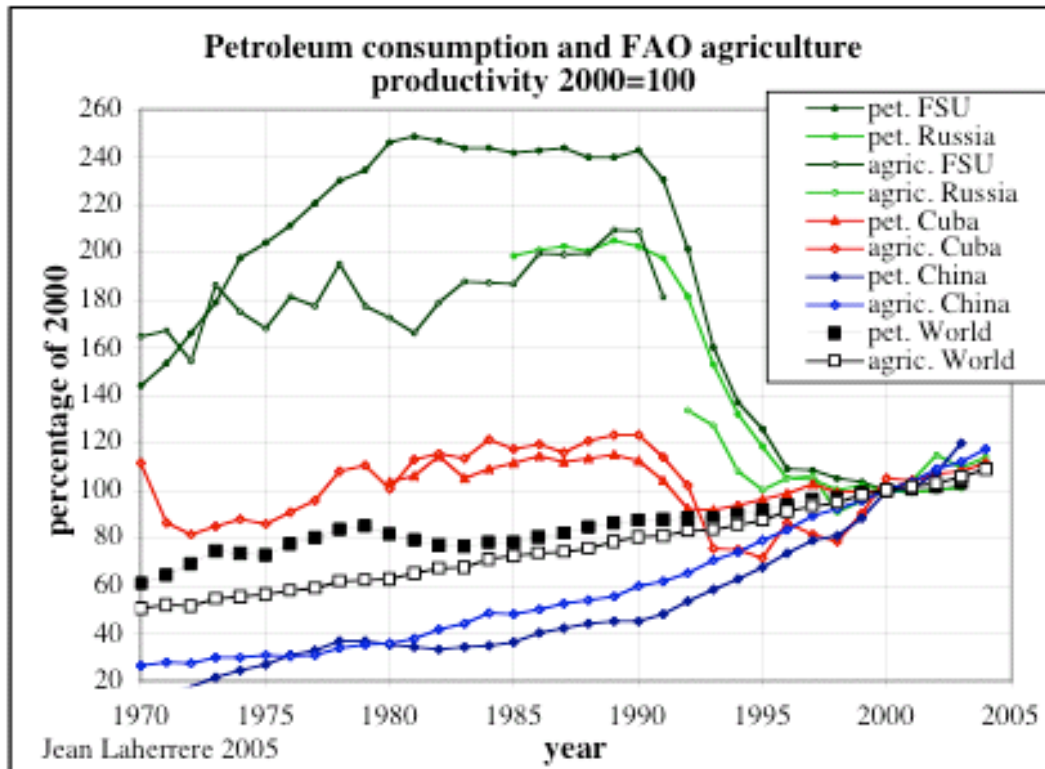
Ce genre d'étude devrait être donc répandue, mais ma proposition d'article en 1998 à Scientific American sur ce sujet a été rejetée, sans doute parce que je parlais de déclin, mot politiquement incorrect! Je n'ai pas essayé davantage.

