

Tout a un pic, ou plusieurs!
Quand allons nous manquer de pétrole et de gaz ?

Jean Laherrère jean.laherrere@wanadoo.fr

ASPO (Association for the Study of the Peak Oil and gas) www.peakoil.net

ASPO France www.aspofrance.org

Des textes plus longs sont disponibles sur les sites www.oilcrisis.com/laherrere (Strasbourg, Avignon)
et www.aspofrance.org (Janvier 2006)

-Faits de base dans la Nature

-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 (comme les patrons!)

-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, civilisation

-tout phénomène naturel a donc un pic, ou plusieurs

-un cycle qui disparaît est remplacé par un nouveau cycle

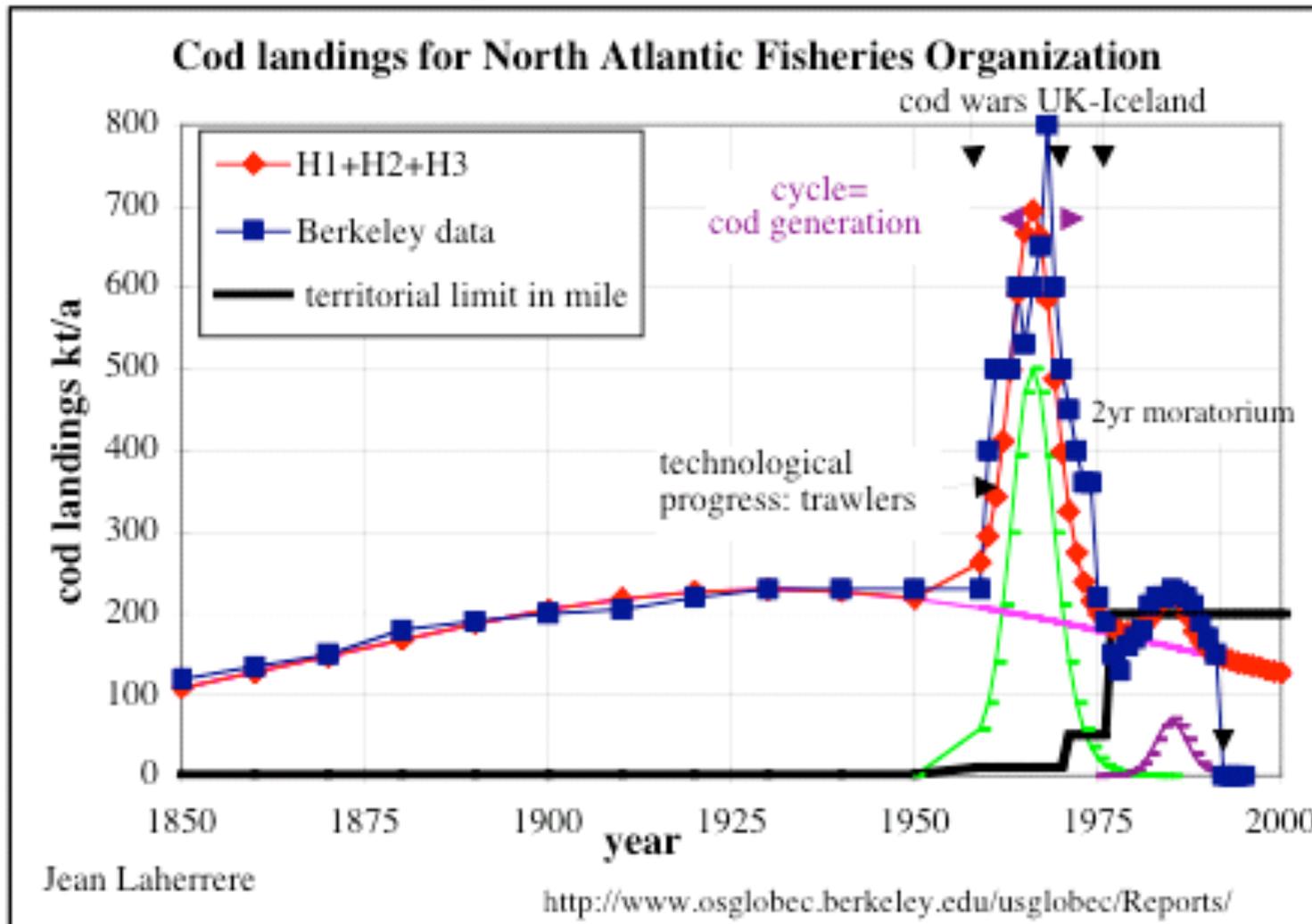
-il est facile de modéliser un événement naturel avec une série de cycles

-mais il est difficile de prévoir le prochain cycle

Toutes les **prévisions officielles**: population (NU), énergie (AIE, USDOE), climat (GIEC)) sont basées sur des **scénarios politiques** sans considération des réalités actuelles et du passé.

La prise des morues en Nord Atlantique (Terre-Neuve) a permis la conquête de l'Amérique du Nord. La technologie (chalutiers) et une mauvaise estimation des ressources ont tué la morue au Canada.

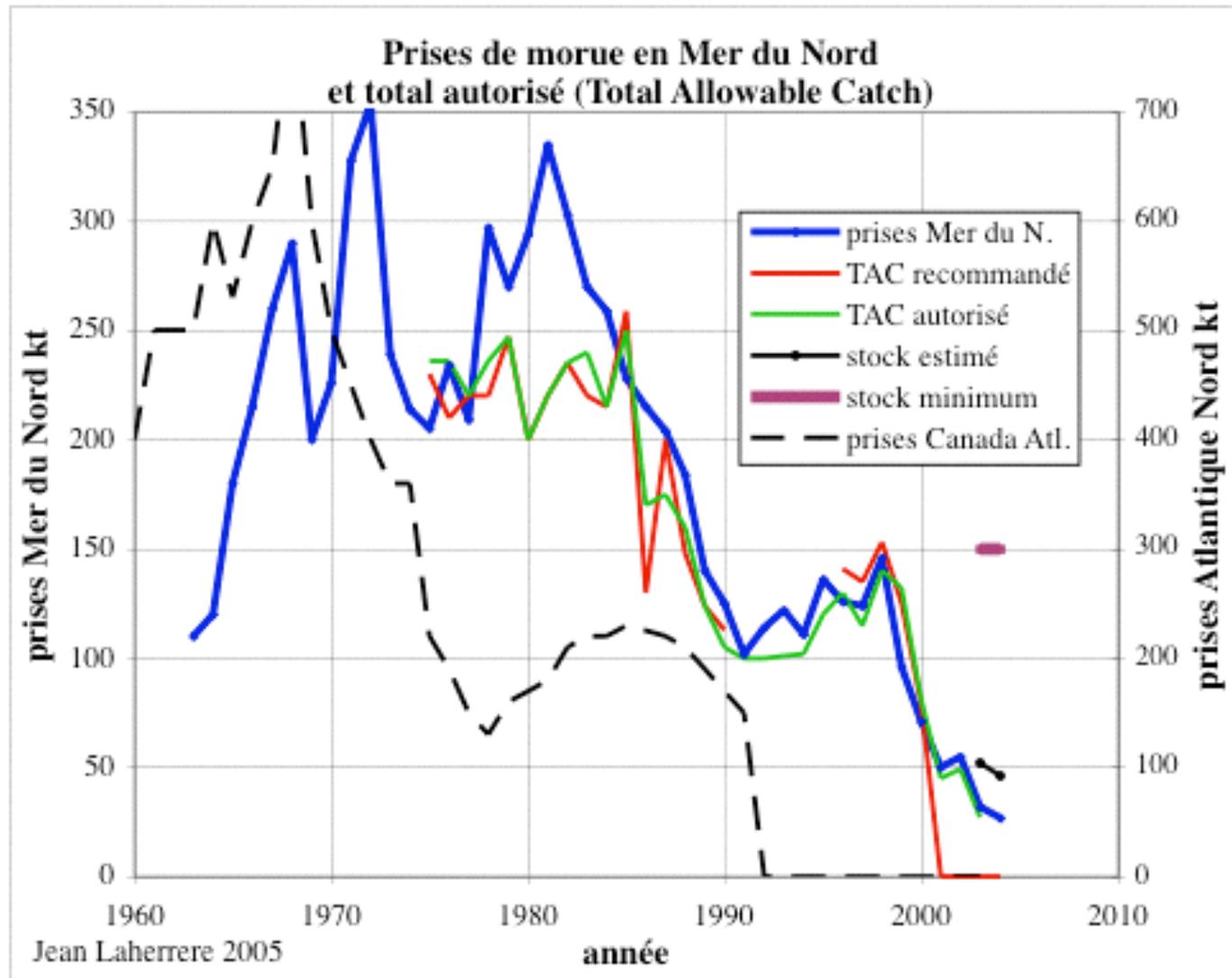
Figure 1: **Prises de morue en Nord Atlantique 1850-2000**



La morue Nord Atlantique a été déclarée disparue en 2003.

L'expérience désastreuse du Canada n'a servi à rien ! On retrouve le même schéma avec 15 ans de décalage en Mer du Nord où la morue va aussi disparaître, car on ne respecte pas le volume recommandé (zéro depuis 2001)!

Figure 2: **Prises de morue en Mer du Nord 1960-2004 comparées en Nord Atlantique Canadien**



La morue de la Baltique va suivre le même sort!

-Définitions

-les mots tels que: **énergie, pétrole, réserves, ressources, conventionnel, raisonnable, durable, soutenable, dangereux, significatif** sont **mal définis afin de permettre toutes les ambiguïtés**

-la production de pétrole peut être en 2004 soit 66 Mb/d (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, sauf au Royaume-Uni, Norvège et US fédéral.

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

Aux US, les réserves sont **prouvées** (*minimum* pour les règles SPE = Society of Petroleum Engineers) suivant les règles périmées (*certitude raisonnable*) de la SEC = Securities and Exchange Commission.

En ex-URSS, les réserves sont grossièrement exagérées basées sur une récupération théorique maximale.

L'OPEP publie des réserves **politiques dites prouvées** et triche sur le montant de leur production, car ils ne respectent pas les quotas.

Dans le reste du monde, les réserves sont **prouvées plus probables**, proches de la valeur espérée.

Des compagnies d'espionnage vendent très cher les **données techniques** mondiales confidentielles.

-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**.

Mais depuis le 1^{er} septembre l'*après-pétrole* est devenu le terme à la mode introduit par D. de Villepin.

-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 et refusent l’approche probabiliste à cause de l’aversion au risque des banquiers et des actionnaires.

Une enquête mondiale pour obtenir les réserves restantes à la fin de l’année 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.

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!

De plus il est **scientifiquement incorrect** d’additionner les réserves prouvées pour obtenir la valeur prouvée du tout, qui lui est supérieure!

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.

Les **réserves prouvées mondiales à fin 2004** sont données par plusieurs medias:

Organismes ou revues	pétrole Gb	gaz Tcf
BP Statistical Review	1 188,555 694 069 4	6 337,364 557 3
Oil & Gas Journal OGJ	1 277,701 992	6 040,208
World Oil WO	1 082,333 0	6 994,298 4
Cedigaz		6 358,575

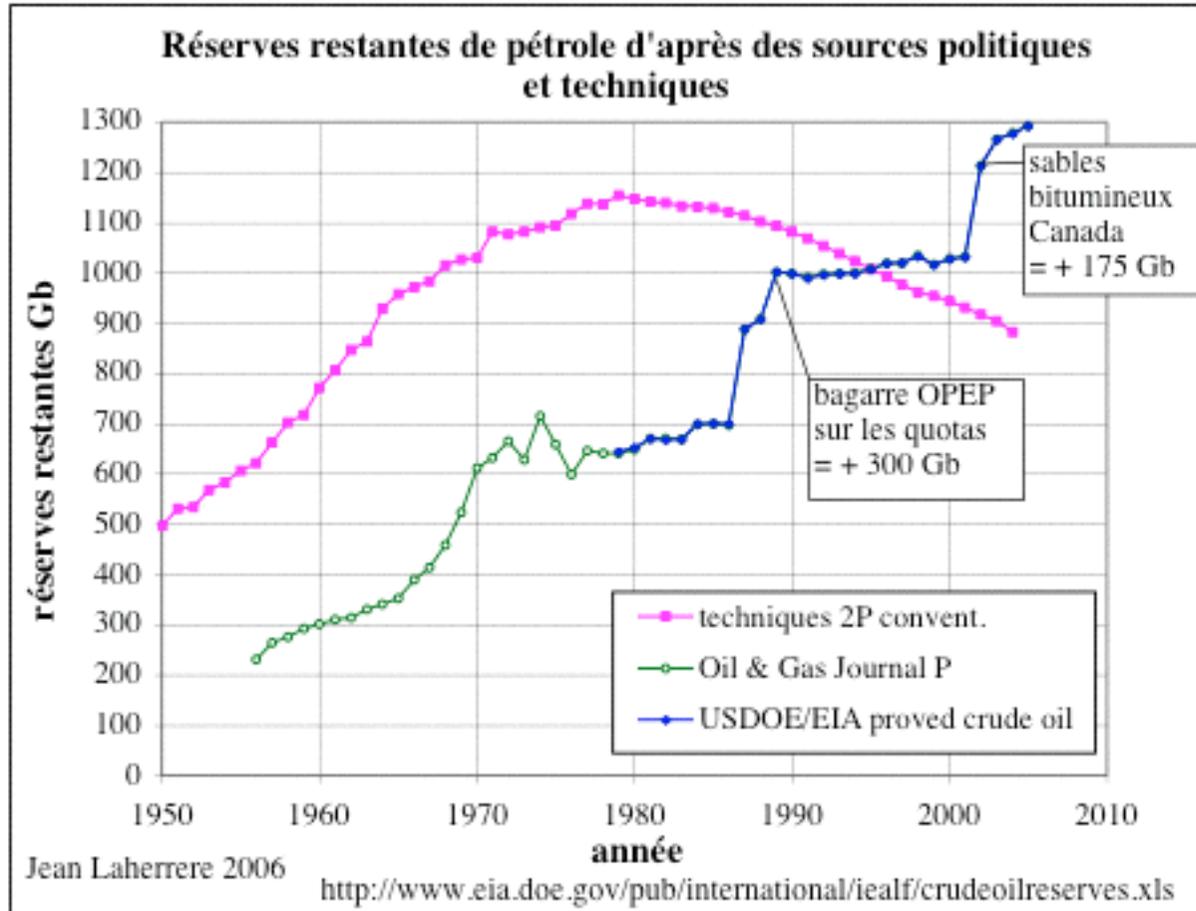
Donner plus de 2 chiffres significatifs pour des données pétrolières montre l’incompétence des auteurs!

-Pétrole

-Réserves restantes

J'ai accès à toutes les données par champ (>25 000). Je corrige ces données pour les ramener à la valeur moyenne (espérée) à la date de découverte, et pour obtenir un ultime qui tient compte des sources différentes, soit 2000 Gb pour le brut hors extra-lourd, c'est ce que j'appelle les **données techniques**. Les **réserves politiques** sont les réserves prouvées courantes **publiées par les gouvernements**, donc non constestables par les organismes officiels.

Figure 3: **Réserves restantes mondiales de pétrole conventionnel d'après des sources politiques et techniques**

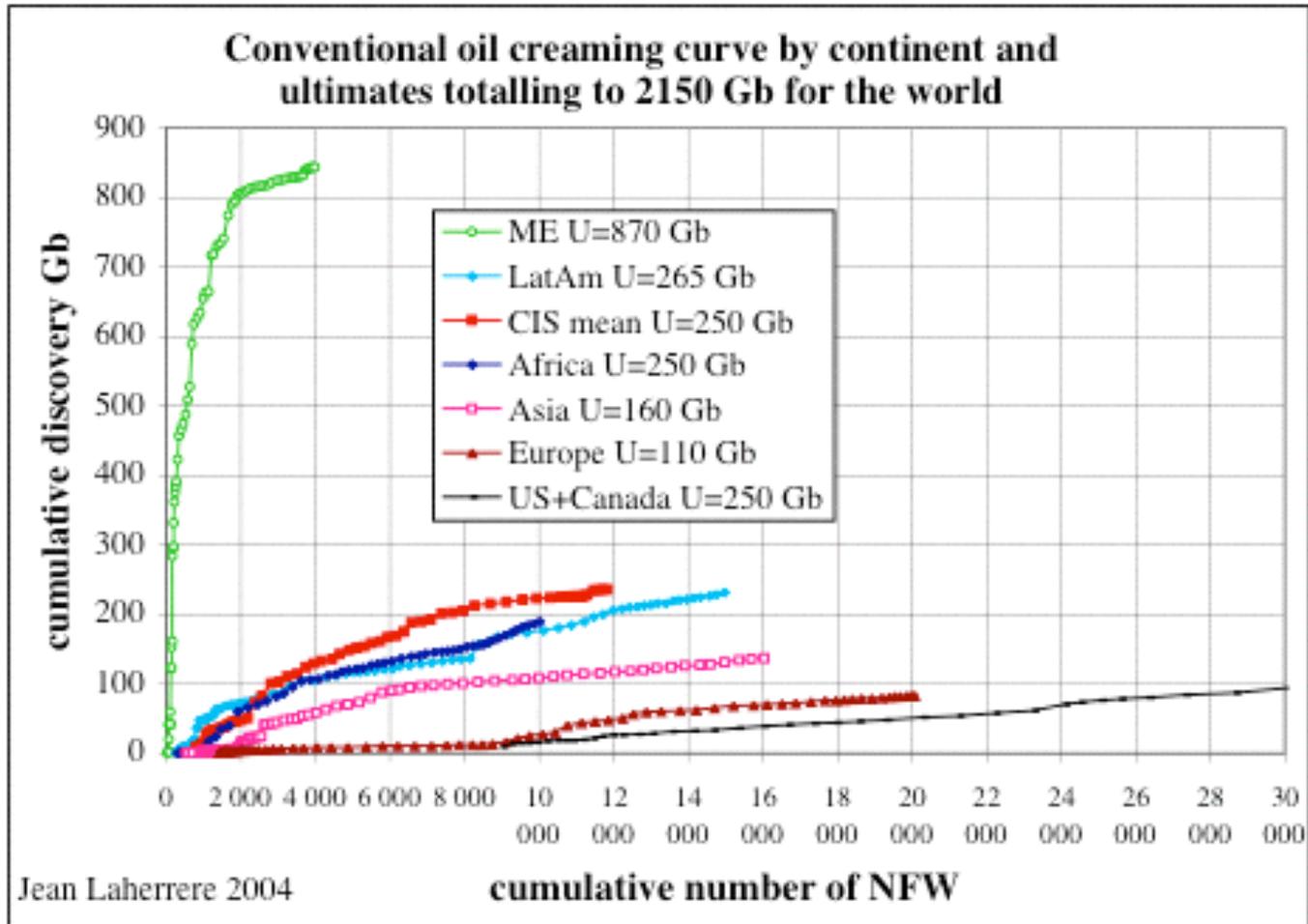


Les économistes, qui n'ont que les données politiques, ne raisonnent pas faux, ils raisonnent sur des données fausses!

-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). .

Figure 4: Courbes d'écrémage du pétrole conventionnel par continent et ultimes



Les réserves pétrolières sont très inégalement distribuées.

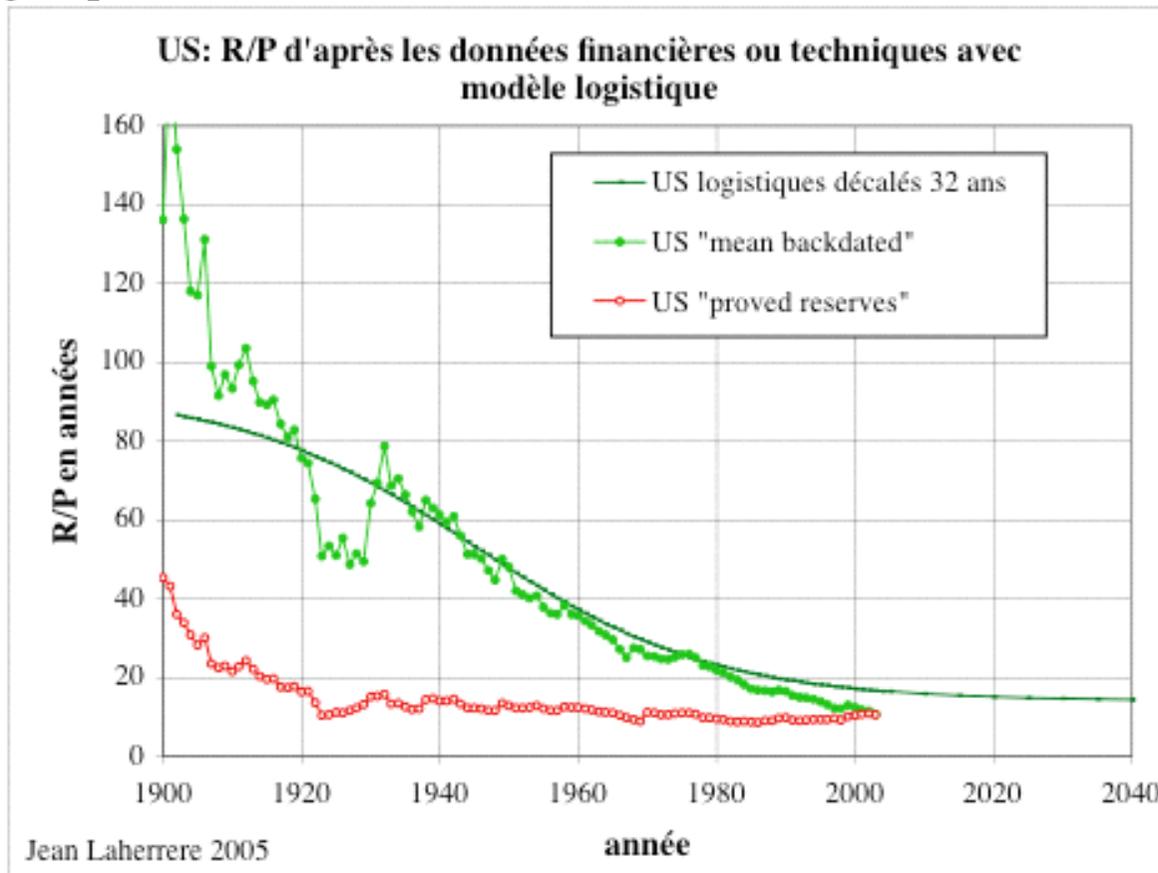
-Prévision de production pétrolière

Prévisions utilisant le nombre d'années des réserves restantes en fonction de la production actuelle

Il est souvent dit qu'il reste 40 ans pour le pétrole mondial, suggérant que la production actuelle peut être maintenue à ce niveau pendant 40 ans. Les réserves prouvées américaines donnent un R/P d'environ 10 ans depuis 80 ans, montrant bien que **ce ratio n'a aucun sens en prévision, et de plus il se conservera jusqu'à la fin**. Le dernier baril sera produit aux US alors qu'il restera 10 barils en terre!

De plus le R/P est totalement différent si on utilise les données techniques.

Figure 5: R/P aux US en années pour le pétrole d'après les sources financières et les sources techniques avec modèle de logistiques décalée de 32 ans



-Découvertes et productions annuelles : pic ou pics

-Pic d'Hubbert

King Hubbert a prévu en 1956 le pic de pétrole aux EU pour 1970, mais aussi pour 1965.

Figure 6: **Prévision d'Hubbert en 1956 pour la production = Courbe d'Hubbert 1850-2050**

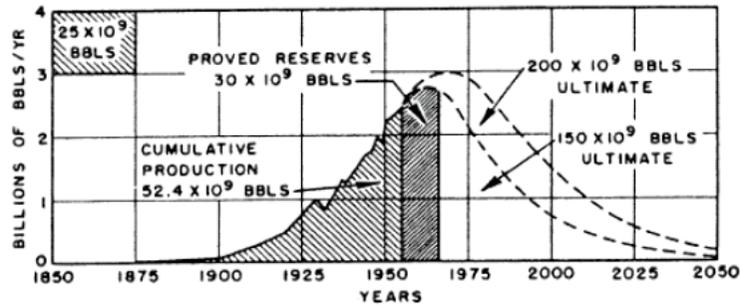
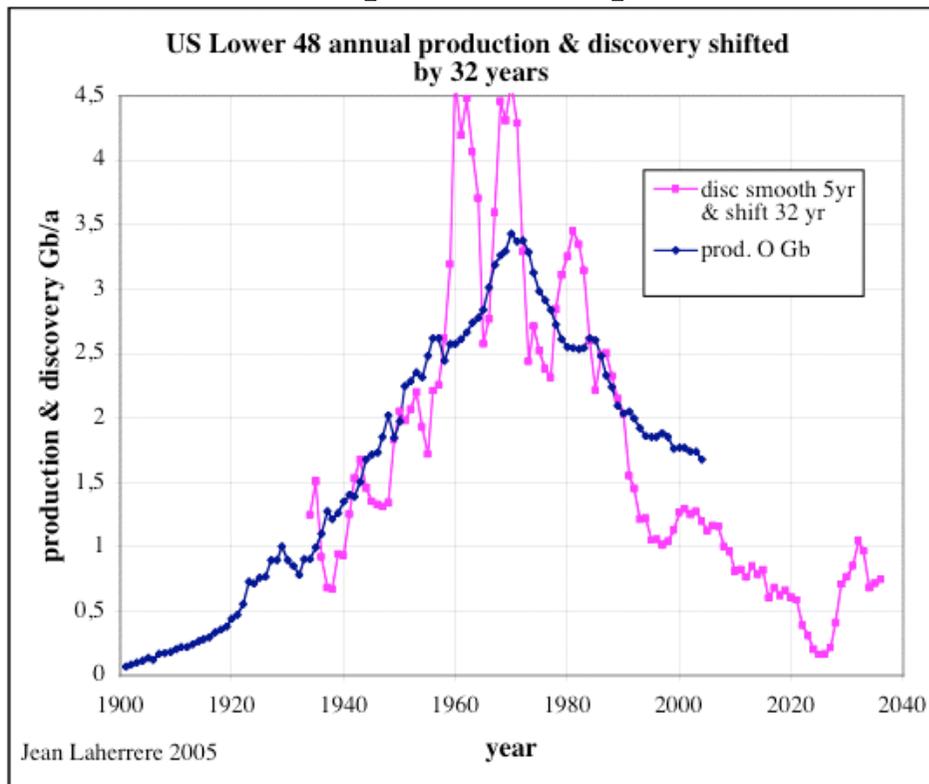


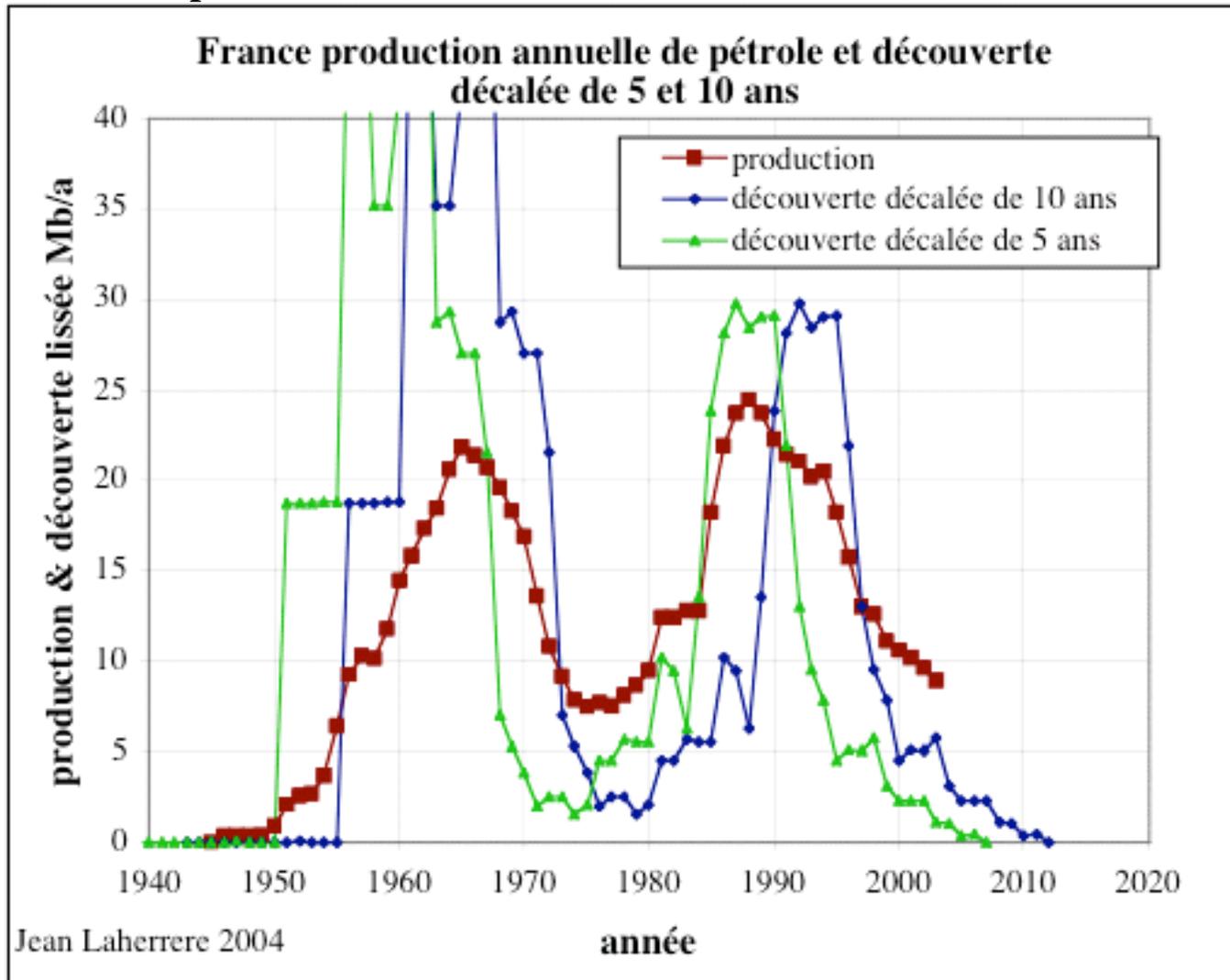
Figure 7: **US 48 états 1900-2040: production = pic en 1970 et découverte moyenne décalée de 32 ans**



-Plusieurs pics

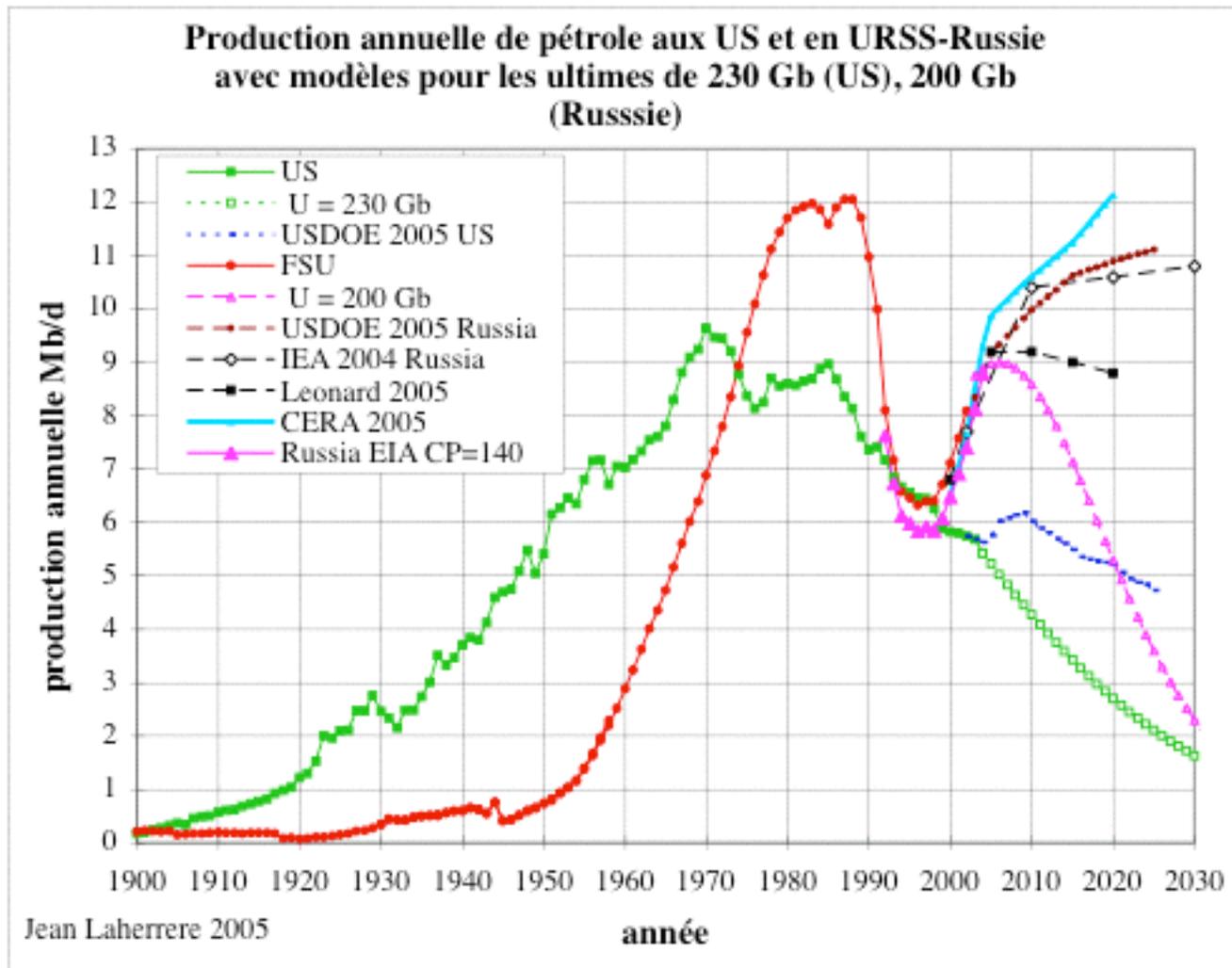
Pour les US hors Alaska il n'y a qu'un cycle, mais en France il y a deux cycles de découverte et deux cycles de production. Le décalage est moitié pour le 2^e cycle.

Figure 8: Production de pétrole 1940-2010 en France et découverte décalée de 5 et 10 ans



Russie

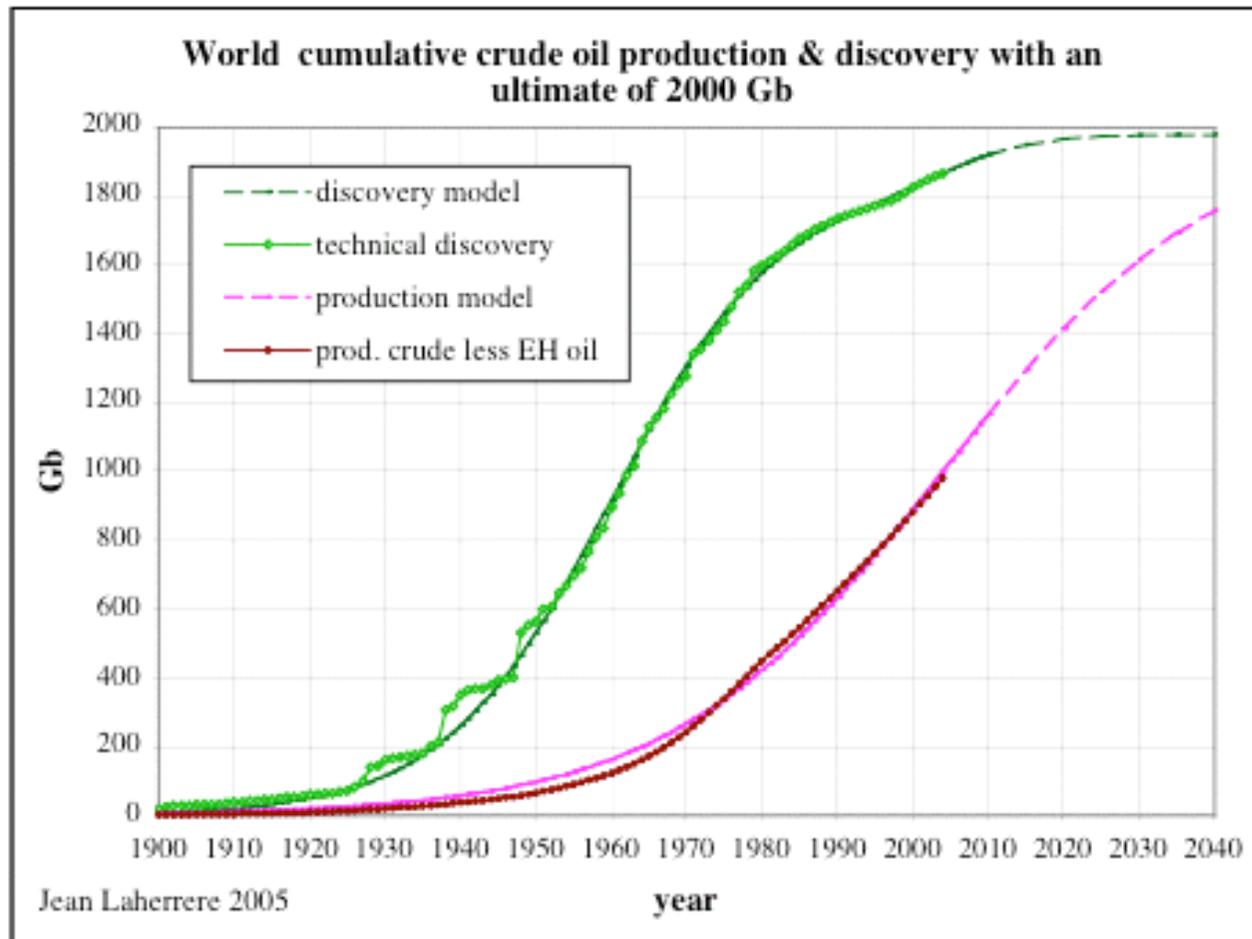
Figure 9: prévisions de production annuelle de pétrole aux US et en Russie pour des ultimes de 230 Gb et 200 Gb ainsi que celles de USDOE, CERA et Leonard (Yukos)



La production russe doit atteindre son pic sous peu, contrairement aux prévisions officielles. Le déclin sera sévère.

-Découvertes et productions cumulées : asymptotes = Ultimes

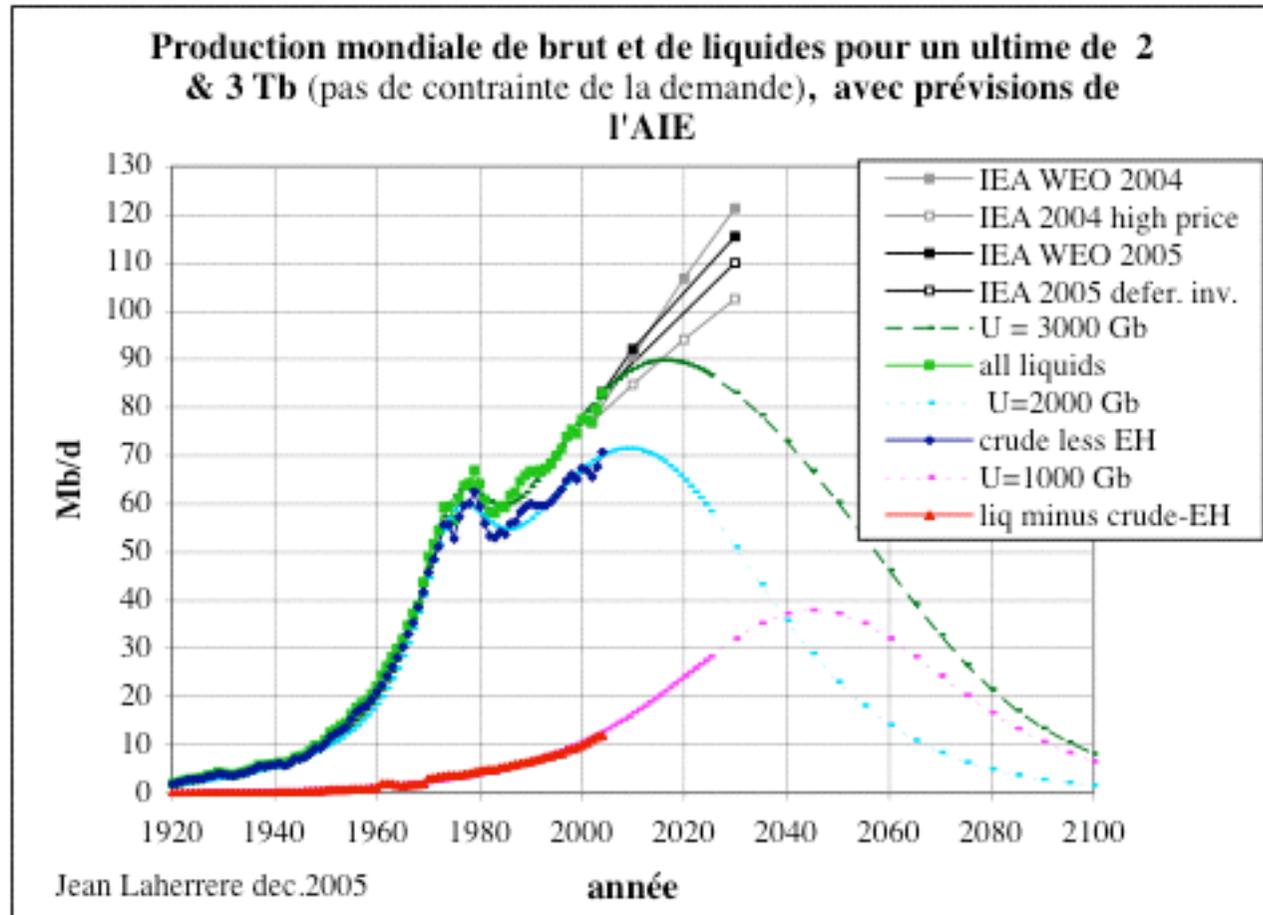
Figure 10: Découvertes et productions cumulées mondiales de pétrole **conventionnel** avec modèles logistiques pour un ultime de 2000 Gb



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.

Liquides Ultimes = 3000 Gb = 2000 Gb brut hors extra-lourd, 500 Gb extra lourd, 250 Gb liquides de gaz et 250 Gb pétrole synthétique et gains de raffinerie.

Figure 11: **Découverte de pétrole et prévision de production mondiale de liquides (sans contrainte de demande) pour un ultime de 3 Tb avec prévisions AIE 2004 et AIE 2005**



Les prévisions de l'AIE (club des consommateurs) espèrent une croissance constante qui répond aux voeux politiques, notamment américains.

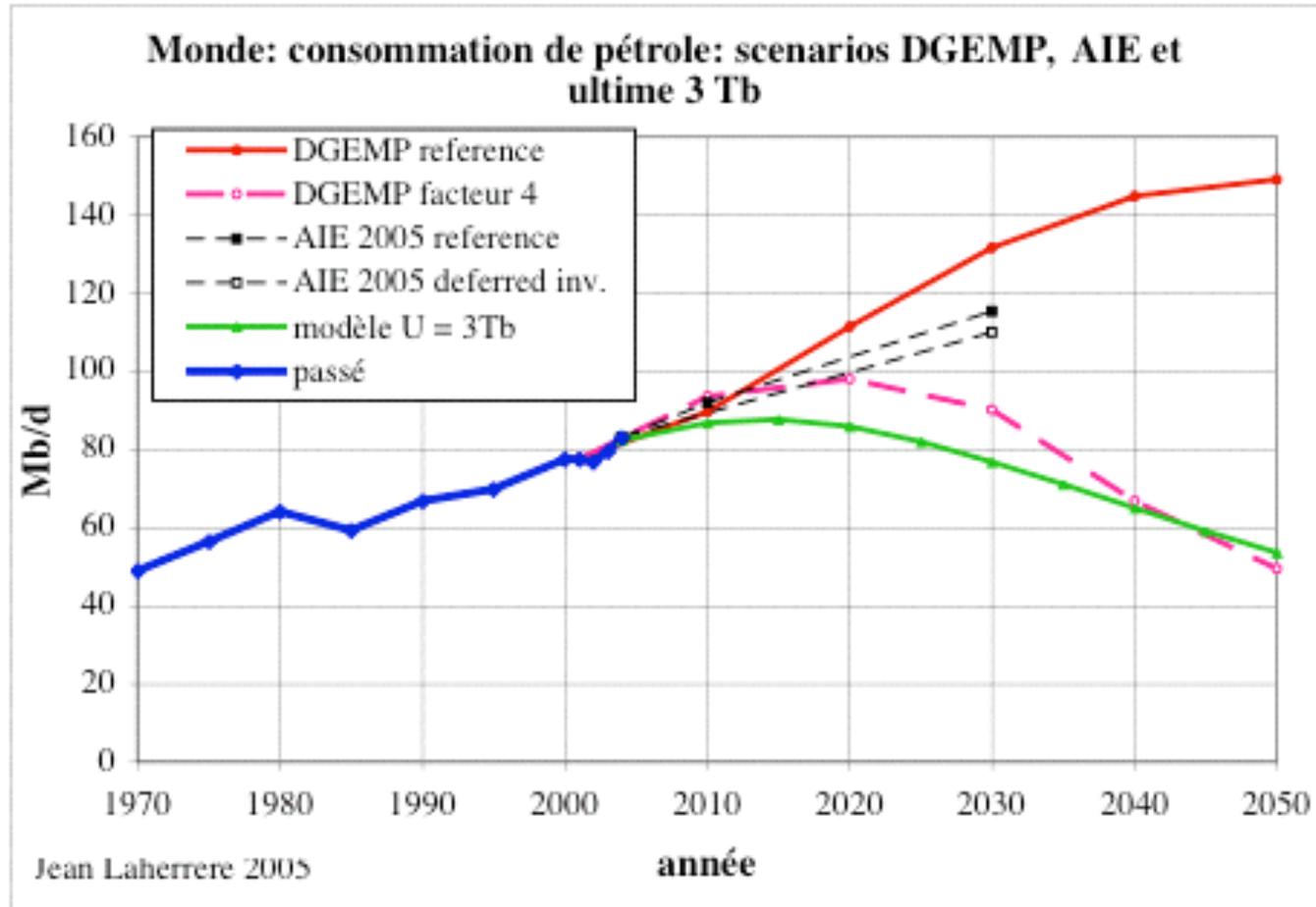
S'il y a chute de la demande (prix élevés ou dépression économique annoncée par P.Volcker) il y aura un plateau en tôle ondulée (oscillation chaotique des prix et de la demande)

Prévisions DGEMP pour le monde

Le scénario dit de *référence* a des hypothèses très optimistes: prix de 30 \$/b de 2005 à 2030, réserves basées sur l'étude USGS, sur une croissance de 2,5%/a de 2002 à 2030, un pic de population française en 2040 mais **dès 2020 pour la population active** (INED le prévoit en 2006! voir figure 45).