-7-Agriculture

Hydrocarbures et agriculture

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

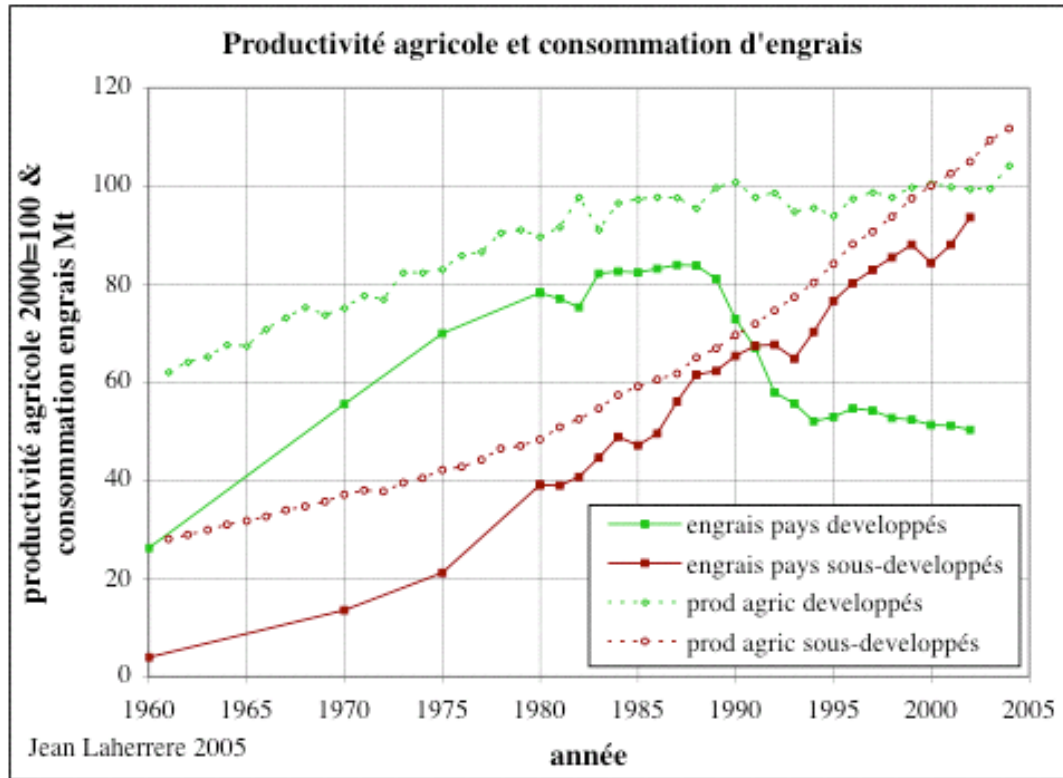
Figure 7-1: **Consommation de pétrole et productivité agricole d'après FAO 1970-2004**



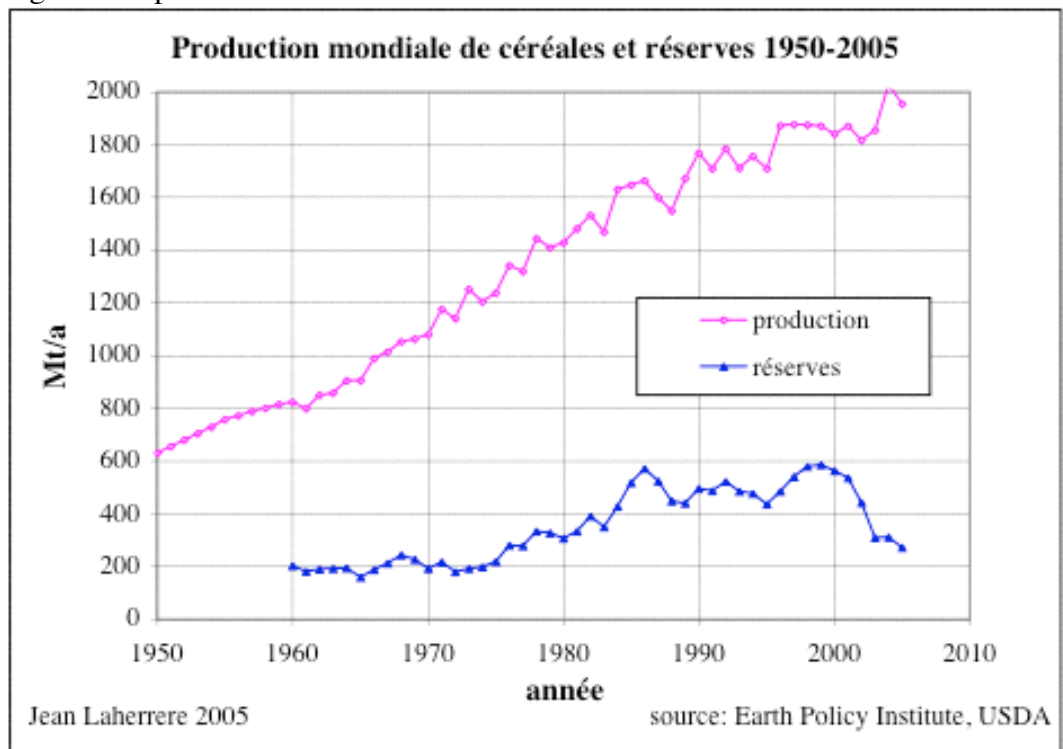
Quand le prix du pétrole augmente, il faut augmenter le prix des produits agricoles, c'est aux consommateurs de payer et non aux contribuables.