Le 2^e scénario appelé *facteur 4* a pour but de diviser les émissions de GES par 4.

Figure 12: **Consommation mondiale de pétrole** d'après DGEMP, AIE et prévisions de **réserves ultimes de 3 Tb**

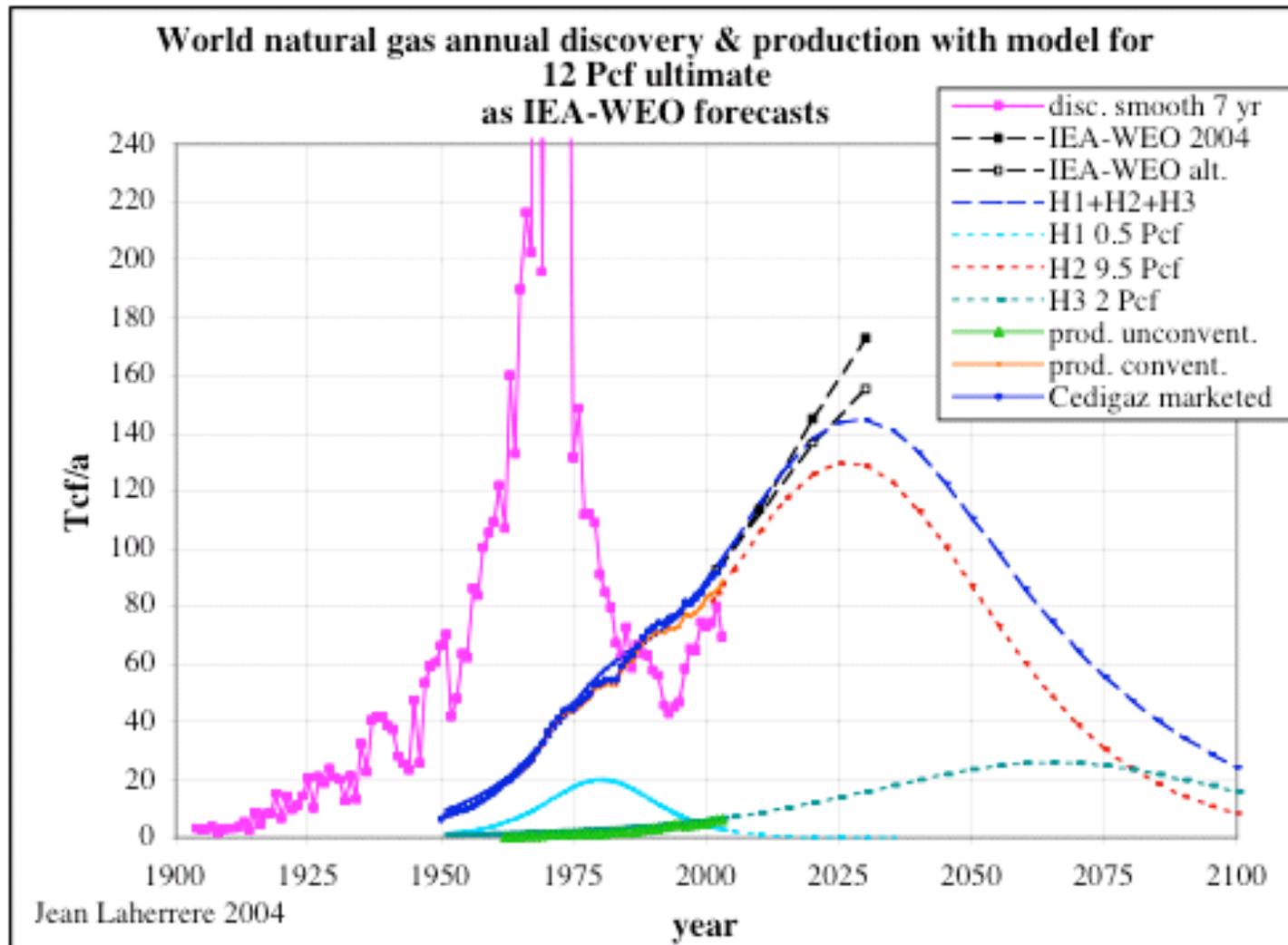


La DGEMP semble bien optimiste (ou pessimiste ?) dans sa version *référence*, très supérieure à la prévision de l'AIE, par contre **sa version *facteur 4* supposée difficile à réaliser est proche de la réalité des données techniques!**

-Gaz naturel

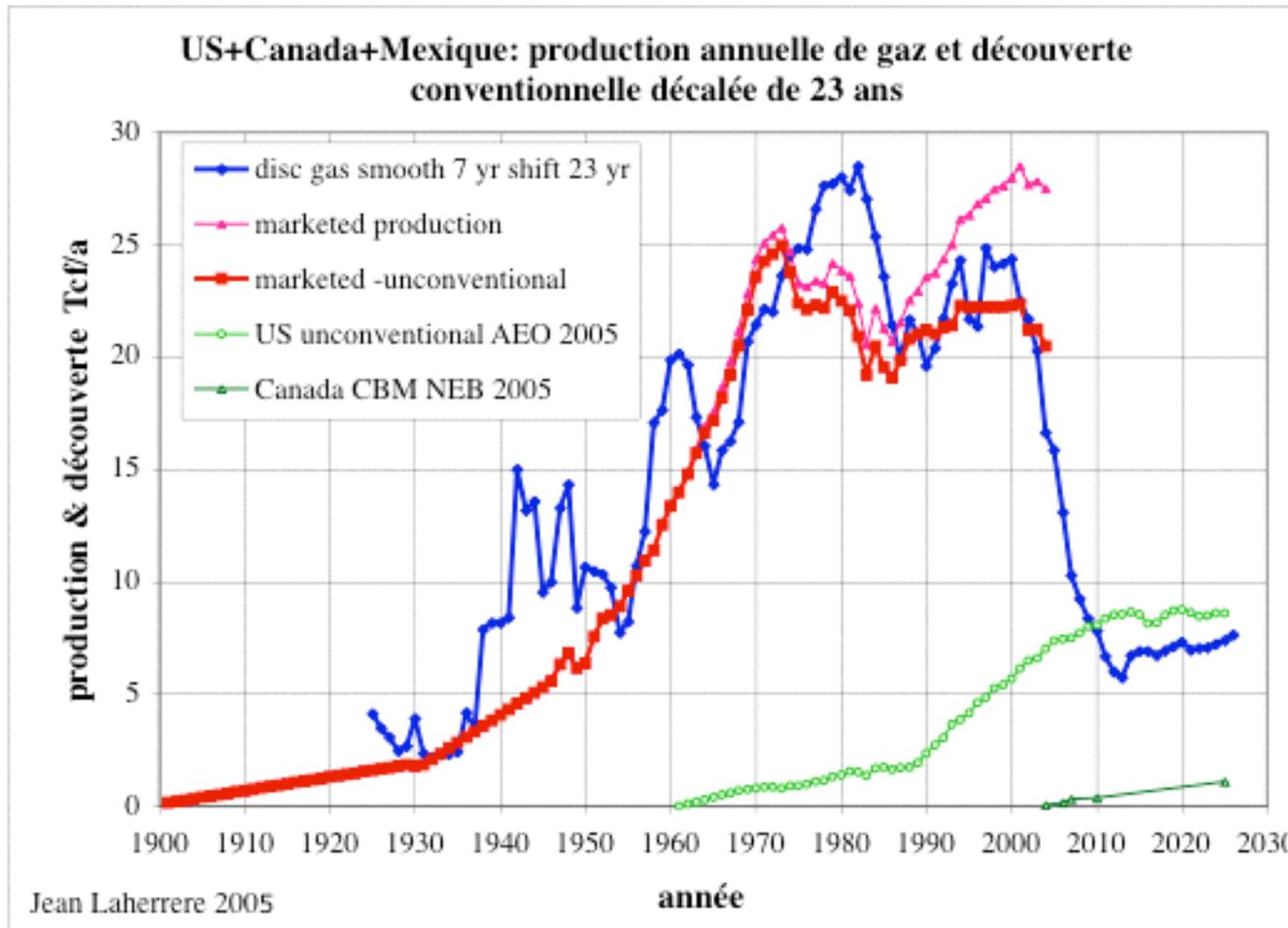
Il est 7 à 10 fois plus cher de transporter le gaz que le pétrole et il y a donc 3 marchés du gaz: Amérique du Nord, Europe et Asie Pacifique.

Figure 13: **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 de nombreux terminaux de gaz liquéfié

Figure 14: **Production annuelle 1900-2030 de gaz conventionnel aux US + Canada + Mexico et découverte décalée de 23 ans**

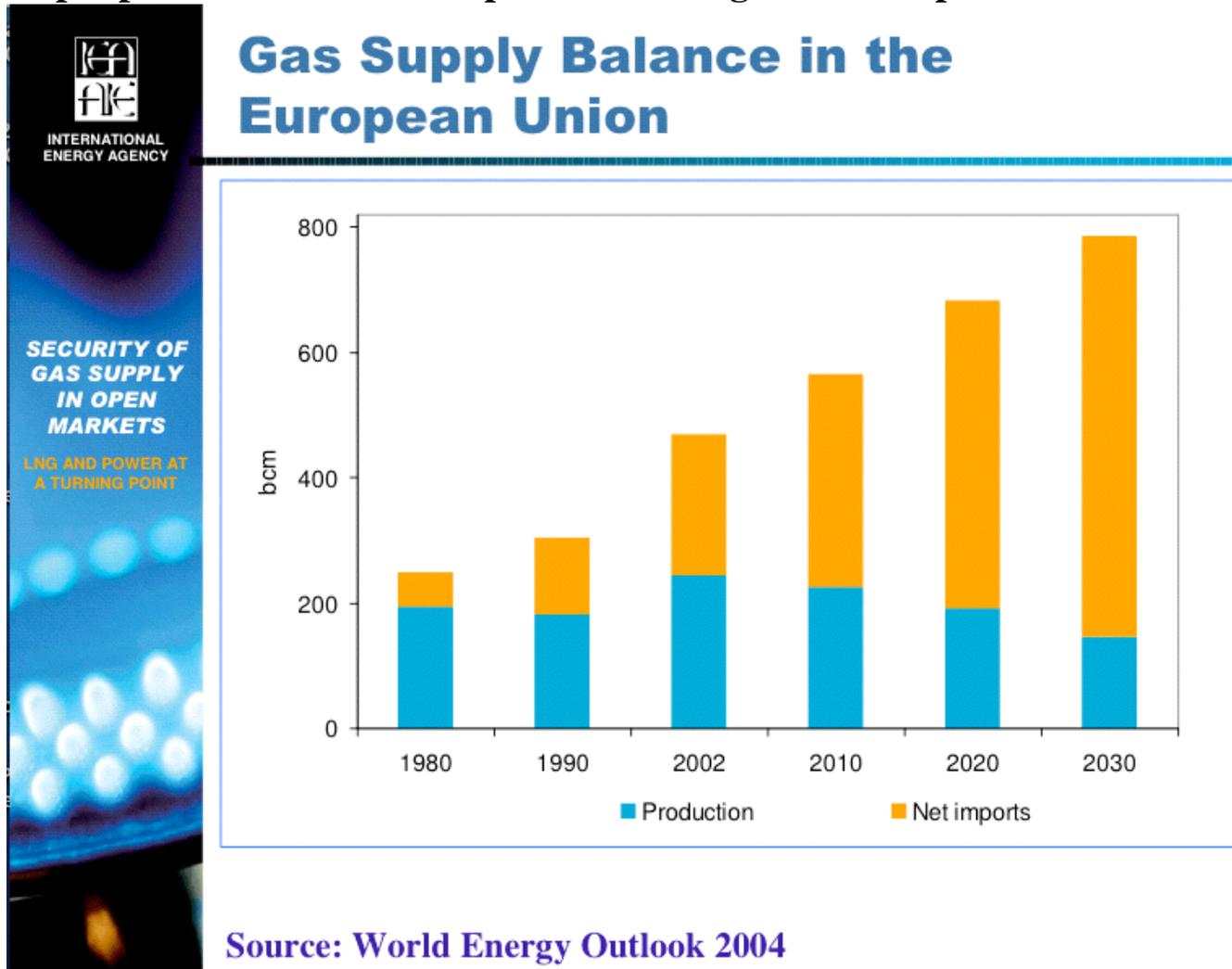


Les Canadiens ont tort de satisfaire (ALENA) la boulimie des US pour le gaz! Dans quelques décennies, ils n'auront plus de gaz pour se chauffer et ils veulent brûler le gaz du delta de la Mackenzie pour faire de la vapeur pour les sables bitumineux pour exporter du pétrole en Chine!

Marché gazier Europe

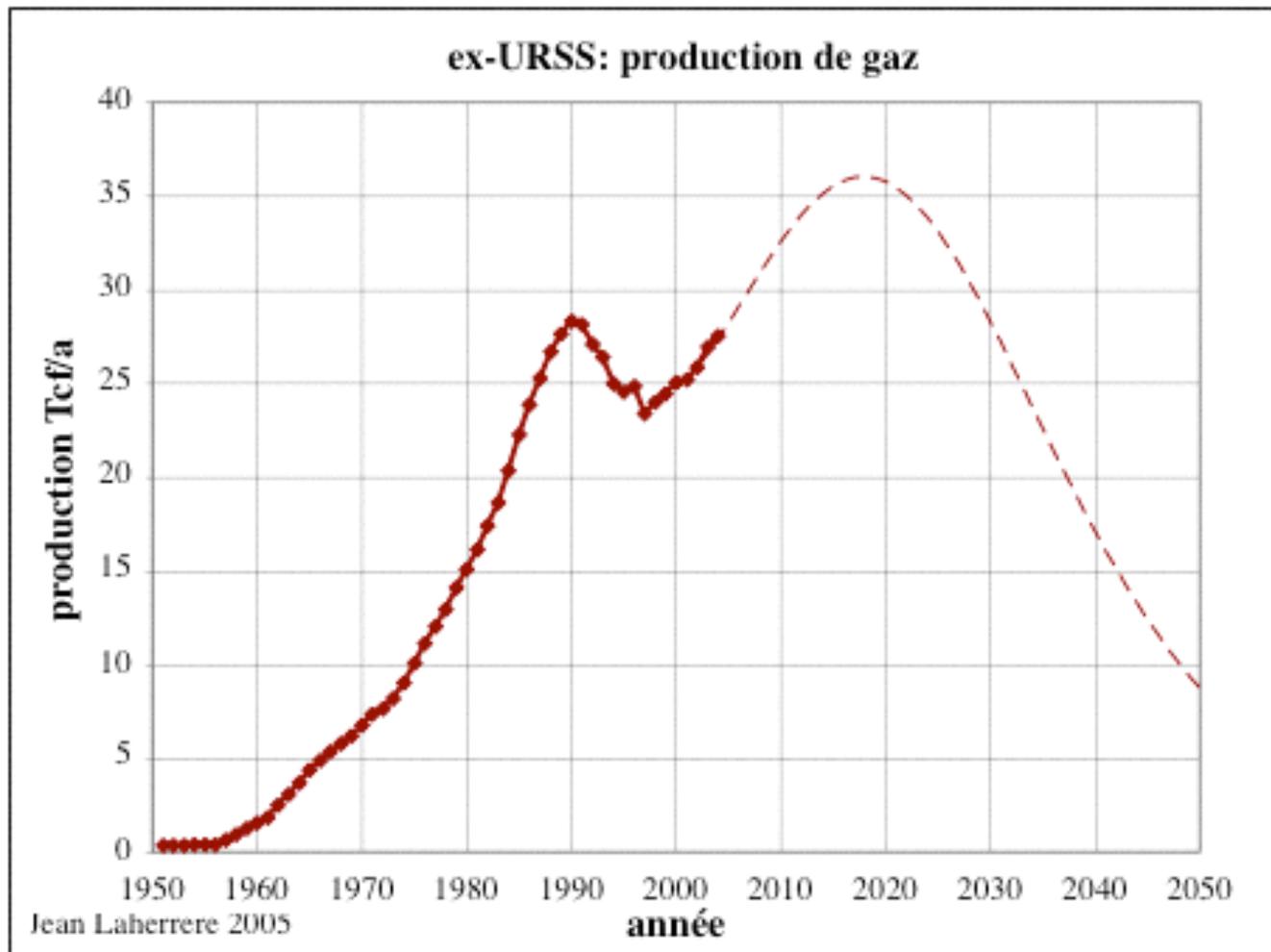
L'Europe déclinera en 2010 comme le prévoit l'AIE et il faudra importer considérablement (liquéfié et gazoduc)

Figure 15: Europe: prévisions AIE sur la production de gaz et les importations



L'Europe compte trop sur le gaz russe: réserves et respect des contrats signés

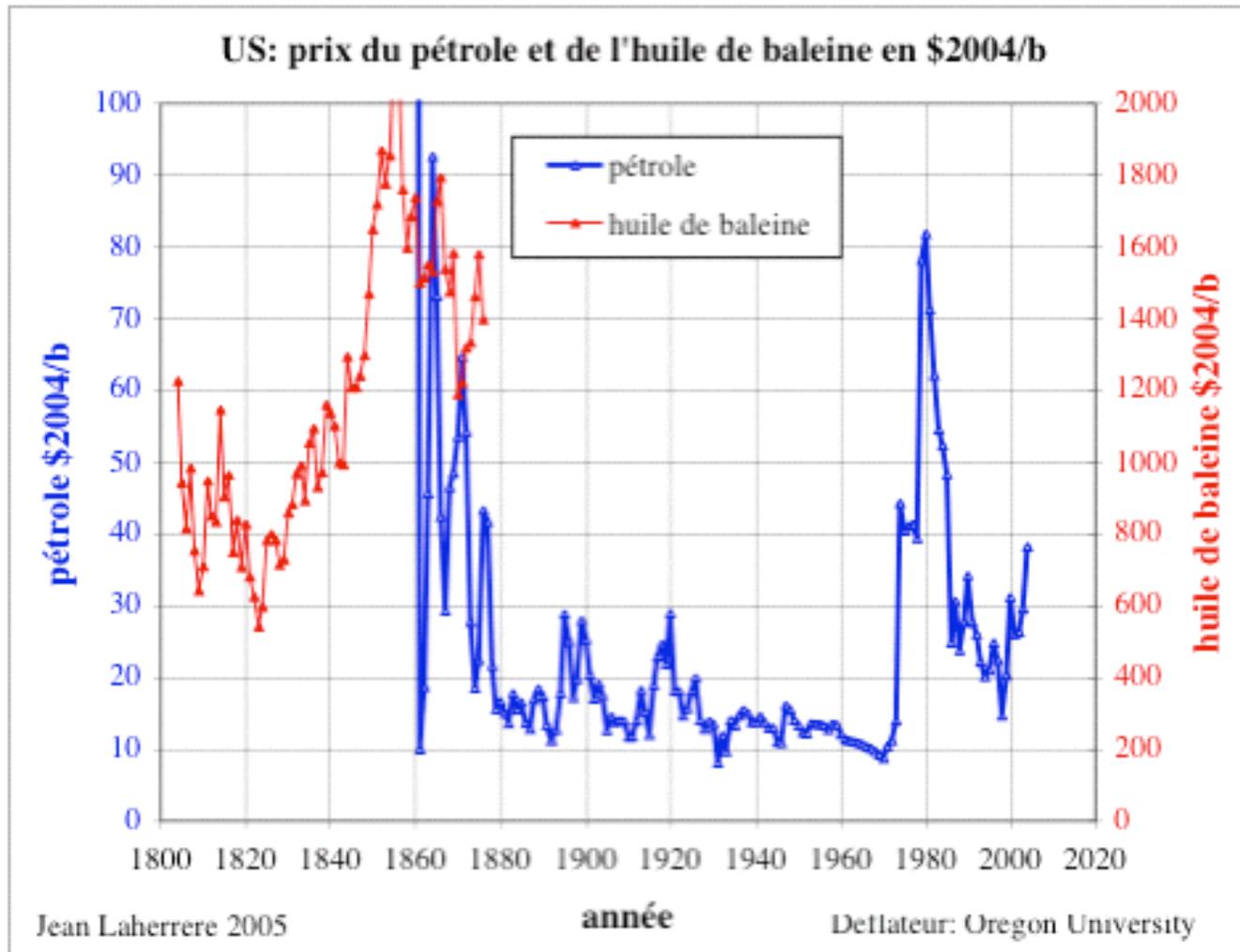
Russie : Khalimov (vice ministre du pétrole) a présenté la classification russe en 1979, mais en 1993 il a qualifié les réserves russes de *grossièrement exagérées*. Il faut les corriger de 30% pour obtenir les valeurs espérées (2P).
Figure 16: **ex-URSS: production annuelle de gaz avec modèle pour un ultime de 2000 Tcf**



La production de gaz ex-URSS doit atteindre son pic vers 2015 et ne pourra pas satisfaire les besoins de l'Europe. L'Europe va manquer de gaz très vite après les US!

Prix du brut

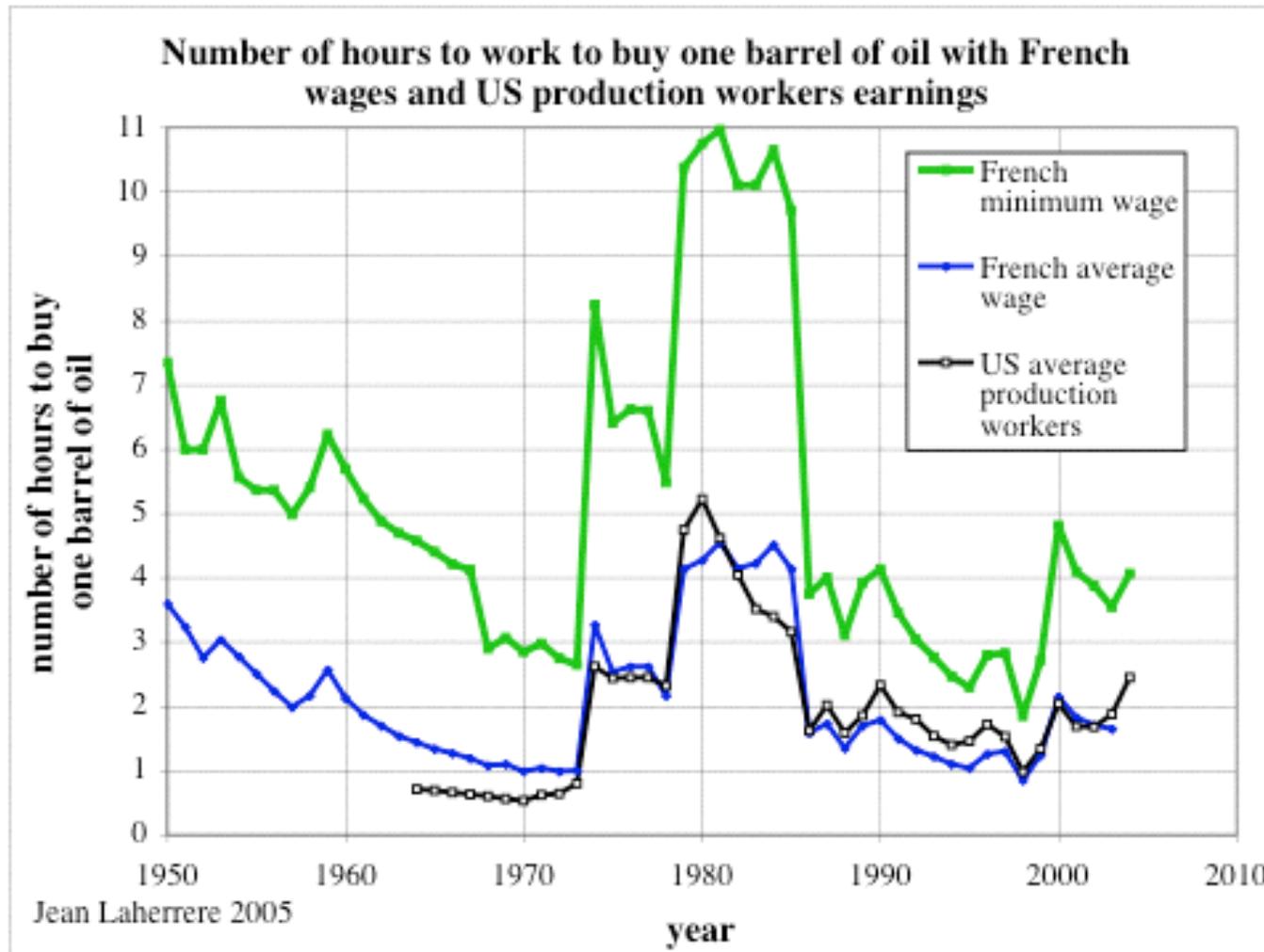
Figure 17: Prix l'huile de baleine et du pétrole en \$ d'aujourd'hui 1800-2004



Le pétrole était bien plus cher en 1980 et 1860, alors que l'huile de baleine valait 2000 \$2004/b en 1855 !

Il fallait travailler 7 heures au SMIC en 1950 pour se payer un baril de pétrole, 3 heures en 1973, 11 heures en 1981, 2 heures en 1998 et 4 heures en 2004

Figure 18: **Nombres d'heures qu'il faut travailler pour s'acheter un baril de pétrole**



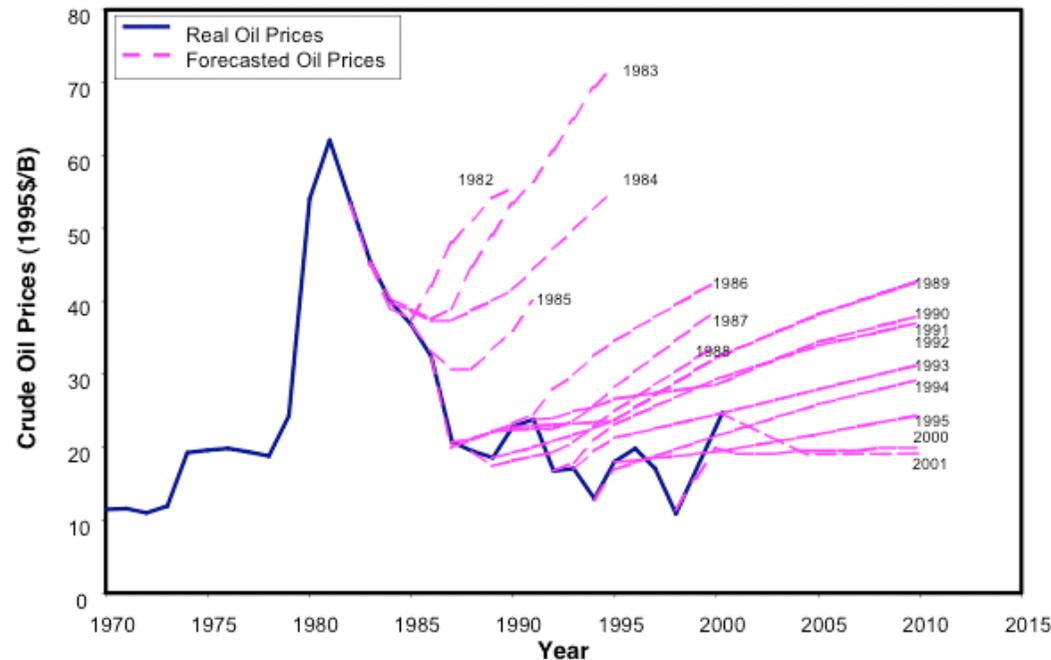
Actuellement il faudrait que le baril soit à 100 \$ pour travailler autant qu'en 1981

-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 19: 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

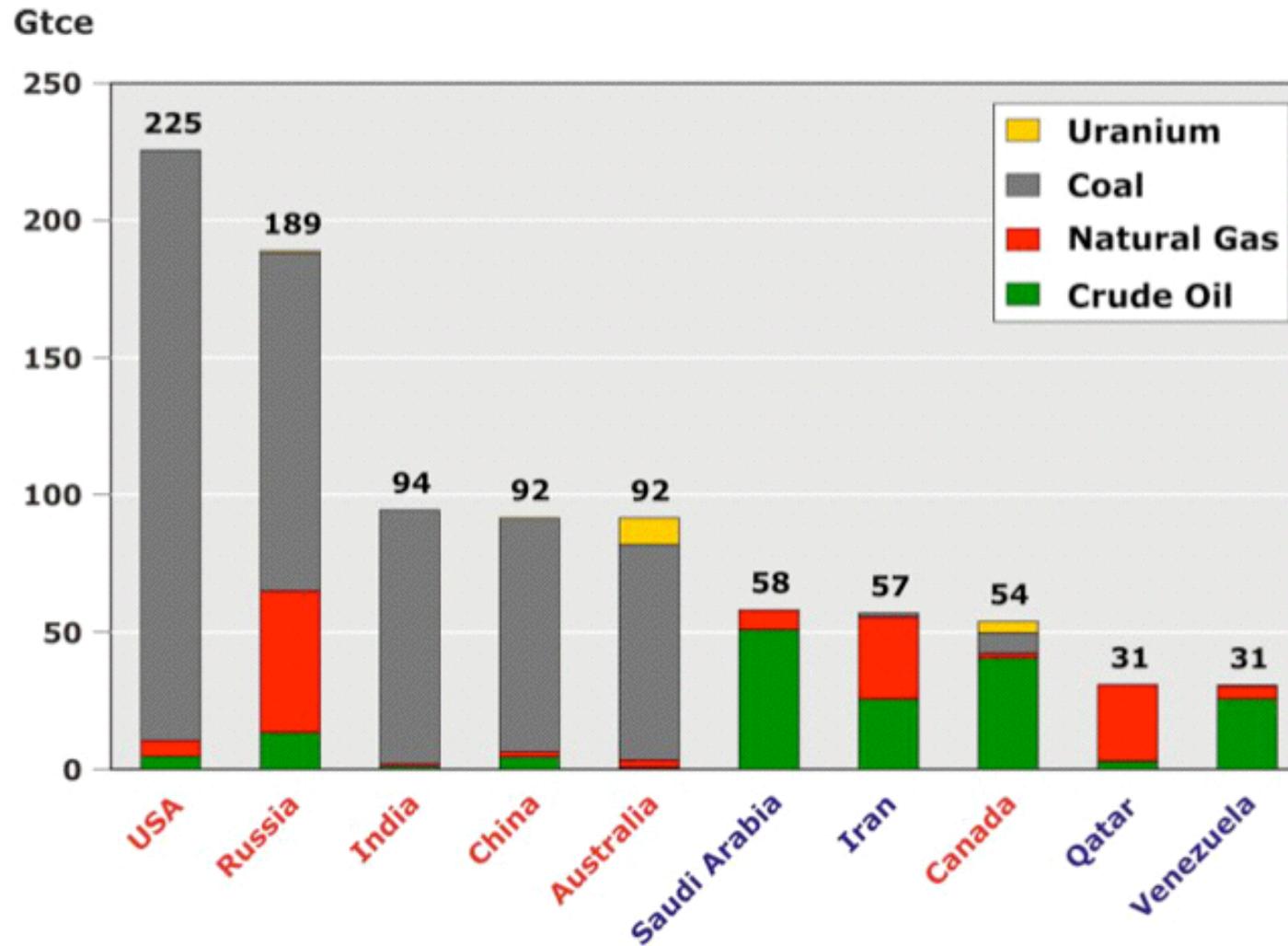


Les prévisions du prix du pétrole sont toujours fausses. USDOE 2005 et AIE 2005 ont prédit 25 \$/b en 2030! L'OPEP vient de changer sa cible, passant de 25 \$/b à 50 \$/b, ayant constaté que, malgré leurs craintes, ce prix ne fait ni baisser la demande, ni augmenter la production des renouvelables.

-Combustibles fossiles

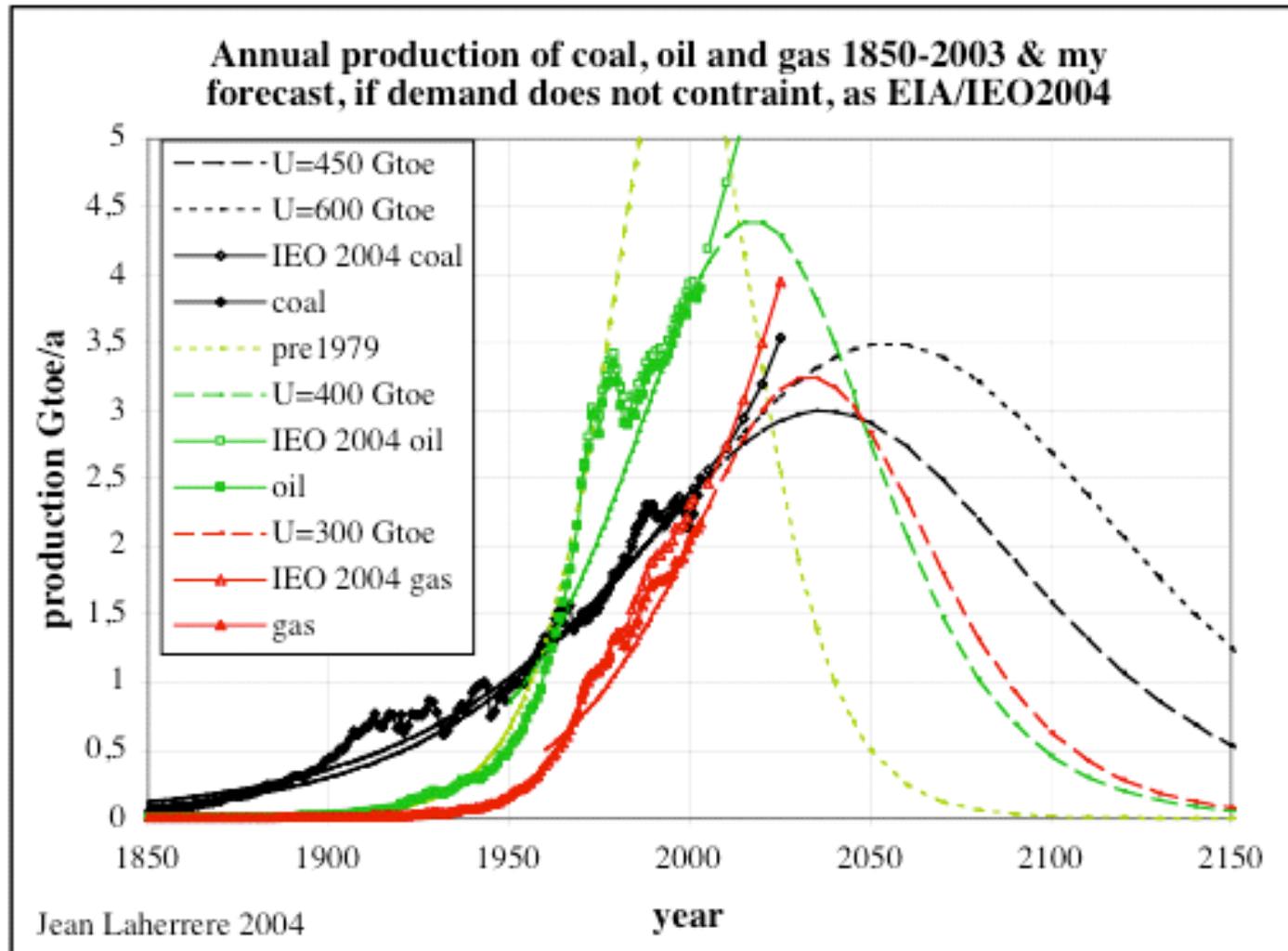
BGR (Bureau de Géosciences en Allemagne) est le seul organisme à réaliser un inventaire complet des ressources.

Figure 20: **Réserves restantes de combustibles fossiles (incluant l'uranium) en 2004 pour les 10 pays les plus «dotés» d'après le BGR**



Les Etats-Unis sont le pays le plus riche en combustibles fossiles, suivis par la Russie, l'Arabie Saoudite n'arrive qu'en 6e position

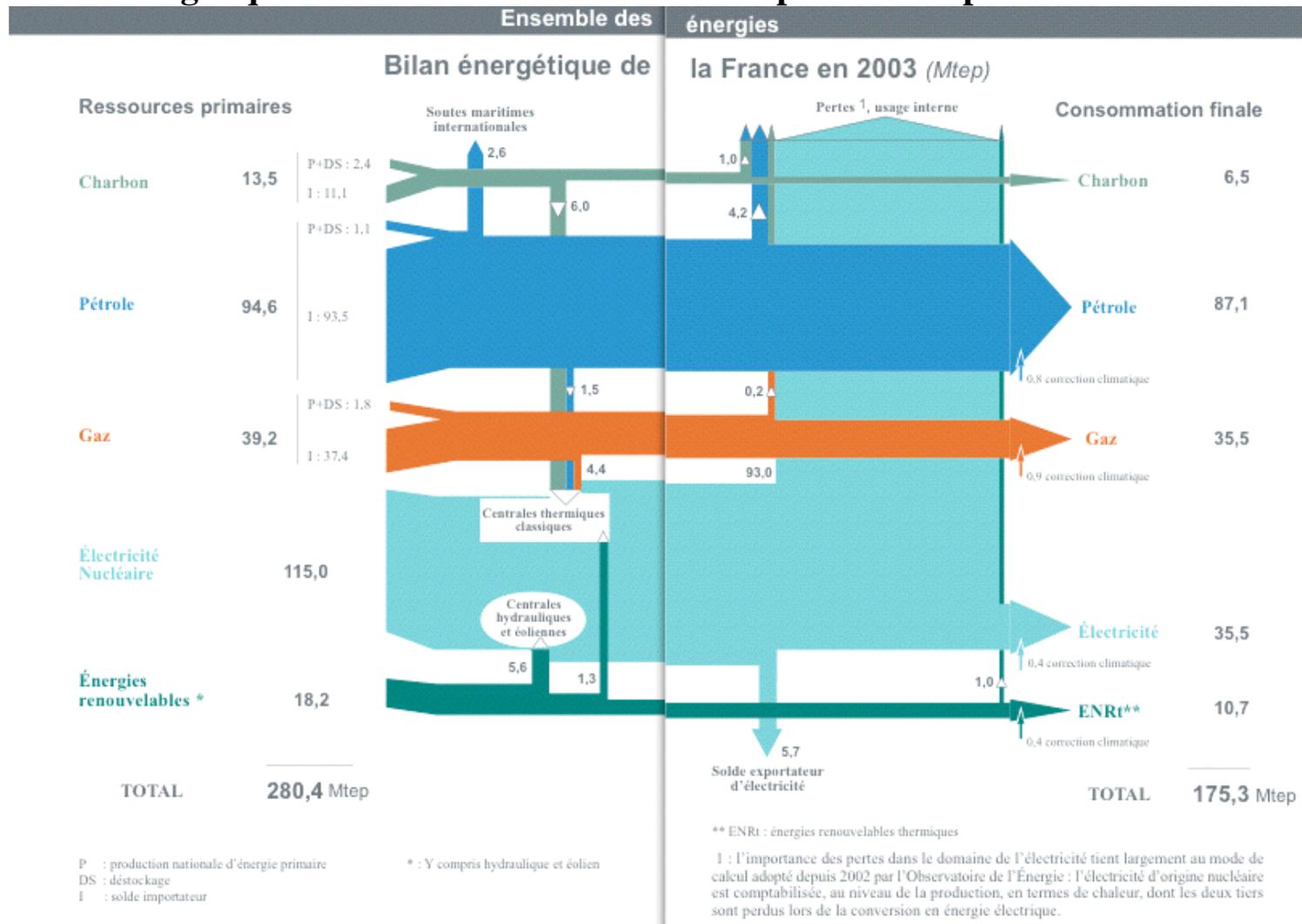
Figure 21: **Production mondiale 1850-2150 de charbon, pétrole et gaz avec modèles d'Hubbert (sans contrainte de la demande) pour des ultimes de: 400 Gt pétrole, 300 Gtep gaz, 450 & 600 Gtep charbon** et prévisions USDOE 2004



Les prévisions USDOE et AIE sont toujours des croissances linéaires, comme si les réserves étaient illimitées!
En fait ils correspondent aux désirs politiques des gouvernements pour une croissance éternelle!

-Energie primaire

Figure 22: flux énergétique en France en 2003 de 280 Mtep à 175 Mtep

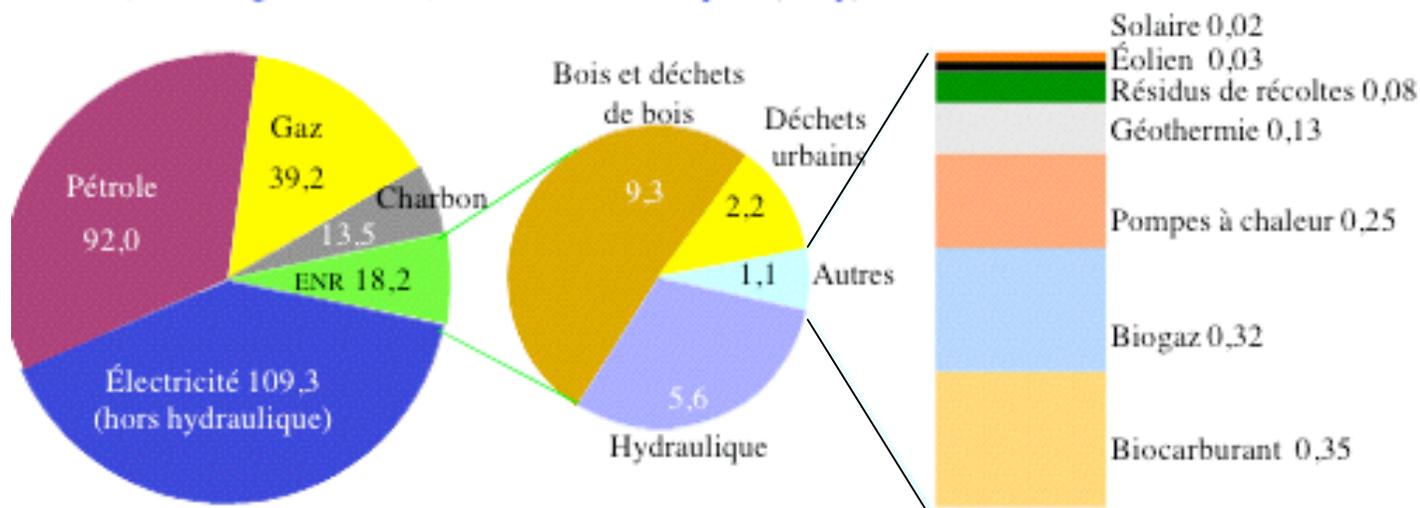


il est écrit: Pertes 1: “l'importance des pertes dans le domaine de l'énergie tient largement au mode de calcul adopté depuis 2002 par l'Observatoire de l'Energie: l'électricité d'origine nucléaire est comptabilisée, au niveau de la production, en termes de chaleur, dont les deux tiers sont perdus lors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

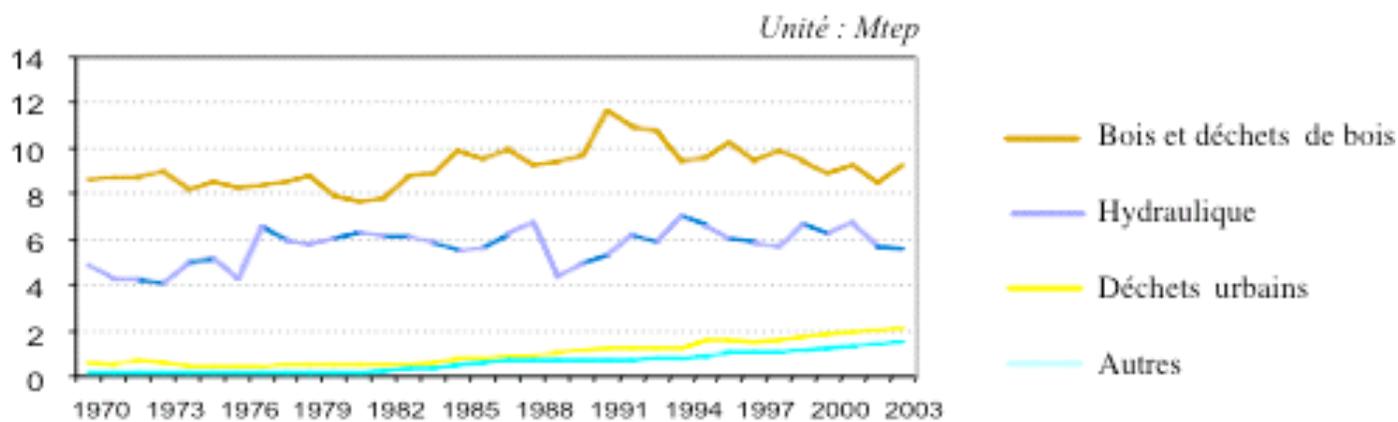
-Energies renouvelables en France: ENR ou EnR