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 diminué considérablement l'emploi d'engrais en gardant la même productivité.

Figure 7-2: Productivité agricole mondiale et consommation d'engrais 1960-2004 en pourcentage de 2000



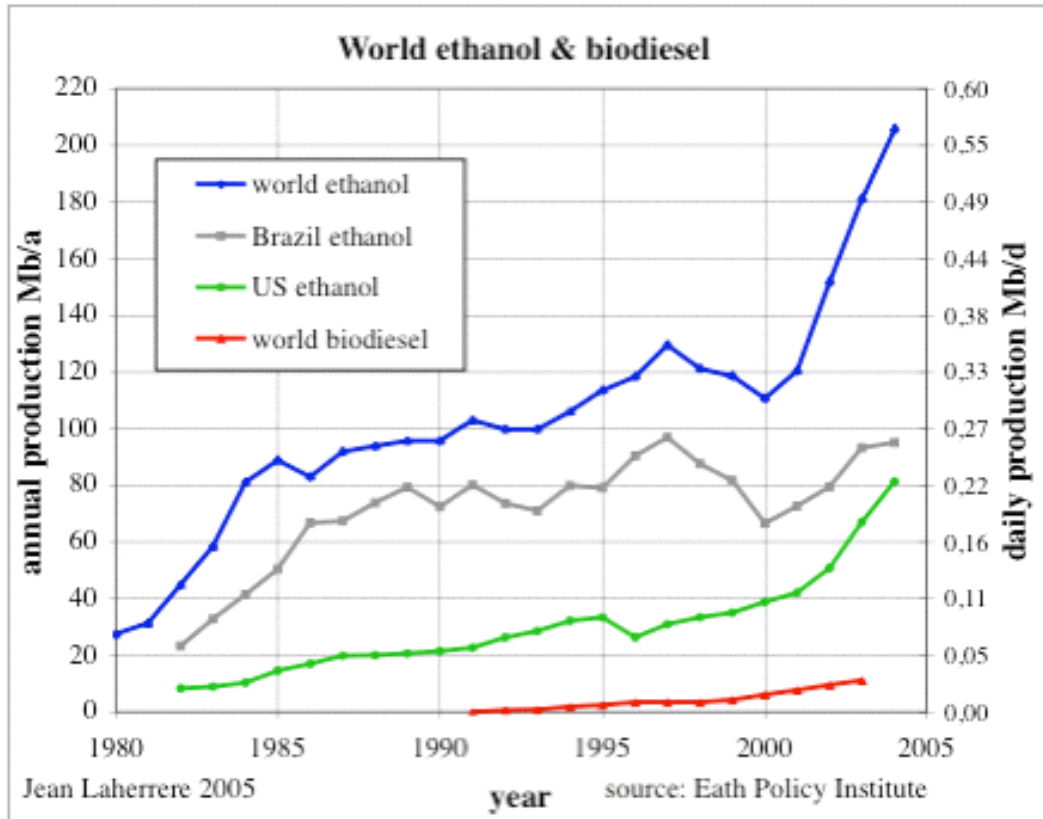
La production mondiale de céréales semble plafonner depuis 1996 (limite des surfaces cultivables, de la productivité et de l'irrigation) et les réserves baissent nettement depuis 2000. Figure 7-3: production mondiale de céréales et stocks



Il semble donc évident que l'agriculture ne pourra pas dans le futur nourrir le monde et remplir les réservoirs des voitures en biocarburant