Figure 23: Energie primaire en France avec détail du renouvelable d'après la DGEMP

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



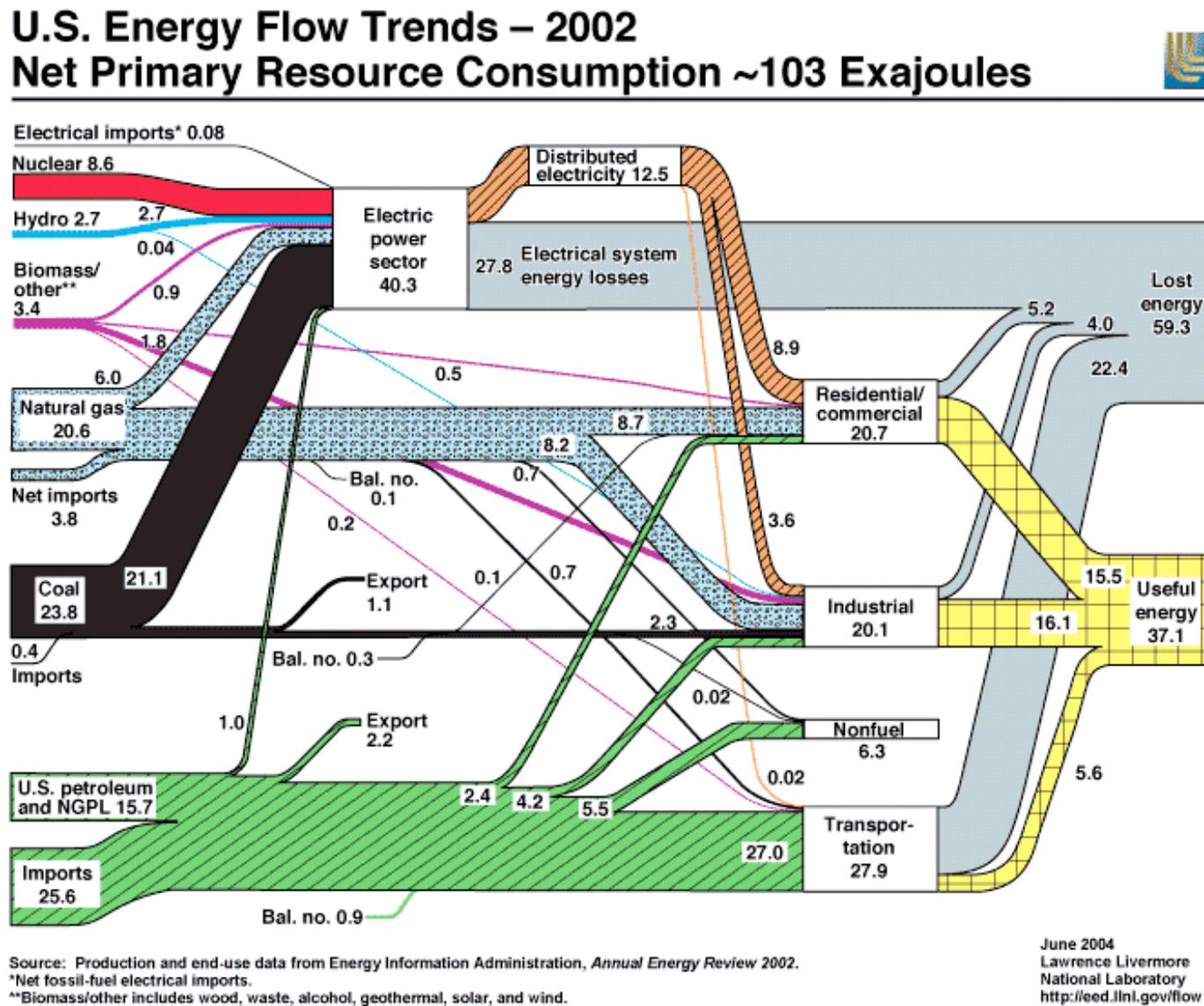
- Principales filières ENR en France (Métropole + DOM), de 1970 à 2003



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

Le graphique du flux de l'énergie aux EU montre la complexité de la consommation et la perte à la sortie: 62 % en moyenne, mais 80 % pour le transport et 70% pour la génération d'électricité

Figure 24: Flux de l'énergie primaire aux US 2002



-Energie mondiale

Les énergies non-commerciales sont mal mesurées et mal prises en compte.

Figure 25: **Energie primaire mondiale 1800-2003**

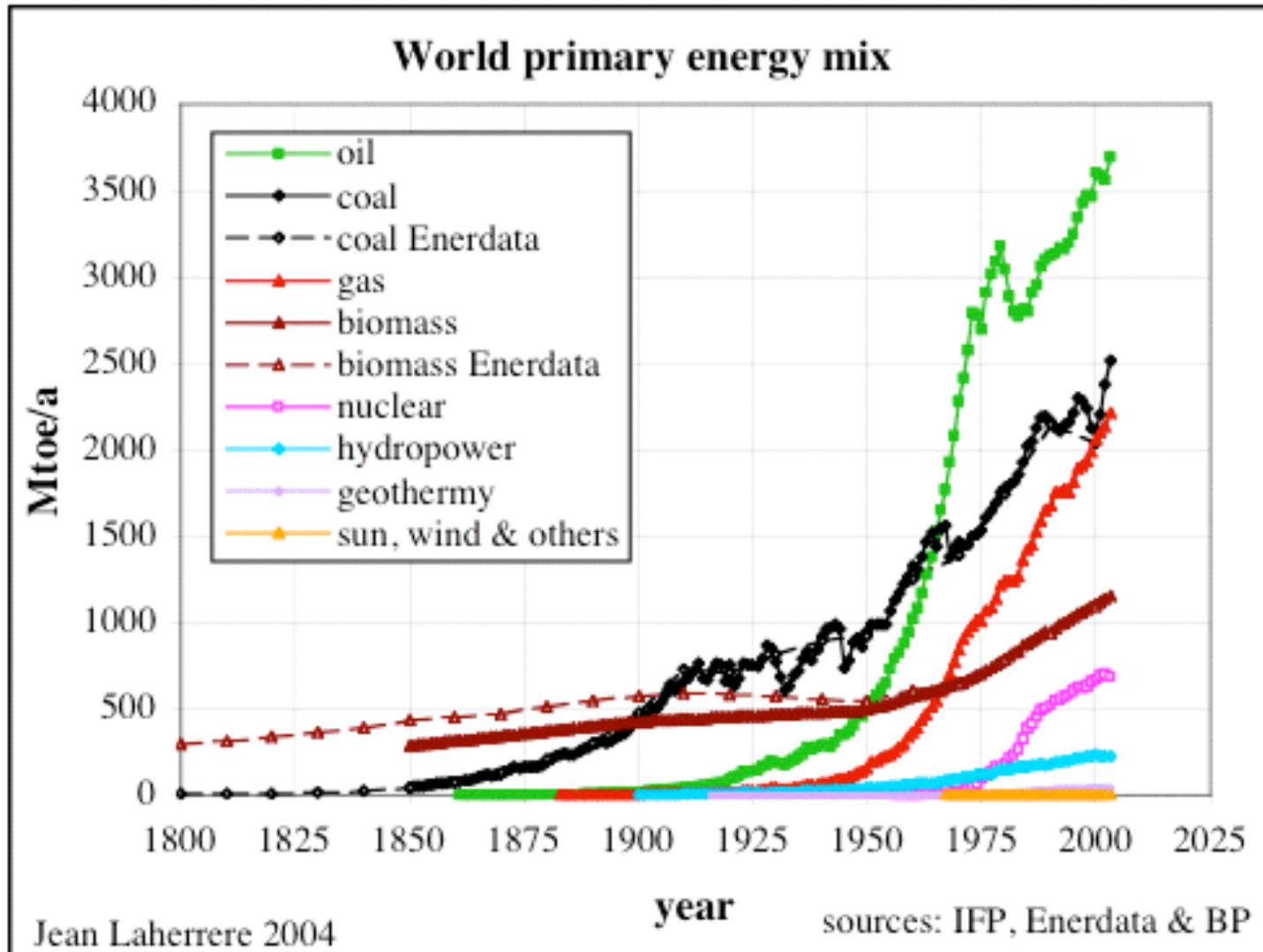
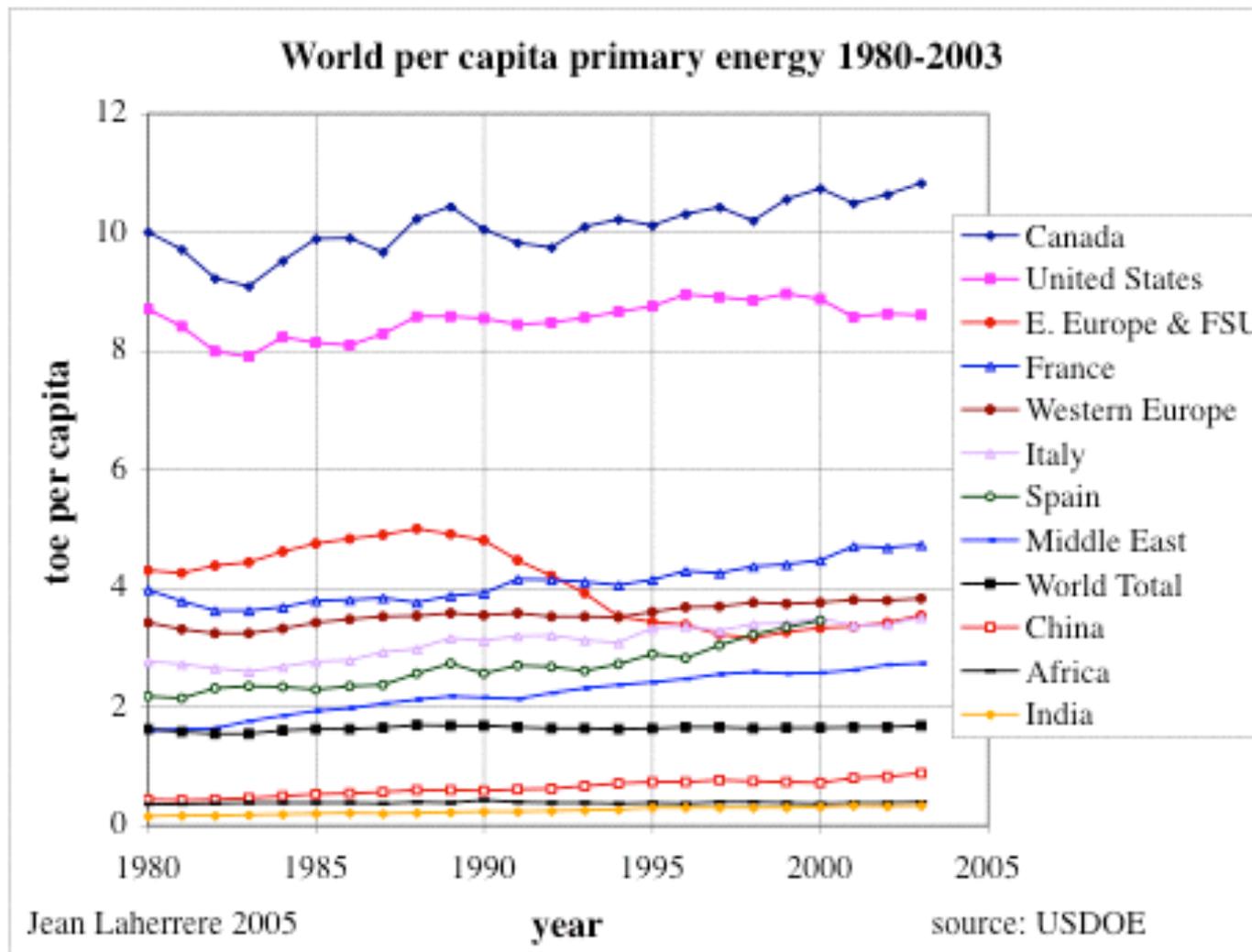
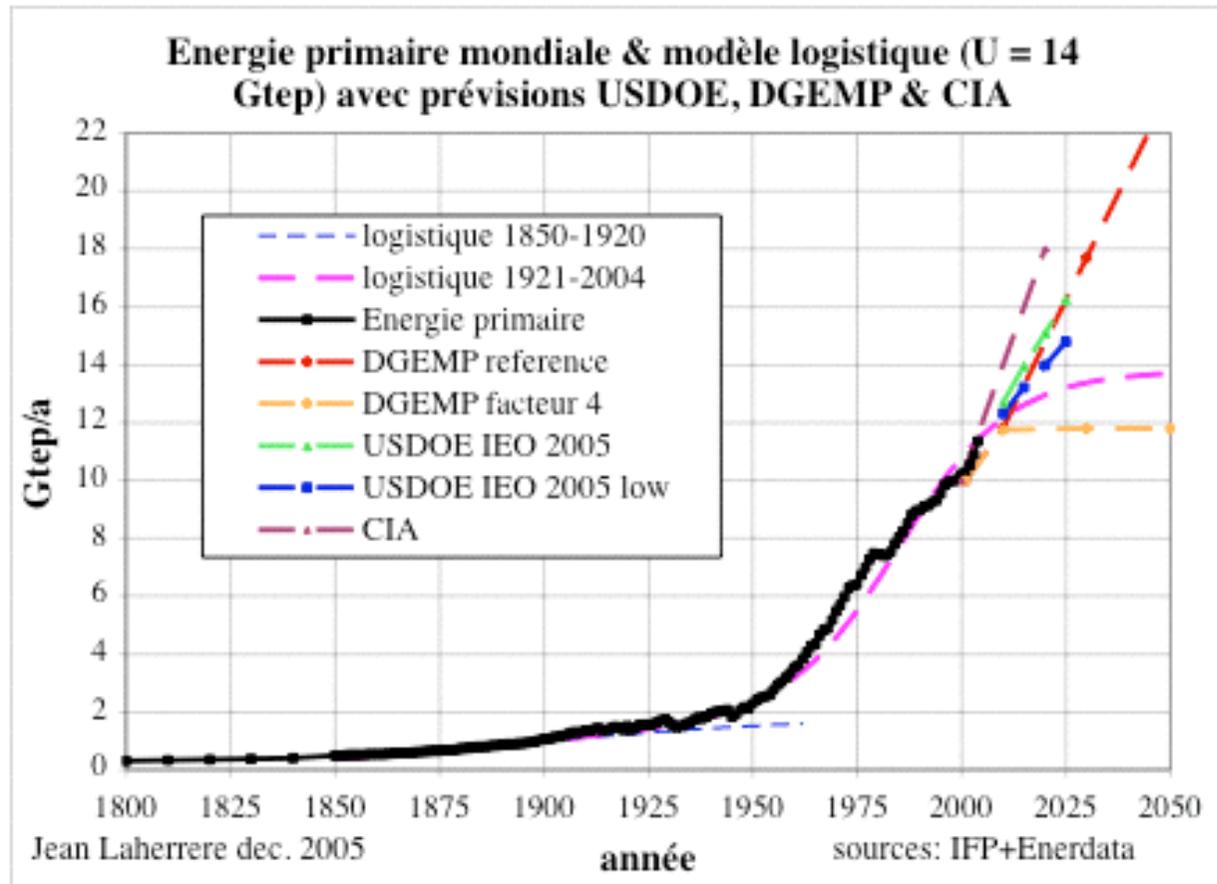


Figure 26: Energie primaire par habitant et par pays 1980-2003



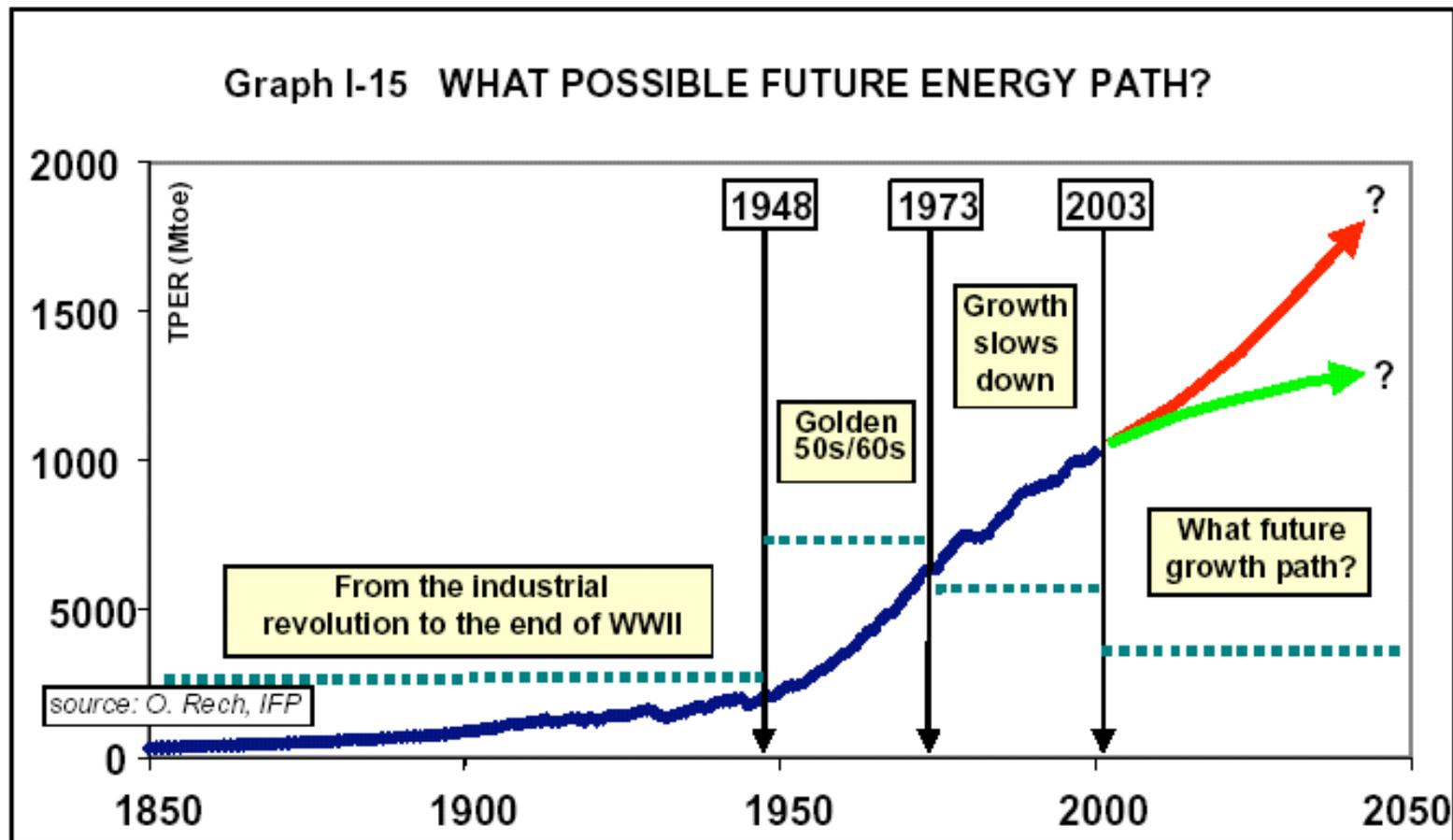
L'énergie primaire mondiale par habitant est de 1,7 tep/a soit 71 GJ/a soit 2300 watts (1 W = 1 J/s) soit 23 lampes de 100 watts allumées en permanence au dessus de la tête de chacun. Pour les Américains 110 lampes de 100 watts!

Figure 27: **Energie primaire mondiale 1850-2050 avec modèle logistique U=14 Gtep et les prévisions DGEMP, USDOE et CIA**



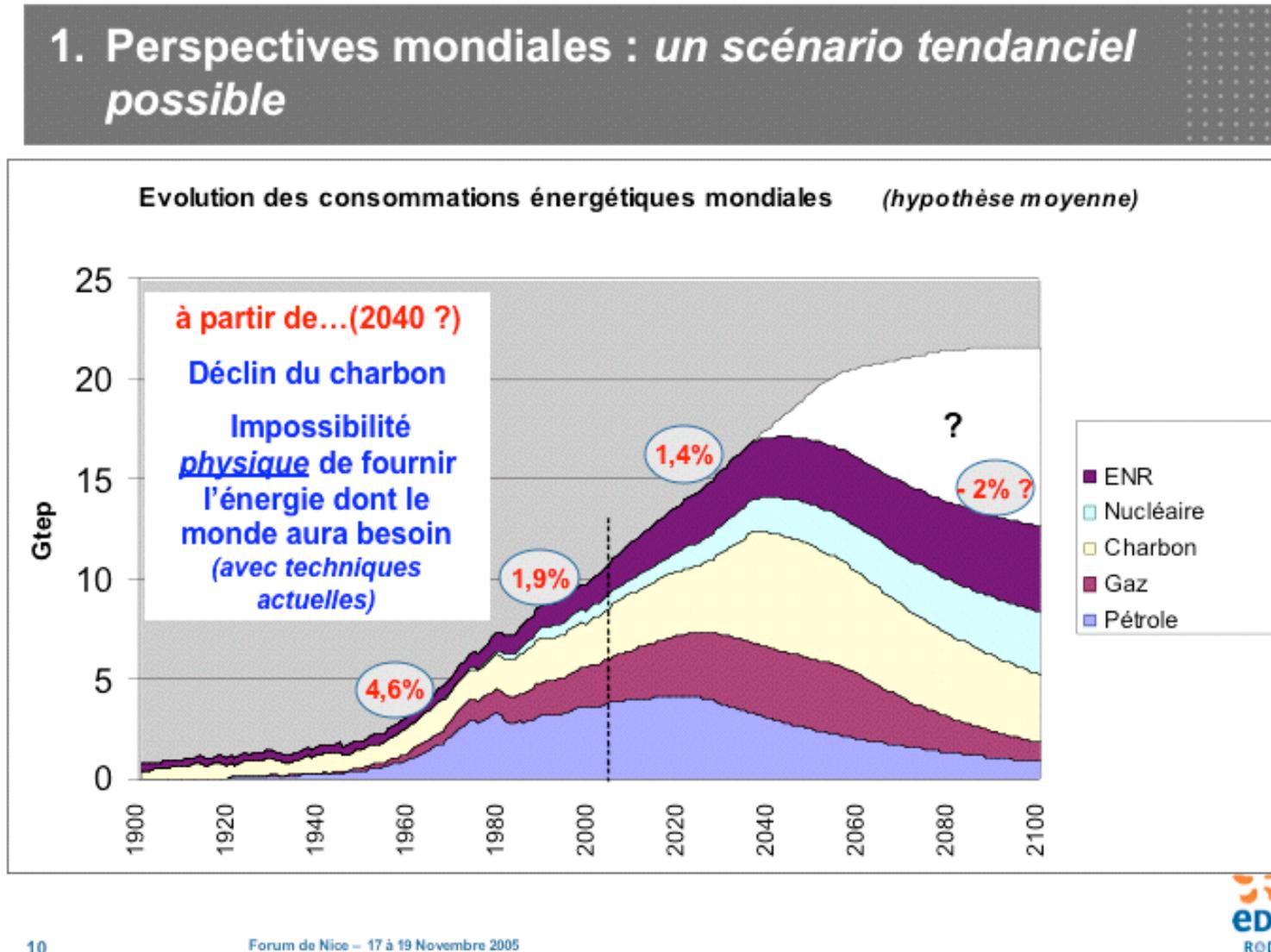
Le scénario DGEMP *facteur 4* semble plafonner trop rapidement, mais est plus réaliste que le scénario *référence*. Les scénarios CIA prévoient 18 Gtep en 2020, la CIA semble croire au Père Noël!

Figure 28: **Prévision 2003 du Conseil Mondial de l'Énergie pour l'énergie primaire 1850-2050**



Le futur est donc prévu soit convexe (vert) comme le passé récent 1973-2003 par les réalistes, soit concave (rouge) comme un renouveau des Trente Glorieuses 1948-1978 par les optimistes. Qui croire?

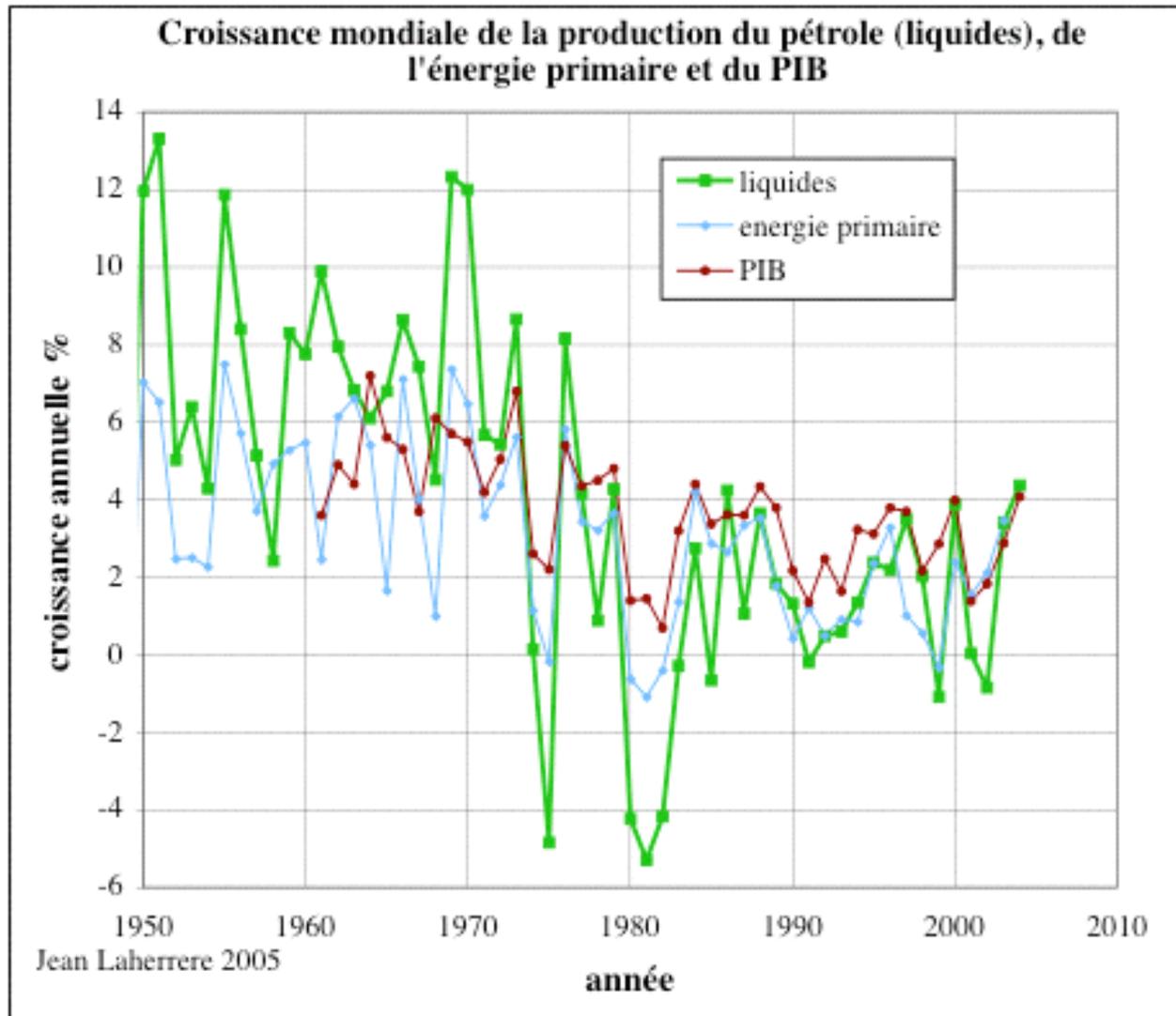
Figure 29: **Energie mondiale 1860-2060 d'après Rogeaux EDF** au Club de Nice 2005 avec réserves uranium de 15 Mt (techniques actuelles)



On aboutit à une impossibilité en 2035 si une croissance à 1,4 %/a donne 17 Gtep en 2035 (ma prévision = 14 Gtep)

-PIB et demande pétrolière

Figure 30: croissance mondiale 1950-2004 du PIB et de la demande en liquides:



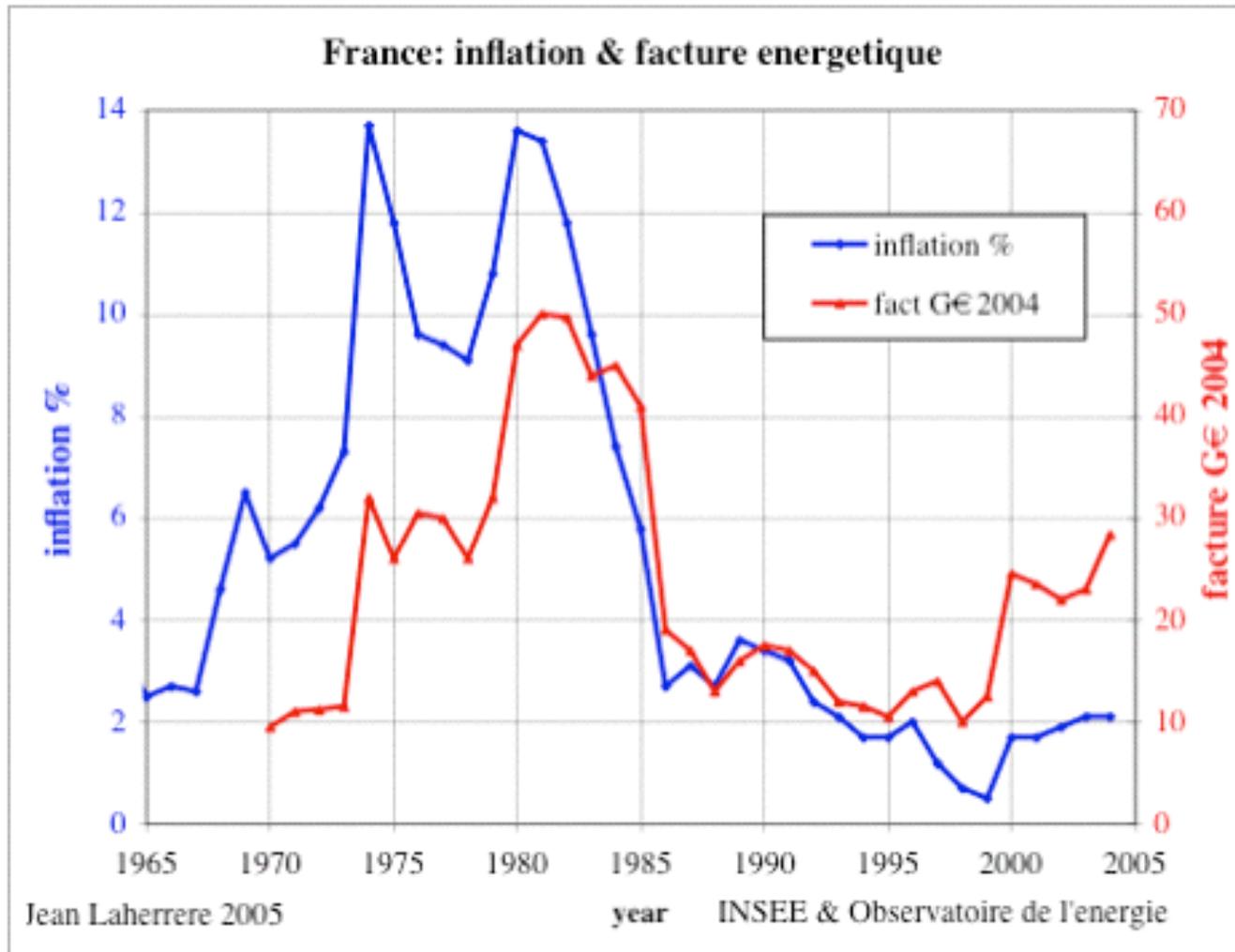
Le coût de l'énergie sur les 40 dernières années a été de 5% du PIB mondial, alors que les experts reconnaissent que la contribution de l'énergie dans le PIB est de 50%. **L'énergie est donc largement sous-évaluée.**

-5-Economie

-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,

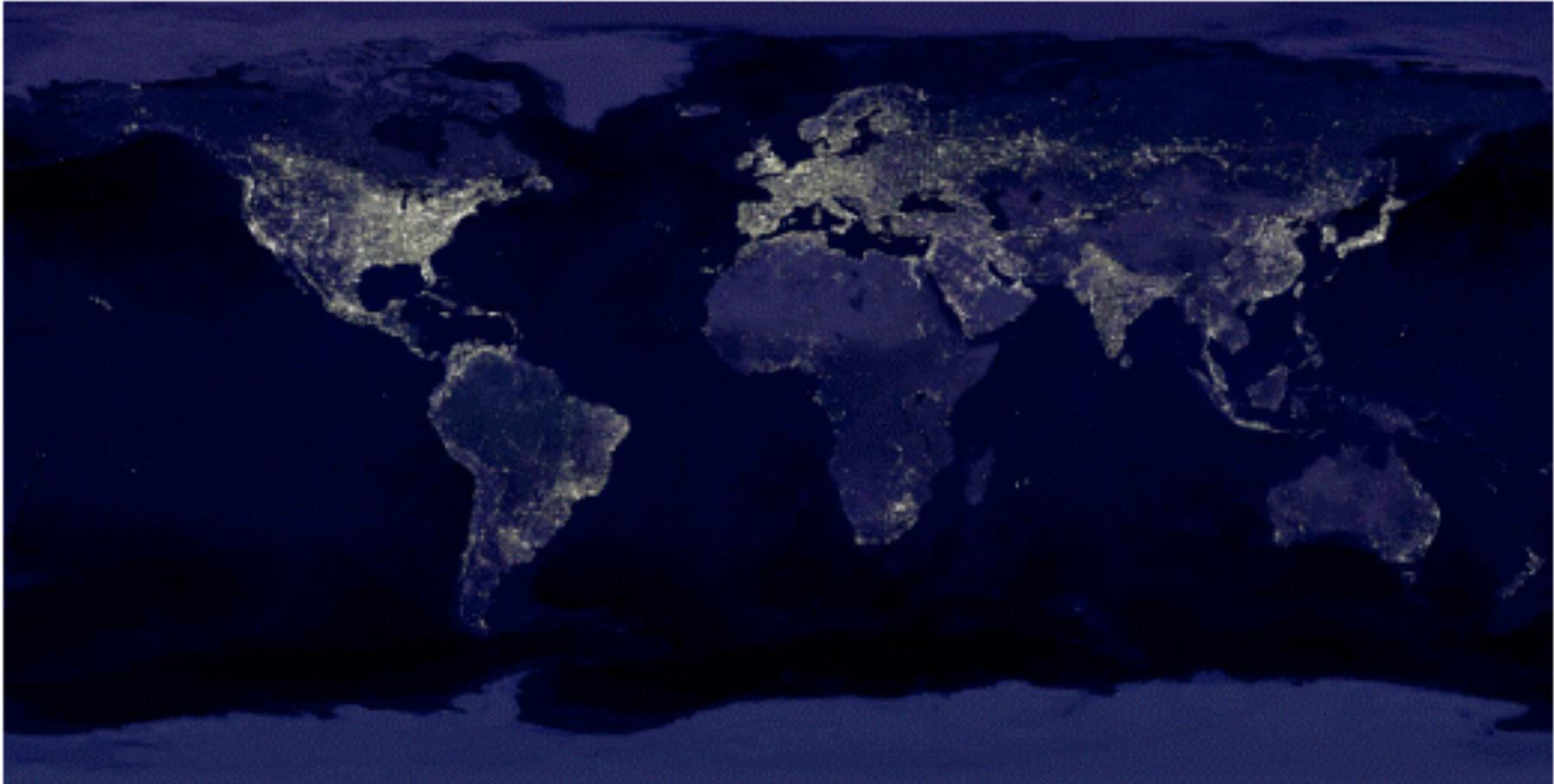
Figure 31: **France: facture énergétique et inflation**



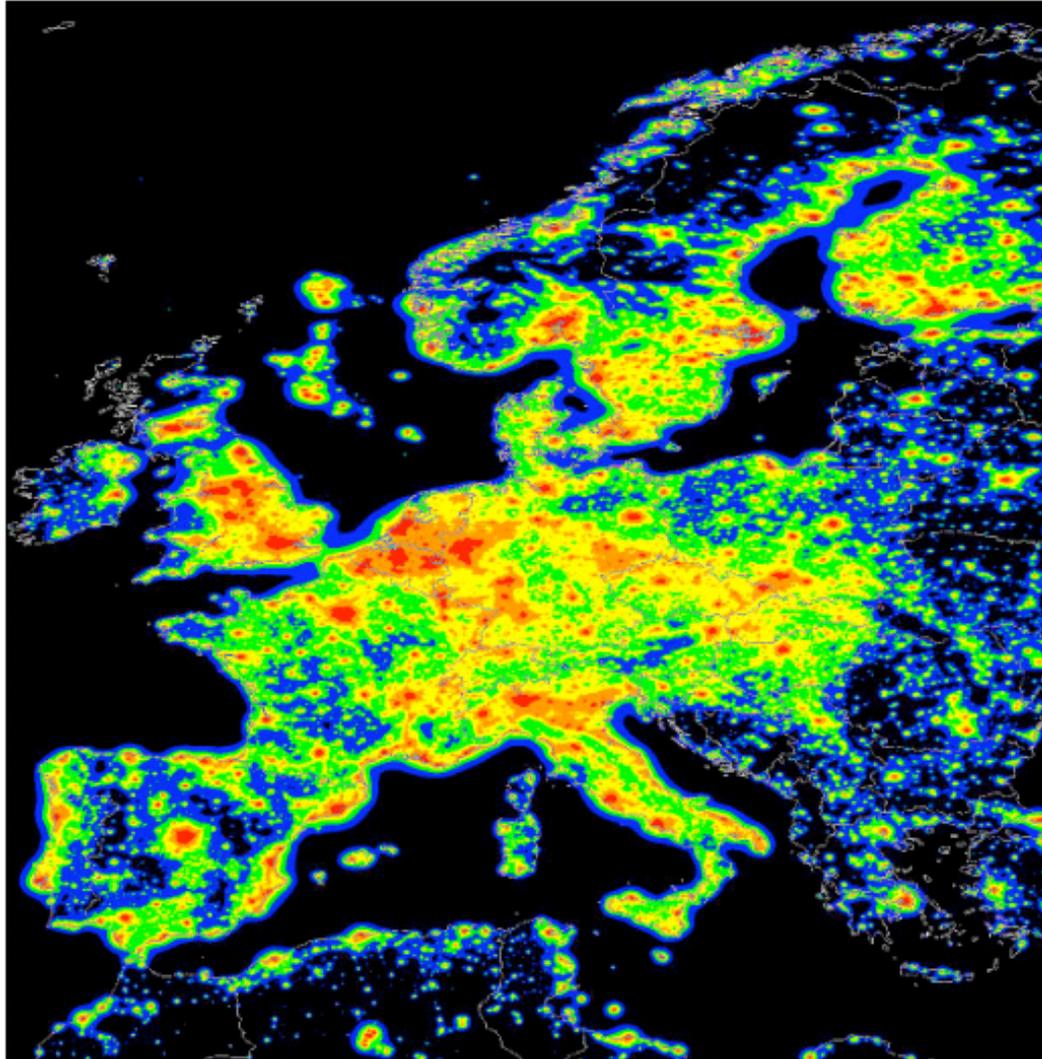
-Intensité lumineuse et revenus

Il est intéressant de regarder l'intensité lumineuse la nuit sur les photos satellites du monde

Figure 32: **vue de satellite de nuit du monde**



L'Europe a des pôles de lumière liés à la population, l'industrie et le tourisme.
C'est un gaspillage considérable d'énergie d'éclairer le ciel plus que la terre!
Figure 33: vue de nuit de l'Europe



On voit les champs de la Mer du Nord et les endroits dépeuplés en France et en Espagne

Quelques chiffres en pourcentage mondial pour 2004

-US

population	5 %
production pétrole	9 %
consommation pétrole	25 %
consommation charbon	20 %
consommation énergie	23 %
immigration	30 %
voitures	40 %
dépenses militaires	>50 %
dollar dans commerce	60 %
hommes de loi	70 %

-Arabie Saoudite

population	0,4 %
production pétrole	13 %
consommation pétrole	2 %
consommation énergie	1 %

-China

population	20 %
consommation pétrole	8 %
consommation charbon	34 %
consommation ciment	37 %
consommation acier	28 %
consommation aluminium	21 %
consommation énergie	14 %

-PIB

Le PIB ne représente pas la richesse d'un pays, mais ses dépenses. Plus il y a d'accidents, d'épidémies, de tempêtes, plus le PIB augmente. Le PIB est manipulé avec divers déflateurs, en particulier le **facteur hédonique** aux EU où ils ajoutent des centaines de G\$ pour l'informatique (on double les dépenses si la mémoire a doublé).

Il y a plusieurs index pour mesurer le progrès ou le bonheur d'un pays

Figure 35: **PIB aux US et le Genuine Progress Indicator 1950-2002** d'après Redefining Progress = pic en 1977

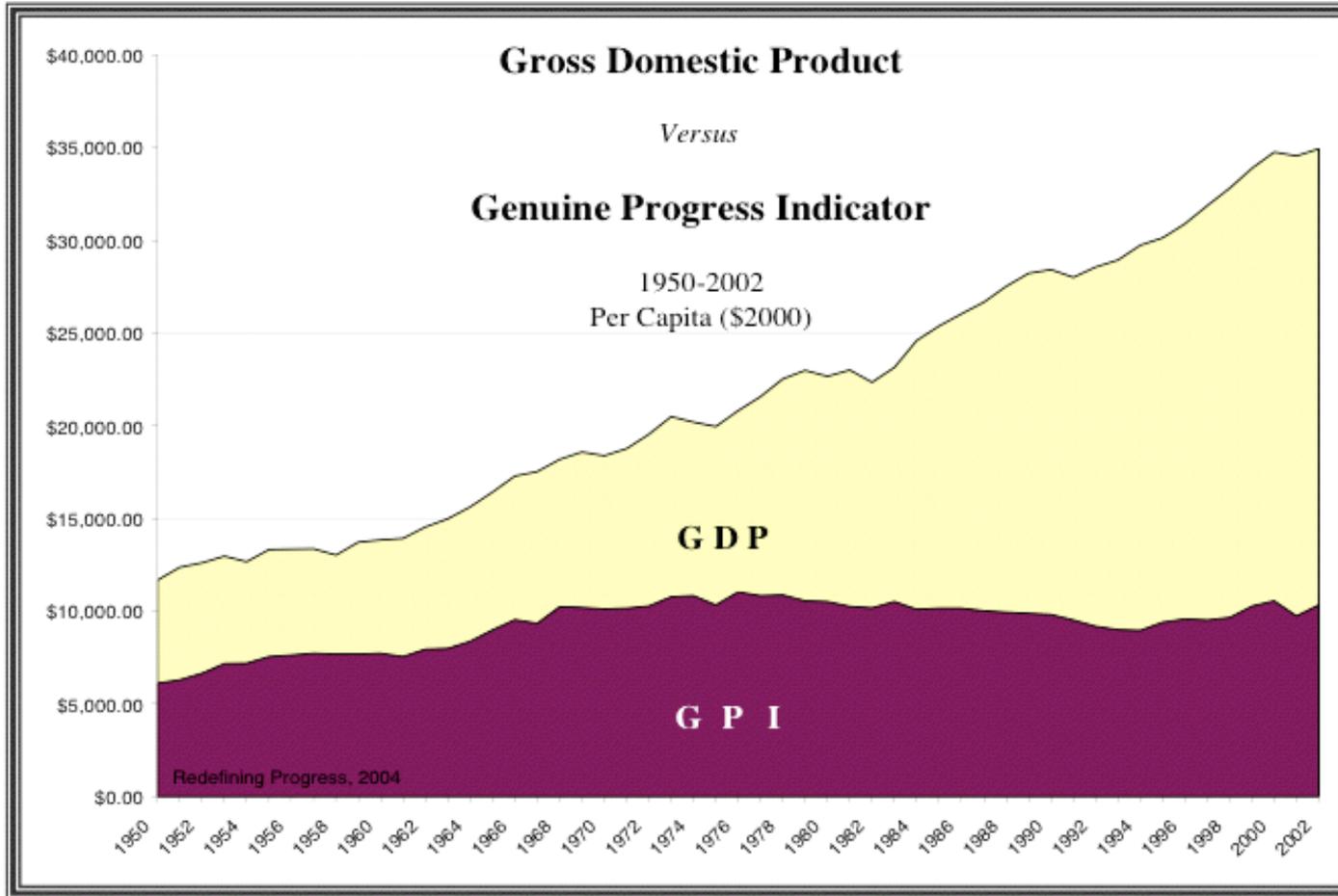
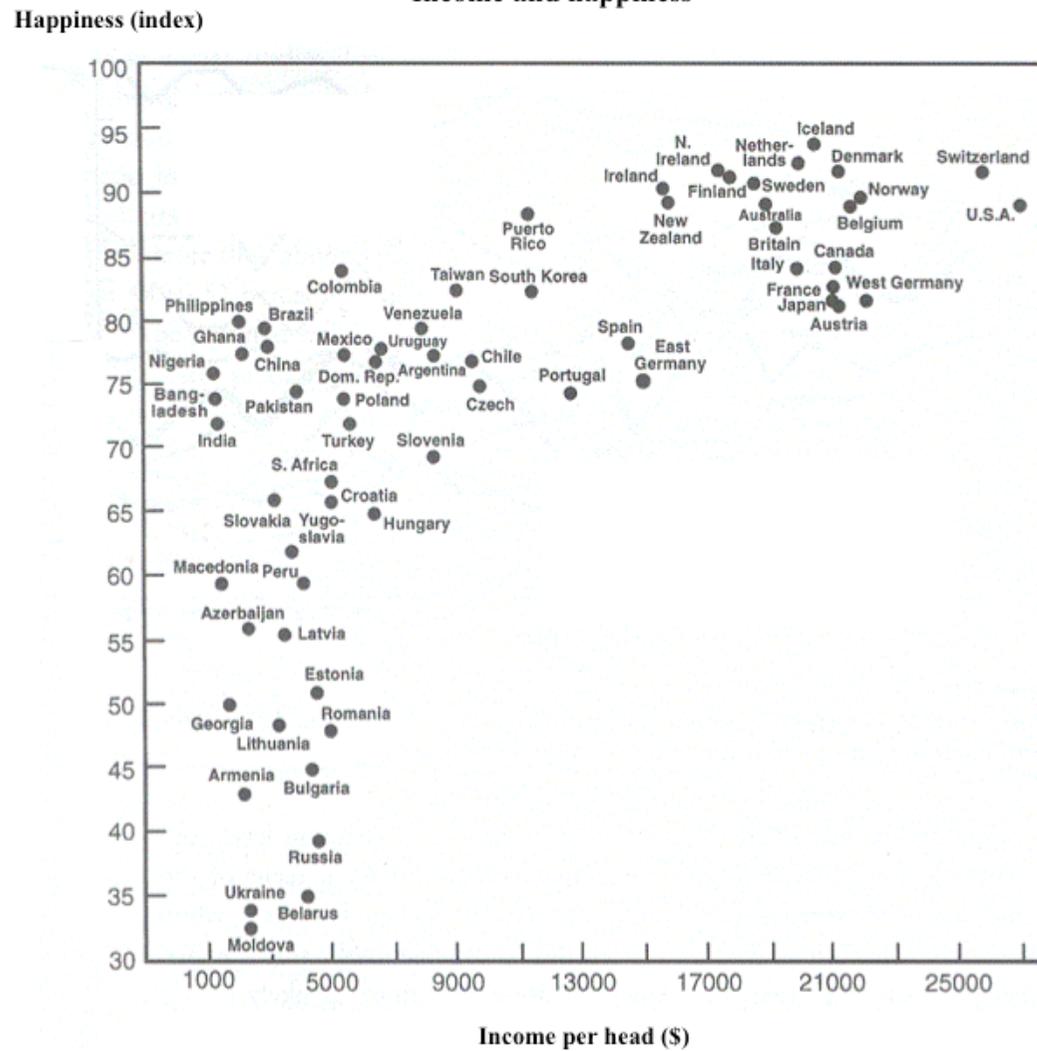


Figure 36: **Revenu et bonheur** d'après Inglehart & Klingermann 2000
Income and happiness



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

Premier Irlande, dernier Moldavie

-New Scientist (2003):

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
USA	7,4		
France	6,6		
Nigeria	6,5		

Le bonheur est difficile à mesurer, mais il n'a rien à voir avec le PIB!