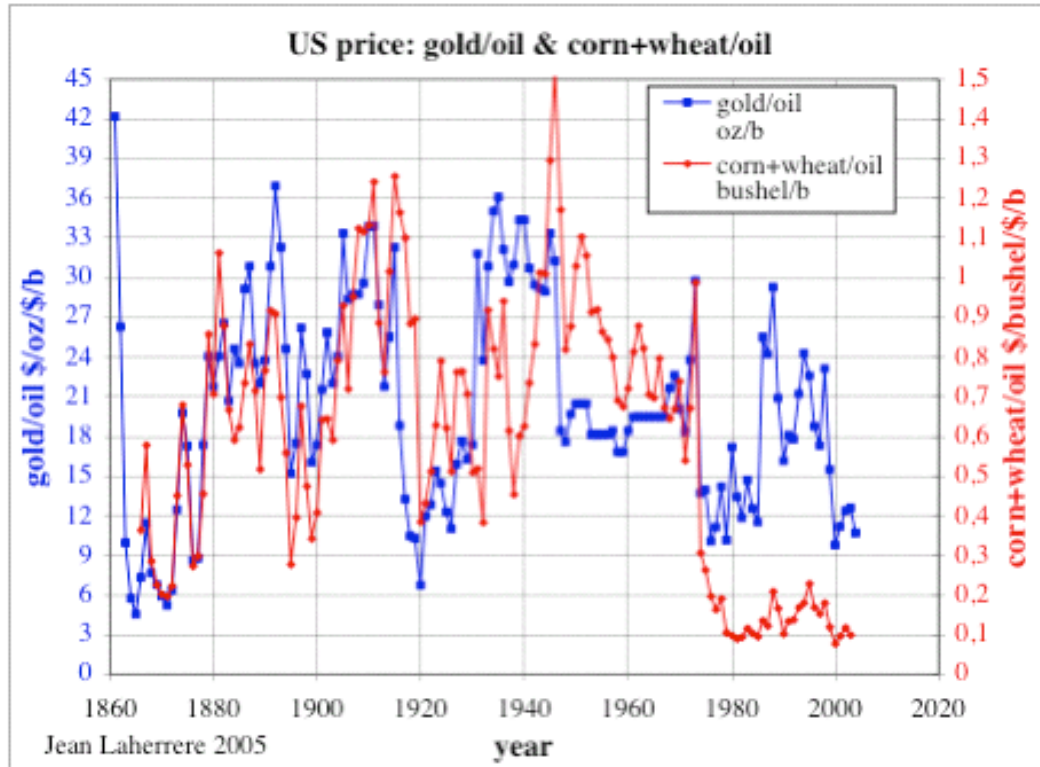
Le volume mondial de biocarburants atteint près de 0,6 Mb/d en 2004, mais est moins de 1% de la production de pétrole tous liquides à 83 Mb/d

Figure 7-4: production mondiale de biocarburants



Depuis 1860 le prix du blé et du maïs (\$/bushel) qui variait entre 0,4 et 1,2 fois (1 à 3) le prix du baril a brutalement décroché lors du choc pétrolier de 1973 et n'est plus depuis 1980 que 0,15 fois le prix du baril, alors que le prix de l'or (\$/oz) a varié aussi dans un rapport de 1 à 3 (10 et 30 fois) par rapport au prix du baril.

Figure 7-5: Rapports du prix du blé et maïs aux US et du prix du pétrole, du prix de l'or et du prix du pétrole