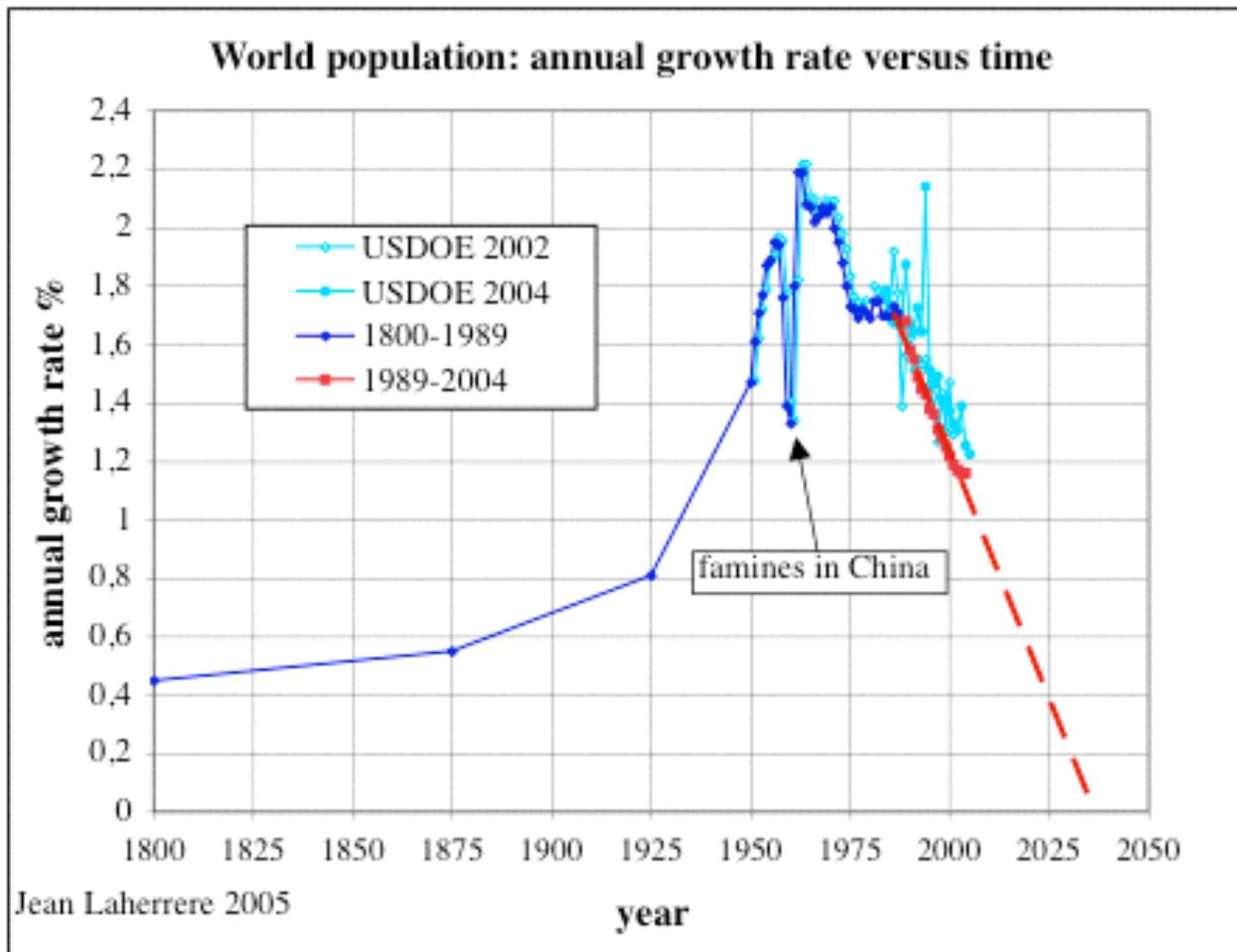
Etre plus riche ne veut pas dire être plus heureux!

-6-Population

Le **chiffre de la population est une donnée très incertaine (10-30 %)**, car c'est un chiffre politique d'où manipulé
En 1990 les Nations Unies avaient prédit que l'augmentation annuelle globale culminerait en 1998, alors qu'en fait, elle avait déjà culminé en 1988!

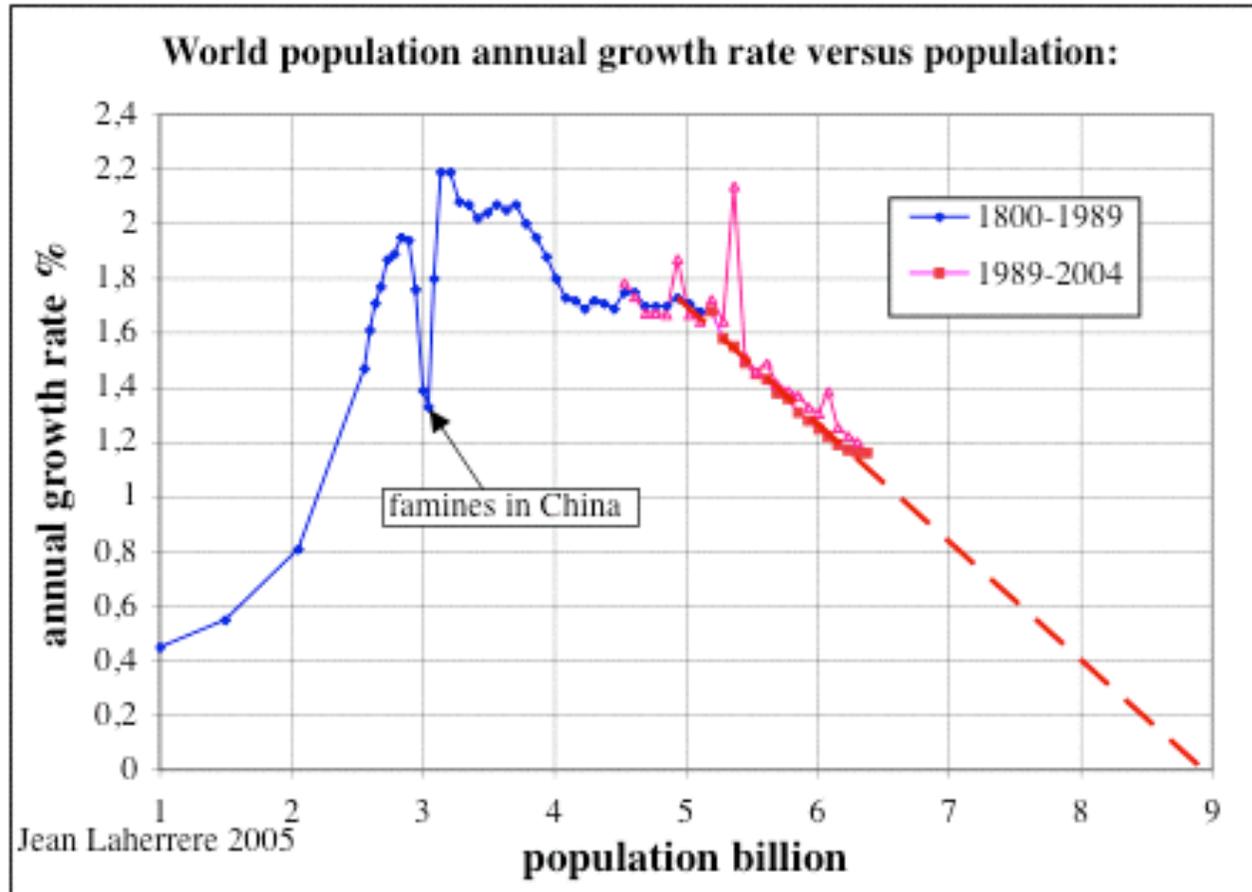
On peut extrapoler le passé récent pour essayer d'estimer la date et le niveau de pic de population.

Figure 37: **taux d'augmentation de la population mondiale** et extrapolation linéaire depuis 1989 conduit à un pic en 2040



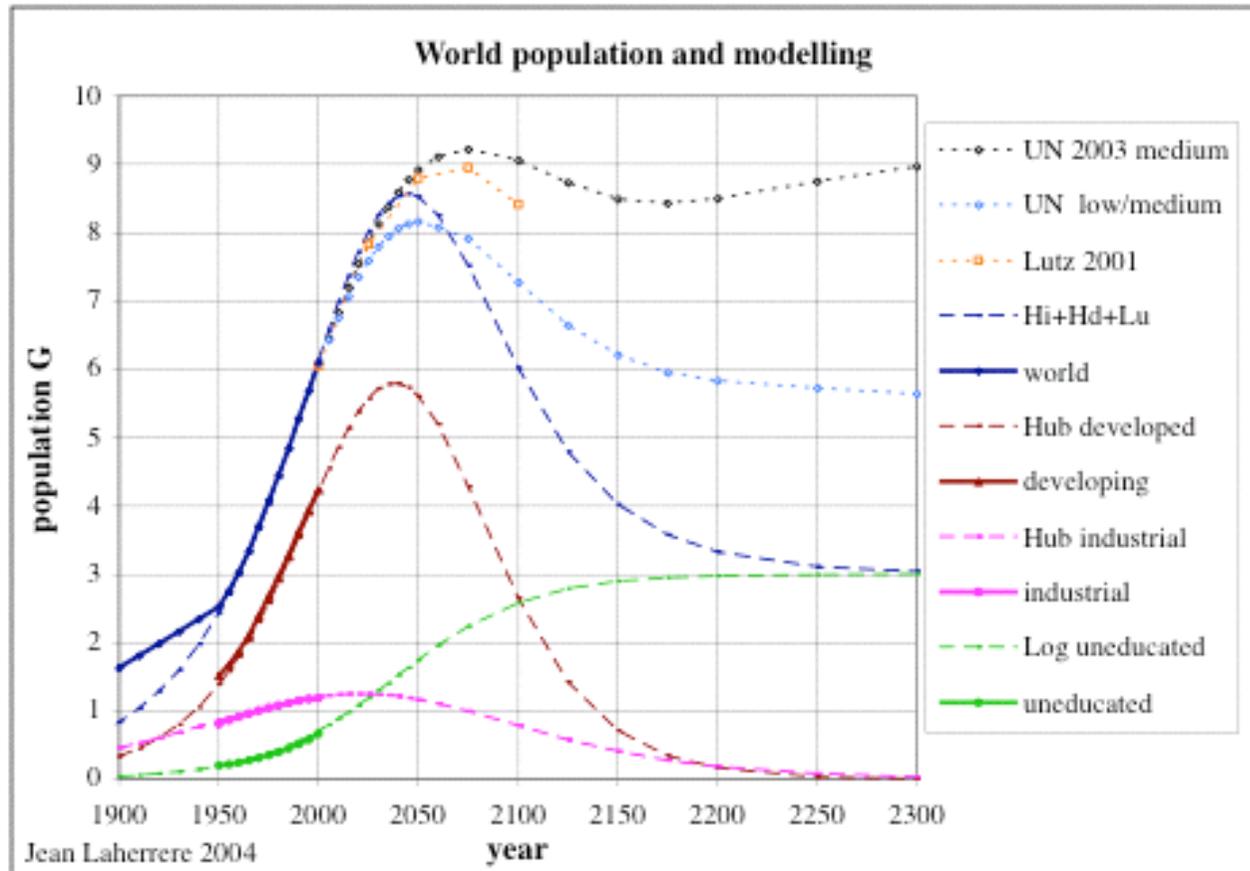
Mais si le taux est extrapolé en fonction de la population, on obtient un pic à 9 milliards, si la tendance actuelle continue (quid de la fertilité et du SIDA?)

Figure 38: **taux de croissance de la population mondiale en fonction de la population mondiale** avec une extrapolation linéaire depuis 1989

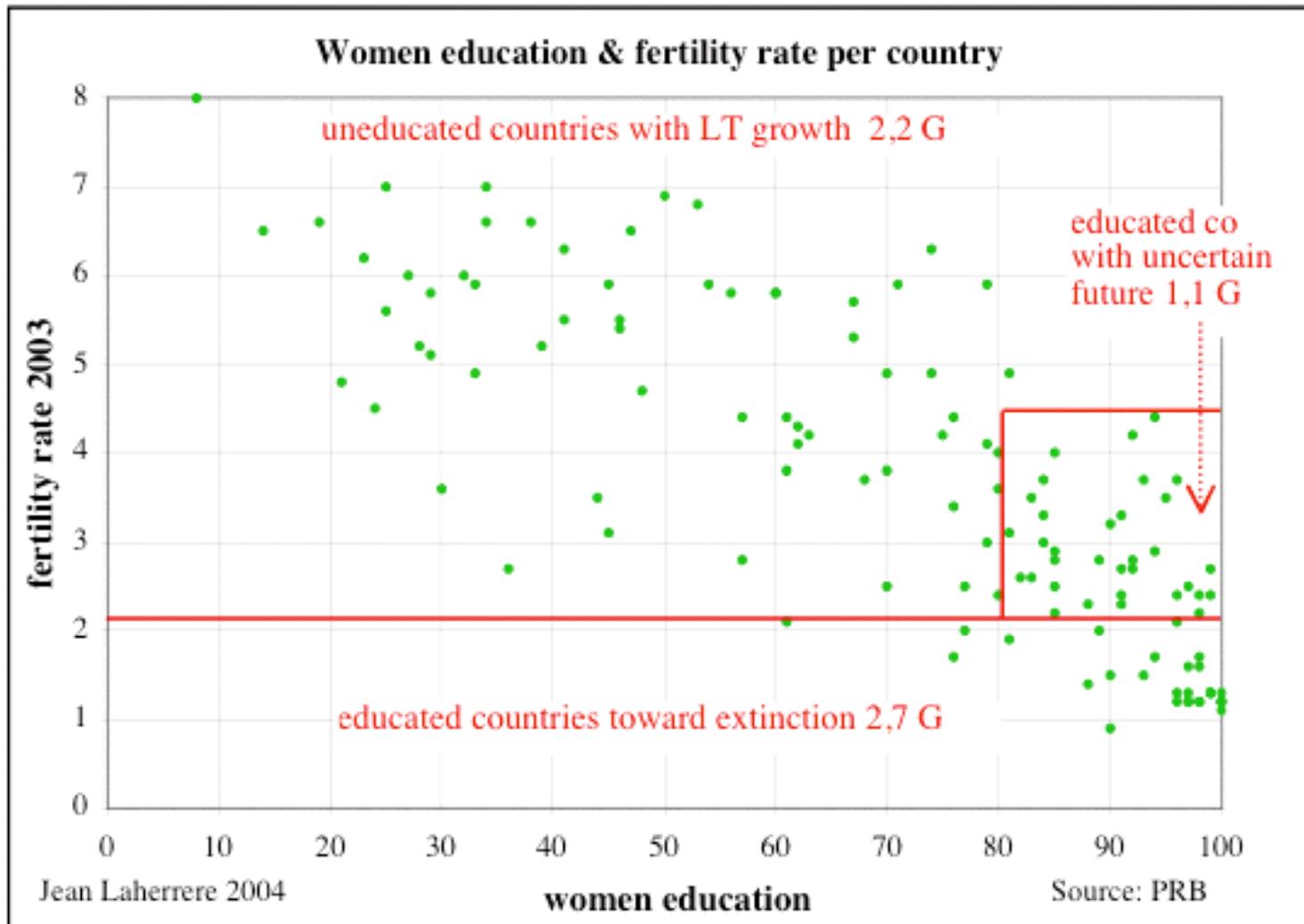


Bourgeois-Pichat, directeur de l'INED en 1988, a modélisé la population mondiale avec deux distributions (industrialisés et le reste du monde) en forme de cloche, il est préférable de le faire avec trois distributions (industriel, développé en dérivé de la logistique et non-éduqué en logistique) donnant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

Figure 39: **prévision de la population mondiale 1900-2300 d'après NU 2003**

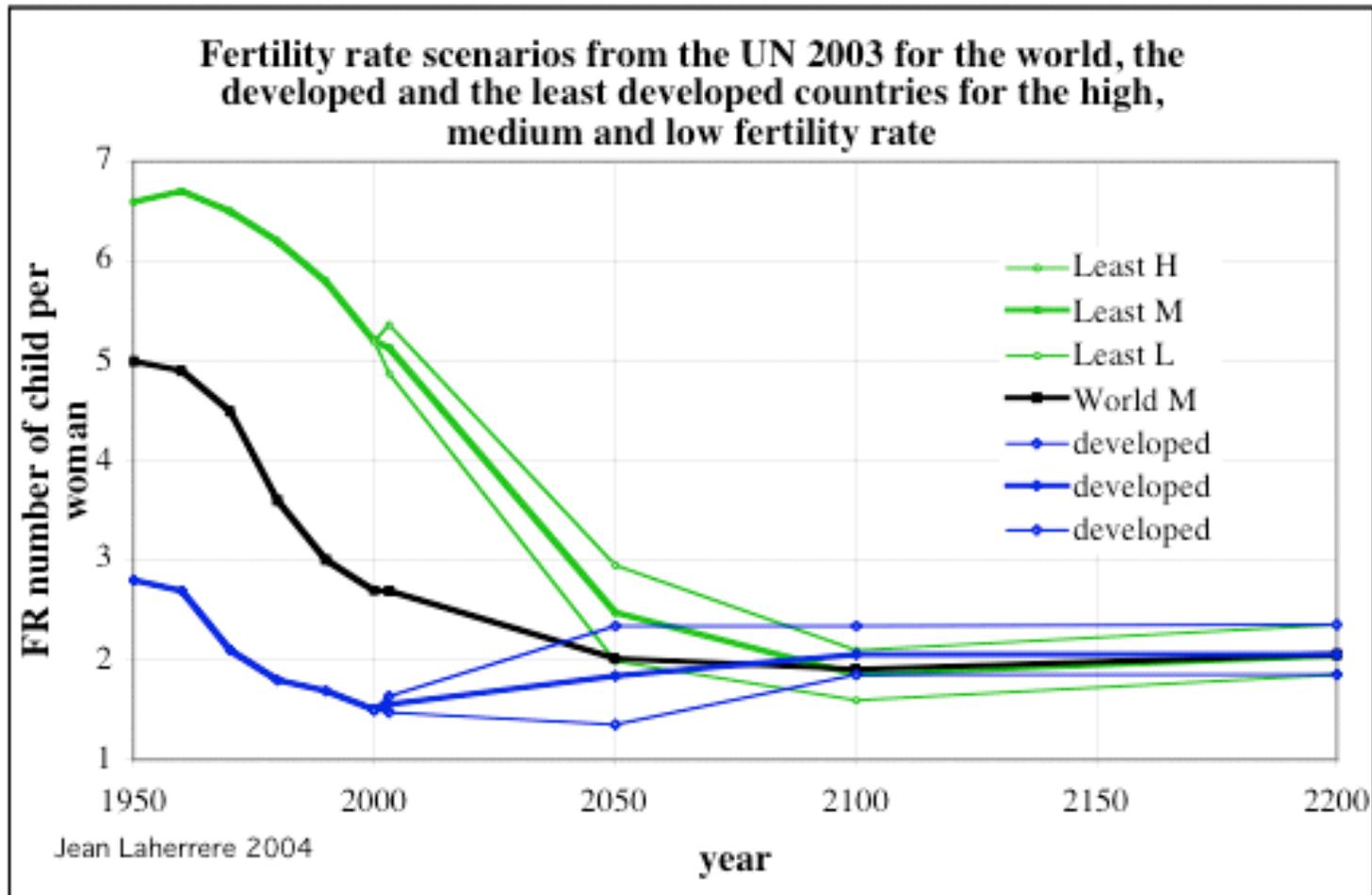


Toutes les prévisions de population sont basées sur le taux de fécondité.
Figure 40: **relation entre taux de fécondité et éducation des femmes**



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!