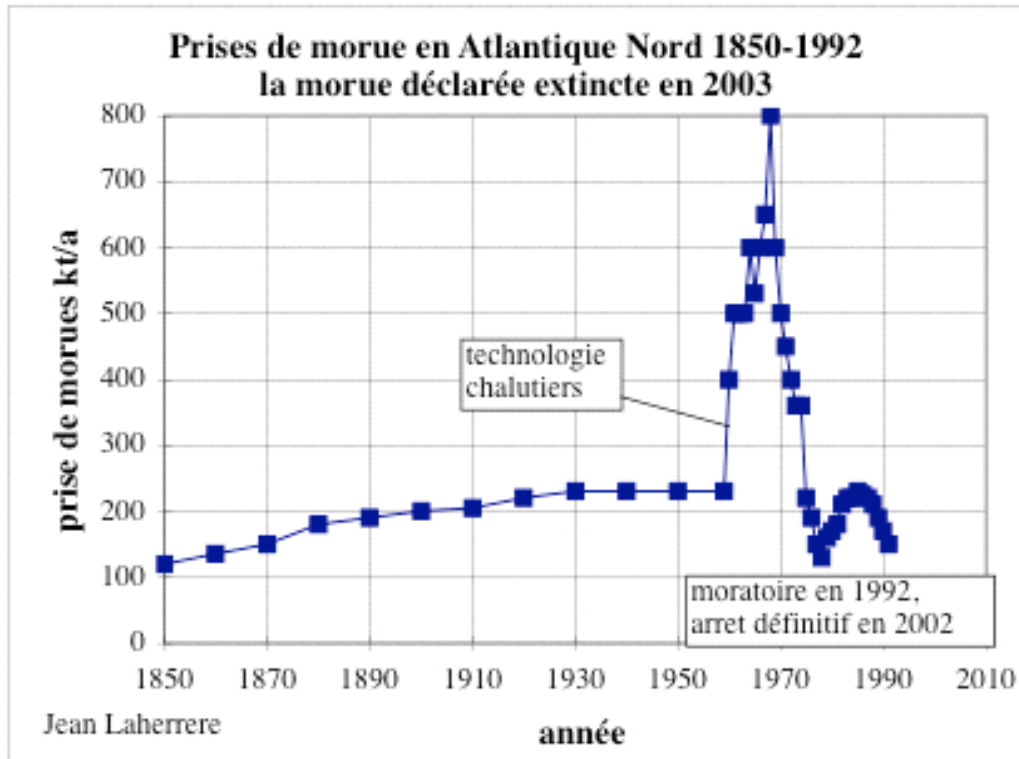


Depuis le choc pétrolier, le prix des céréales est sous évalué par rapport à celui du pétrole!
 Les subventions faussent le jeu!

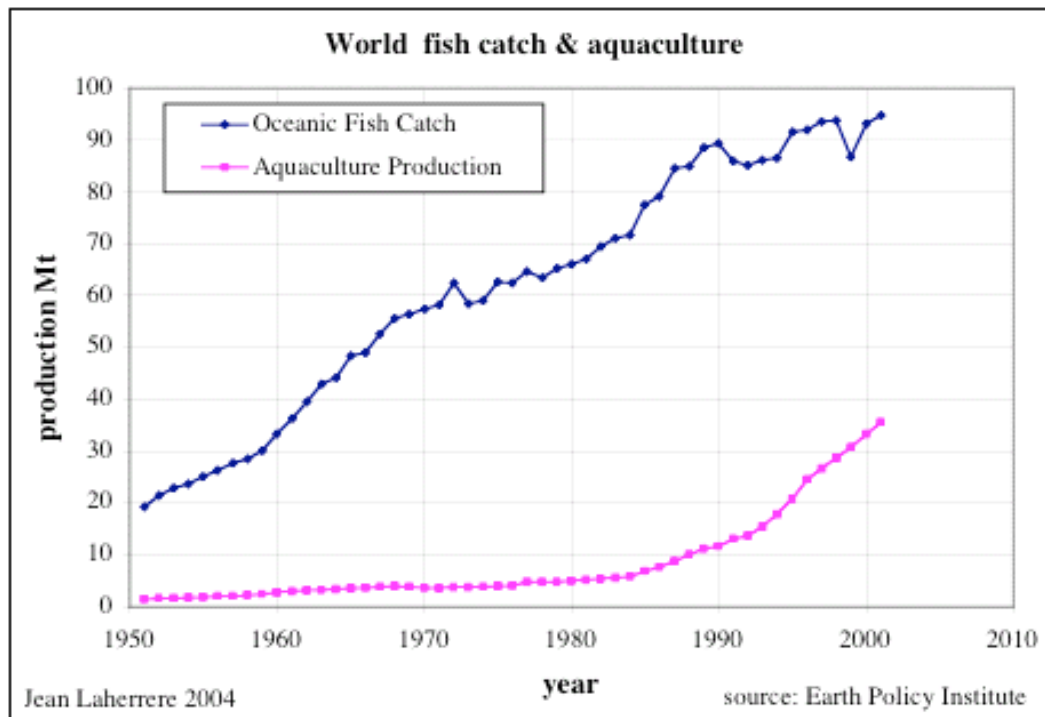
-Pêche

L'exemple de la morue en Nord Atlantique qui a nourri l'Europe pendant des siècles (les Terre-neuvas) et permis la découverte de l'Amérique est frappante car cette ressource renouvelable qui semblait inépuisable est maintenant disparue par surpêche (technologie = chalutiers et usines flottantes) et mauvaise évaluation des ressources (quotas)

Figure 7-6: Prises de morue en Nord Atlantique 1850-2000



La prise mondiale de poissons plafonne depuis 1990 alors que l'aquaculture continue à progresser.
Figure 7-7: Prise mondiale de poissons et aquaculture 1950-2003



La pêche et l'agriculture semblent avoir atteint leurs limites!

Conclusions

Tout ce qui monte doit descendre.

Une croissance constante est impossible dans un monde fini.

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.

L'augmentation des prix du pétrole n'augmentera pas les réserves conventionnelles ou les découvertes.

Mythe des schistes bitumineux et des hydrates, c'est le bilan énergétique qui importe et non le prix.

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 Etats-Unis 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 ou plus tôt si la demande chute (dépression ou prix élevé).

Les prévisions sur la demande d'énergie ne reflètent que le désir politique d'une croissance constante.

Une bonne prévision de la demande ne peut pas ignorer les contraintes sur l'offre.

Le pic du pétrole peut être un plateau ondulé si l'économie mondiale entre en crise, ce qui est probable.

La production mondiale de gaz culminera après celle de pétrole, mais la pénurie locale de gaz a déjà commencé en Amérique du Nord et en Europe, avant la pénurie de pétrole.

Les combustibles fossiles culmineront vers 2030.

Aucune source d'énergie ne doit être éliminée. On aura besoin de toutes les diverses formes (Wingert 2005).

Les scénarios de consommations de combustibles fossiles du 3e rapport GIEC 2001 sont irréalistes, leurs conclusions excessives, et le 4e rapport de 2007 a décidé de garder les mêmes.

C'est consternant!

Il n'y a pas d'alternative aux liquides pour le transport sauf le pétrole synthétique.

L'agriculture a atteint ses limites: elle ne pourra pas nourrir plus d'habitants et fournir suffisamment de biocarburants.

Le coût de l'énergie ne représente que 5% du PIB alors que sa contribution à la productivité globale des facteurs représente ~ 50%. Des prix plus élevés sont donc possibles et supportables.

Des prix plus élevés rendront compétitives les énergies non fossiles.

Toutes les subventions, quelles qu'elles soient, sont source de distorsion et devraient être supprimées.

Un changement de comportement des consommateurs est nécessaire pour économiser l'énergie et satisfaire les besoins futurs en énergie. Il ne le fera que par nécessité si le prix de l'énergie

augmente. Il faut donc taxer l'énergie proportionnellement à son prix au nom de l'externalité «sécurité d'approvisionnement»!

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, car la population active plafonne en 2006.

Il faut que cela aille vite car ce que nous ne faisons pas nous-mêmes, la Nature nous l'imposera et ce sera beaucoup plus douloureux et au seul avantage des pays producteurs (alors que les taxes, elles au moins, restent dans le pays consommateur et peuvent être recyclées).

Autrement dit, baisser les taxes quand le prix augmente est la plus mauvaise solution.

Quand le prix du pétrole augmente, il faut non pas donner des subventions aux agriculteurs et aux pêcheurs, mais faire augmenter le prix des céréales et du poisson, c'est aux consommateurs de payer et non aux contribuables

Seul un prix élevé de l'énergie (aligné sur son vrai coût et incluant les risques extérieurs associés) 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.

Saint Exupéry a écrit: "nous n'héritons pas la terre de nos parents, nous l'empruntons à nos enfants".

Références:

- AIE 2004 Cornot »Security of gas supply in open markets»
- AIE 2005 WEO «World Energy Outlook»
- AIE 2005 «Resources to Reserves - Oil and Gas Technologies for the Energy Markets of the Future»
- Ayres 2005 « Implications of Higher Oil Prices for Future Economic Growth “ ASPO conference Lisbon 19-20 May»
- Ayres 2005 «Lecture 5 : economic growth (and cheap oil)»
- Bauquis P-R, 2004 “Quelles énergies pour les transports au XXIe siècle?” Les cahiers de l'économie n°55, Oct. série Analyses et Synthèses Ecole du pétrole et des moteurs, IFP
- Brinded M. 2003 «Gas: the bridge to a sustainable future» 12th European gas conference Oslo 15-16 May
- Campbell ASPO newsletter octobre
http://www.peakoil.ie/downloads/newsletters/newsletter60_200510.pdf
- CERA (Cambridge Energy Research Associates) 2005 «Worldwide liquids capacity outlook for 2010 –Tight supply or excess of riches?»
- CGES avril 2004
- Chabreli M.F. Cedigaz 2005 «Natural gas, the fuel of choice for decades to come » OAPEC-IFP seminar « Hydrocarbon reserves : abundance or scarcity?» Paris 28-30 June
- Chevron www.willyoujoinus.com
- Conseil Mondial de l'Energie WEC 2003 « Drivers scene of the energy scene » 23rd IAEE N.Am conf. Mexico City Oct.21
- DGEMP (Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières) 2005
- Dukes J. 2003 Climatic Change Nov.
- Earth policy Institute
- Hubbert M.K 1956 "Nuclear energy and fossil fuels" Am. Petrol. Inst. Drilling & Production Practice, Proc. Spring Meeting San Antonio Texas p7-25.

- IFP-BRGM-ADEME 2005 «La capture et le stockage géologique du CO2» J.Varet
- IIASA scénarios du GIEC SRES <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/data/allscen.xls>
- INED 2004 C.Wilson & G.Pison «la majorité de l'humanité vit dans un pays où la fécondité est basse» Population & Sociétés n°405 Oct
- INED 2005 F.Heran «la population du monde pour les trois siècles à venir: explosion, implosion ou équilibre?» Population & Sociétés n°408 Janv
- Inglehart, R. & H.-D. Klingemann 2000. Genes, Culture, Democracy, and Happiness. Culture and Subjective Well-Being. E. Diener and E. M. Suh. Cambridge, MA, MIT Press: 165-183.
- Kummel R., Lindenberger D. Eichhorn W.1998 "The productive power of energy and economic evolution"
- Laherrère J.H. 1994 "Nouvelle approche des réserves ultimes- application aux réserves de gaz des Etats-Unis" Pétrole et Techniques n°392 - p 29-33 - Décembre
- Laherrère J.H. 1996 "Distributions de type fractal parabolique dans la Nature" Comptes Rendus de l'Académie des Sciences- T.322 -Série IIA n°7-4 Avril p535-541
<http://erebus.phys.cwru.edu/phys/courses/p196/cheap/p196eocopg1.gif> or
<http://www.oilcrisis.com/laherrere/fractal.htm>
- Laherrère J.H. 1998 "World's population: distribution, evolution and decline» proposal to Scientific American May 9
- Laherrère J.H. 2001 "Estimates of Oil Reserves " IIASA International Energy Workshop June 19-21 2001 Laxenburg <http://www.iiasa.ac.at/Research/ECS/IEW2001/pdf/Papers/Laherrere-long.pdf>
- Laherrère J.H. 2005 "Prévisions de production des combustibles fossiles et conséquences sur l'économie et le climat" Séminaire METATM, 02/02/2005, Paris
www.hubbartpeak.com/laherrere/METATM.pdf
- Layard R. 2005 London School of Economics « Happiness: lessons from a new science » Penguin UK
- Le Monde 2 2005 «Pétrole La panne sèche» 1^{er} Oct. N°85
- Leonard R. 2005 « The reality of Russia » ASPO conference Lisbon 19-20 May
- Milov V. 2005 "Russian energy sector and its international implication" Tokyo March 30
- Milov V. 2005 "Russian energy expansion in Europe and the European energy security » Club de Nice 18 Nov. Institute of energy policy, www.energypolicy.ru
- Nations Unies 2003 « World Population in 2300 »
<http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/longrange2.htm>
- Préel X. 2005 «Les enjeux des bruts non conventionnels» Journées du Pétrole Paris , 12 & 13 Octobre
- Skinner R. & R.Arnott 2005 «The oil supply and demand context for security of oil supply to the EU from the GCC countries» Oxford Institute for Energy Studies, Kuwait City, Avril
- University of Utrecht <http://www.library.uu.nl/wesp/populstat/about.html>
- USDOE 2005 IEO International Energy Outlook <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>
- Zittel W. & Schindler J. 2003 "the imminent peak of oil production" Nov.7, Berlin
- Wingert JL 2005 "La vie après le pétrole - De la pénurie aux énergies nouvelles" préface J. Laherrère Editions Autrement