Figure 41: **scénarios 2003 des NU sur le taux de fécondité**



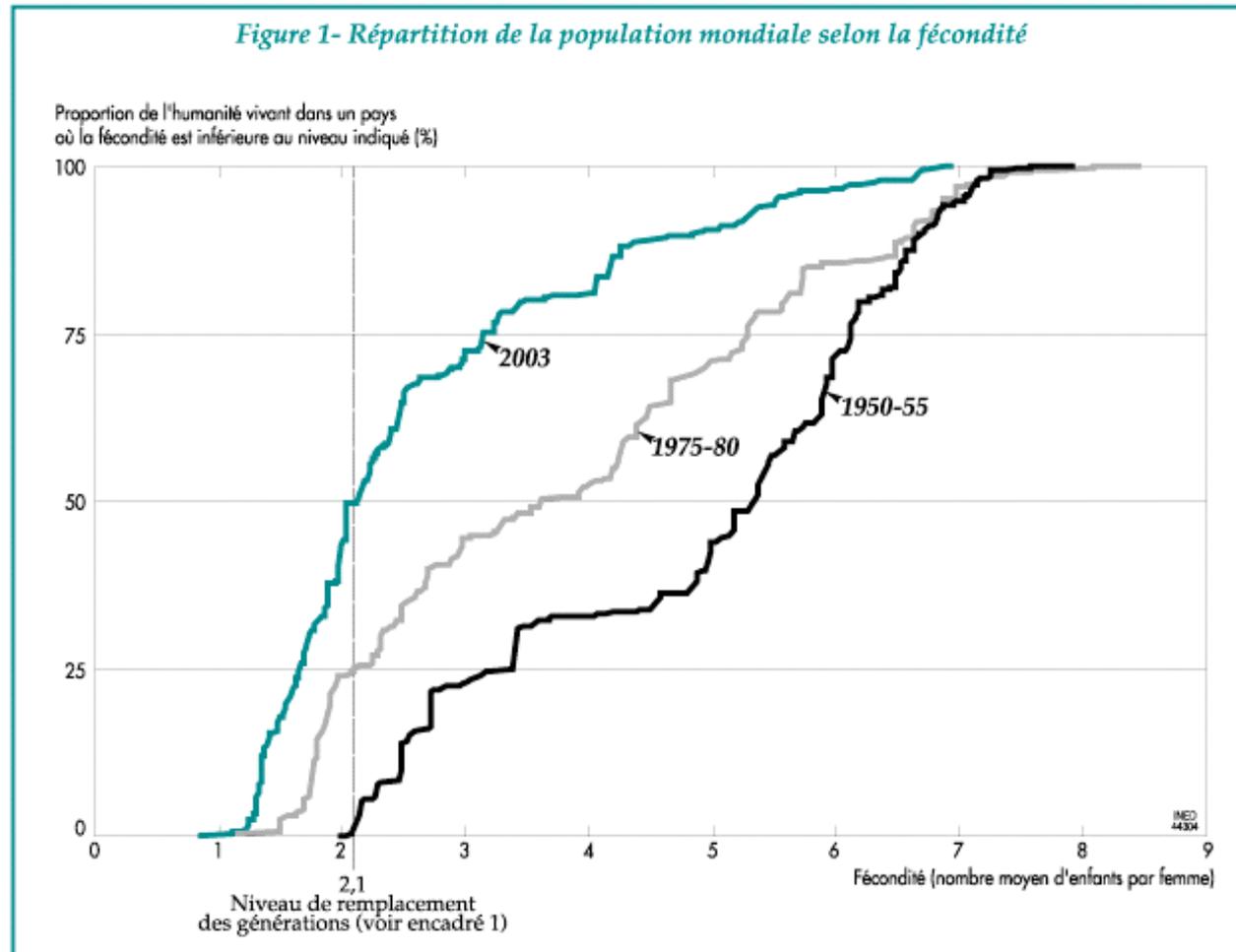
Ces prévisions sont peu crédibles, correspondant seulement à des vœux politiques!

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 éduqués avec moins de 2 enfants par femme allant vers l'extinction complète
- les pays peu éduqués avec plus de 5 enfants par femme avec une croissance importante à long terme

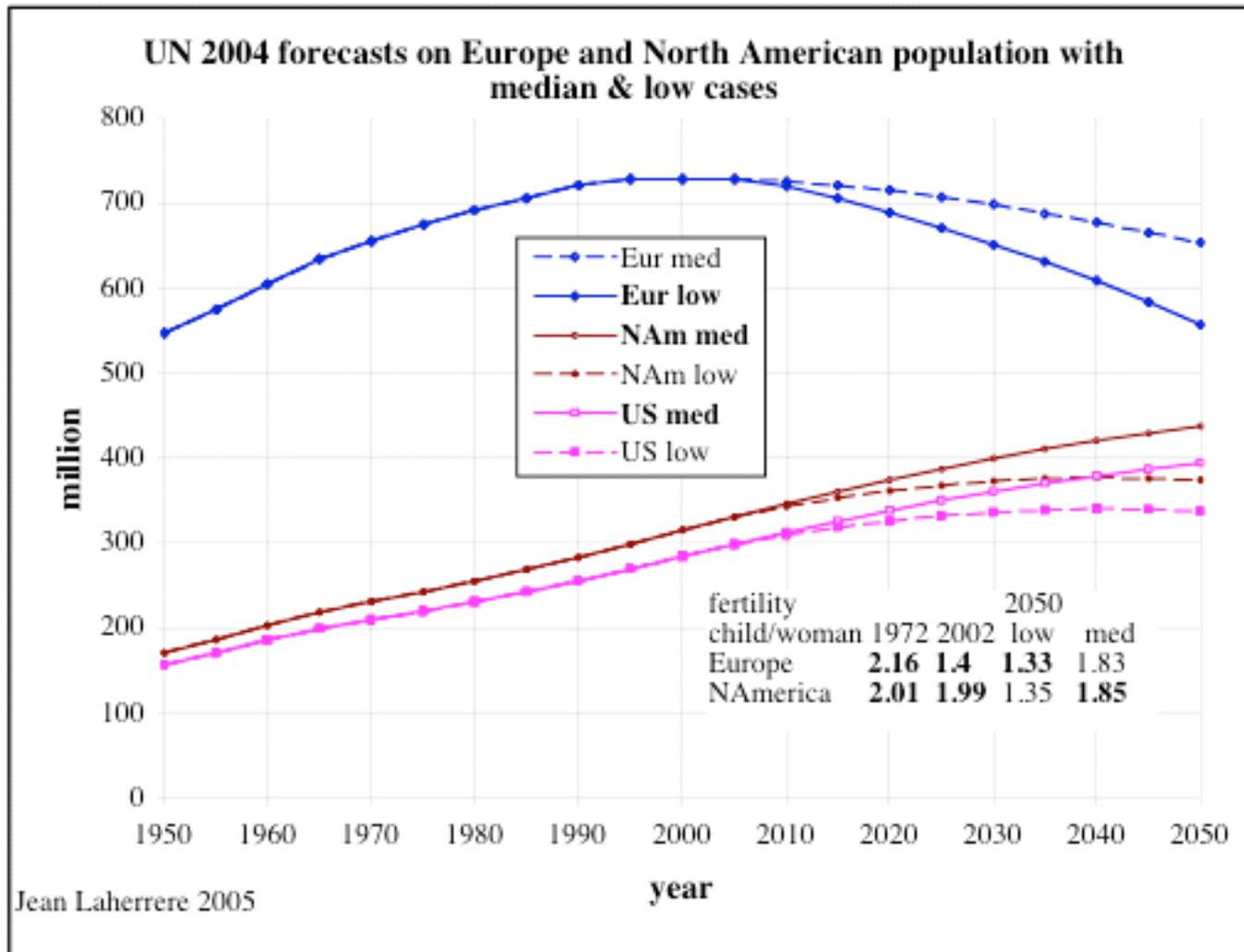
Figure 42: **Evolution du taux de fécondité en pourcentage de la population mondiale** INED 2004



-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!**

Figure 43: **Prévisions UN 2004 de la population en Europe et Amérique du Nord 1950-2050**



La population de la France doit plafonner dans la prochaine décennie autour de 65 millions.
Figure 44: **population de la France**

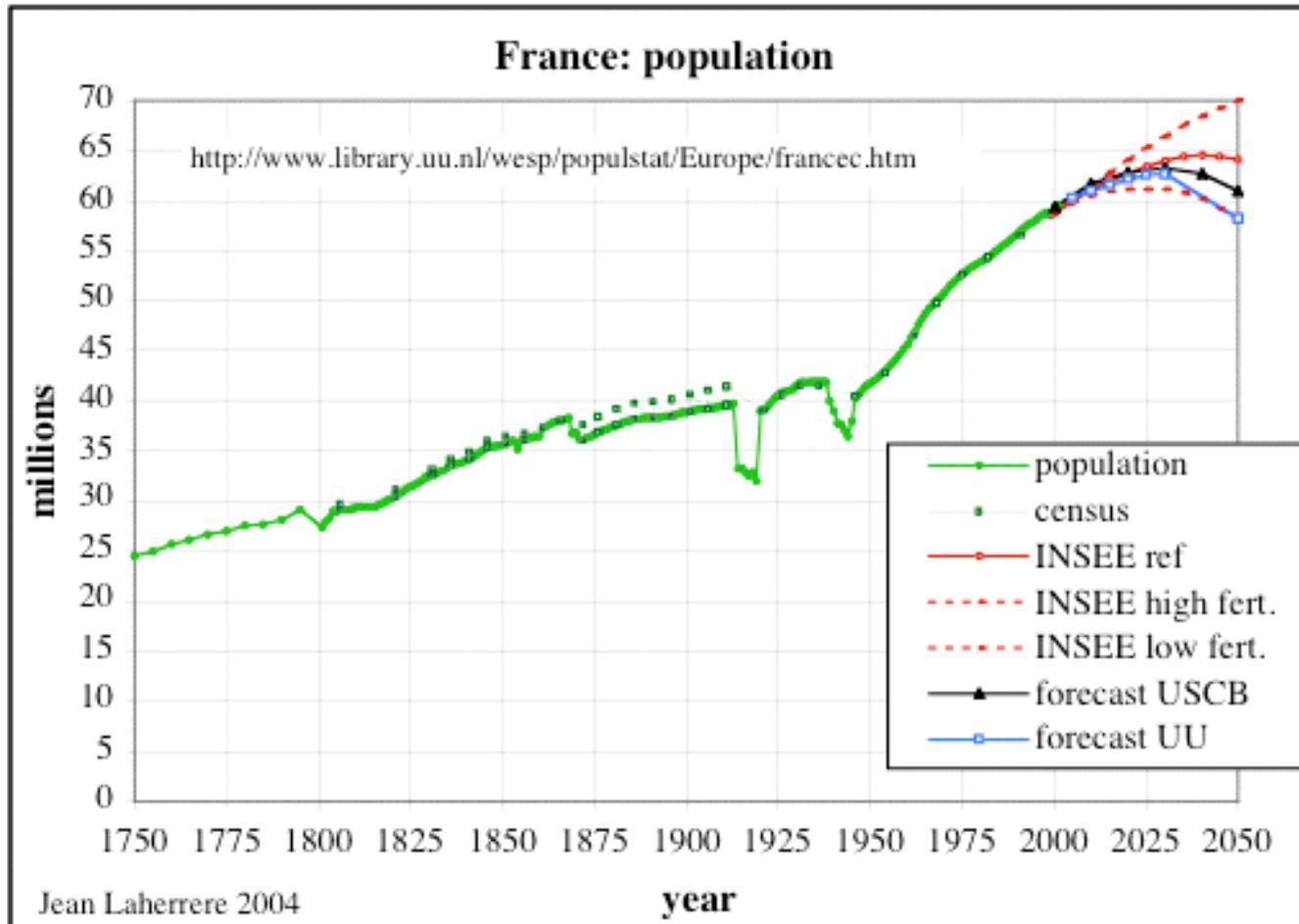
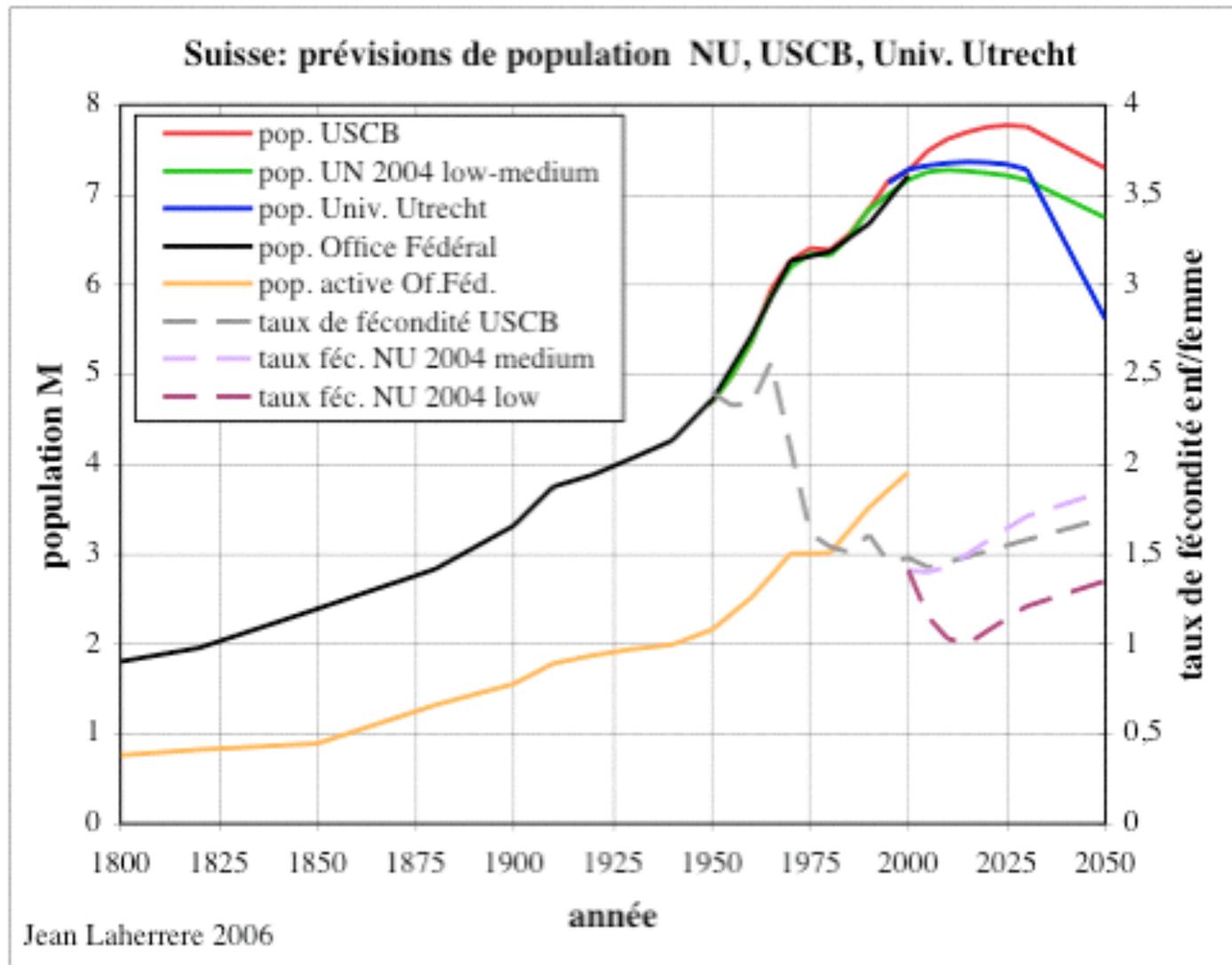
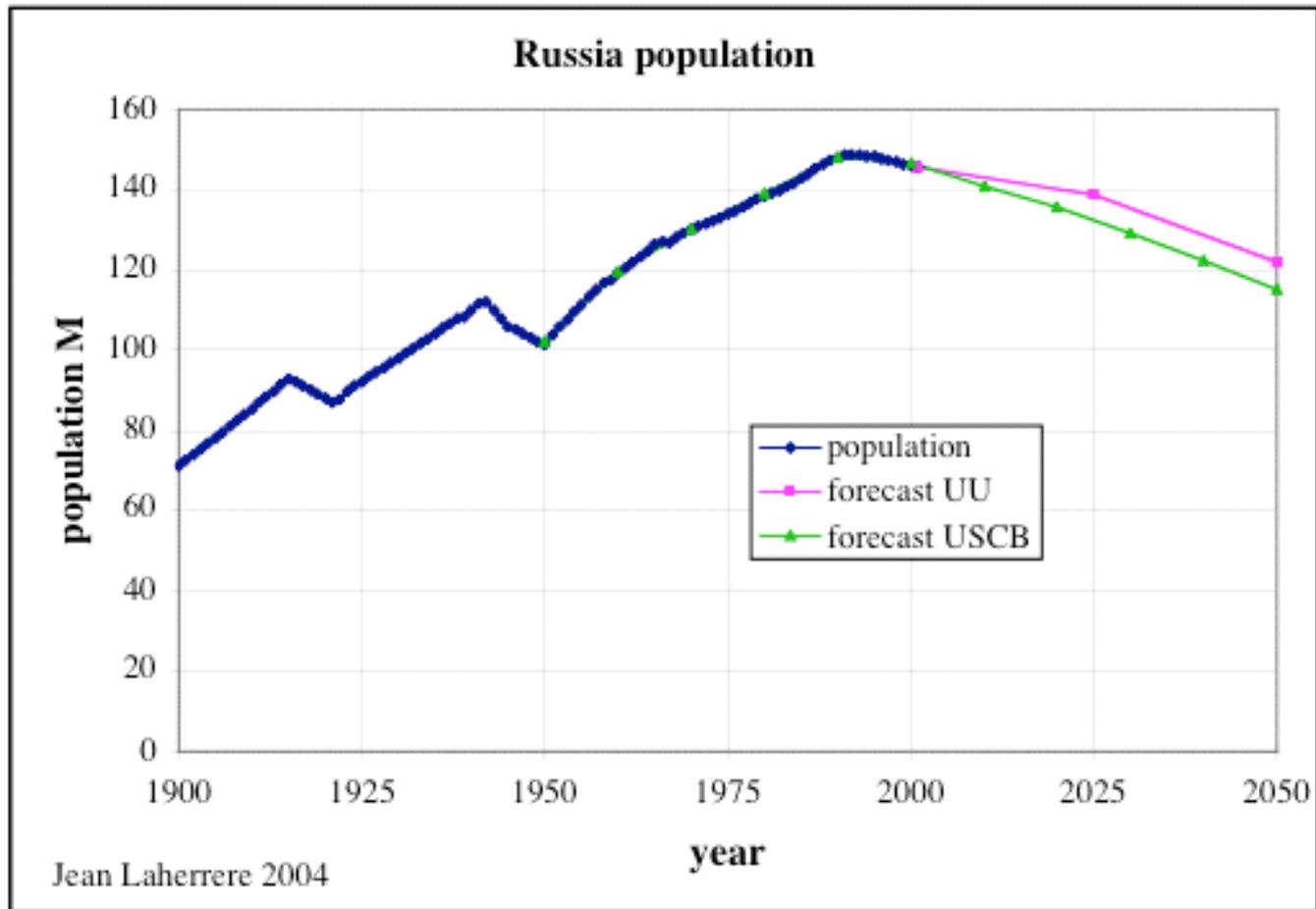


Figure 45: population de la Suisse



La population suisse doit plafonner sous peu, car le taux de fécondité est actuellement de 1,4 enfants par femme, bien inférieur au taux de remplacement depuis 1970 et l'immigration contrôlée. Les hypothèses des NU espèrent une remontée du taux? C'est à vous d'agir!

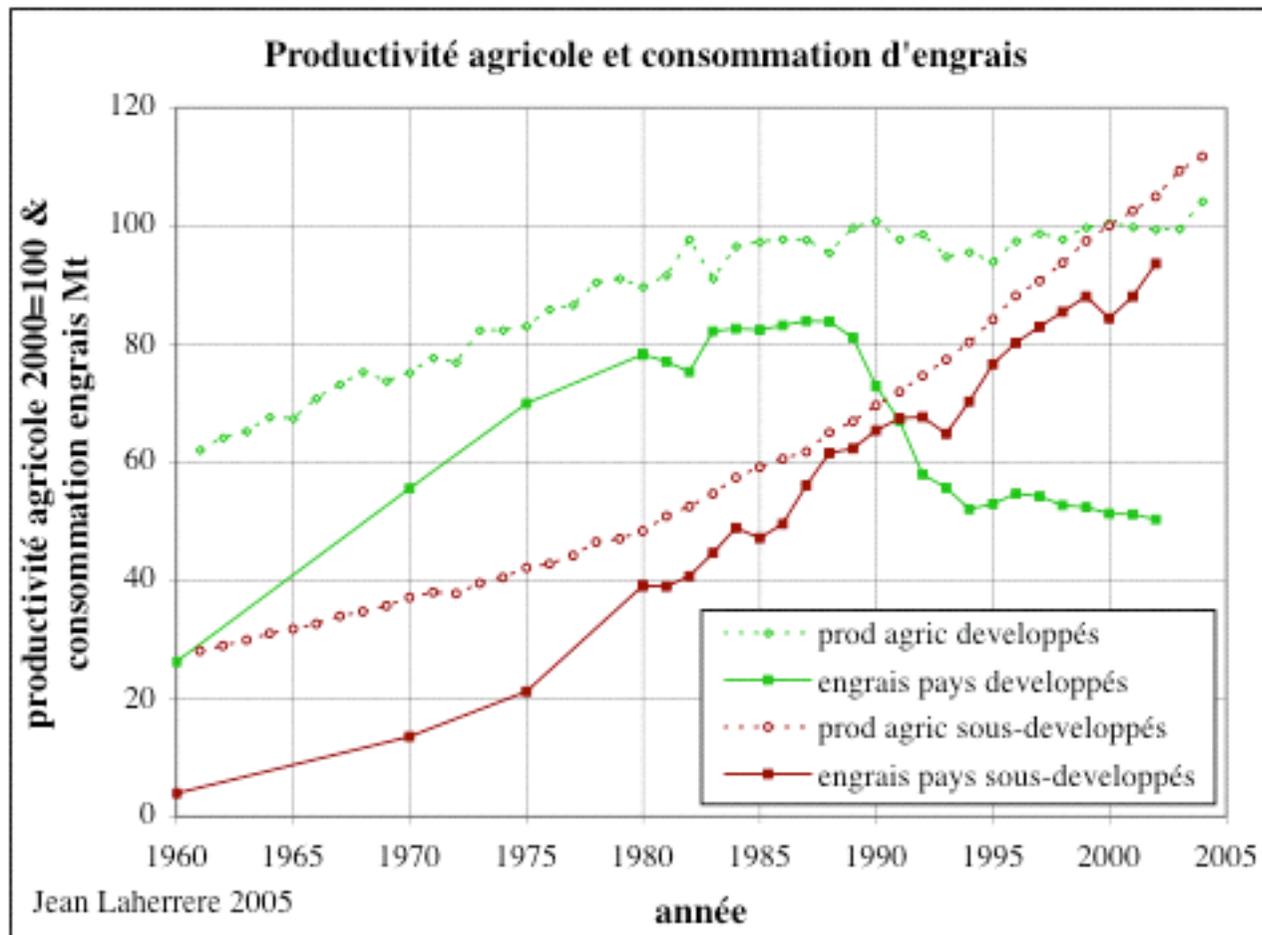
La Russie est en déclin depuis 1990 et va perdre une trentaine de millions en 2050, c'est un *has been*
Figure 46: **population de la Russie**



-Agriculture

-Production agricole et consommation d'engrais

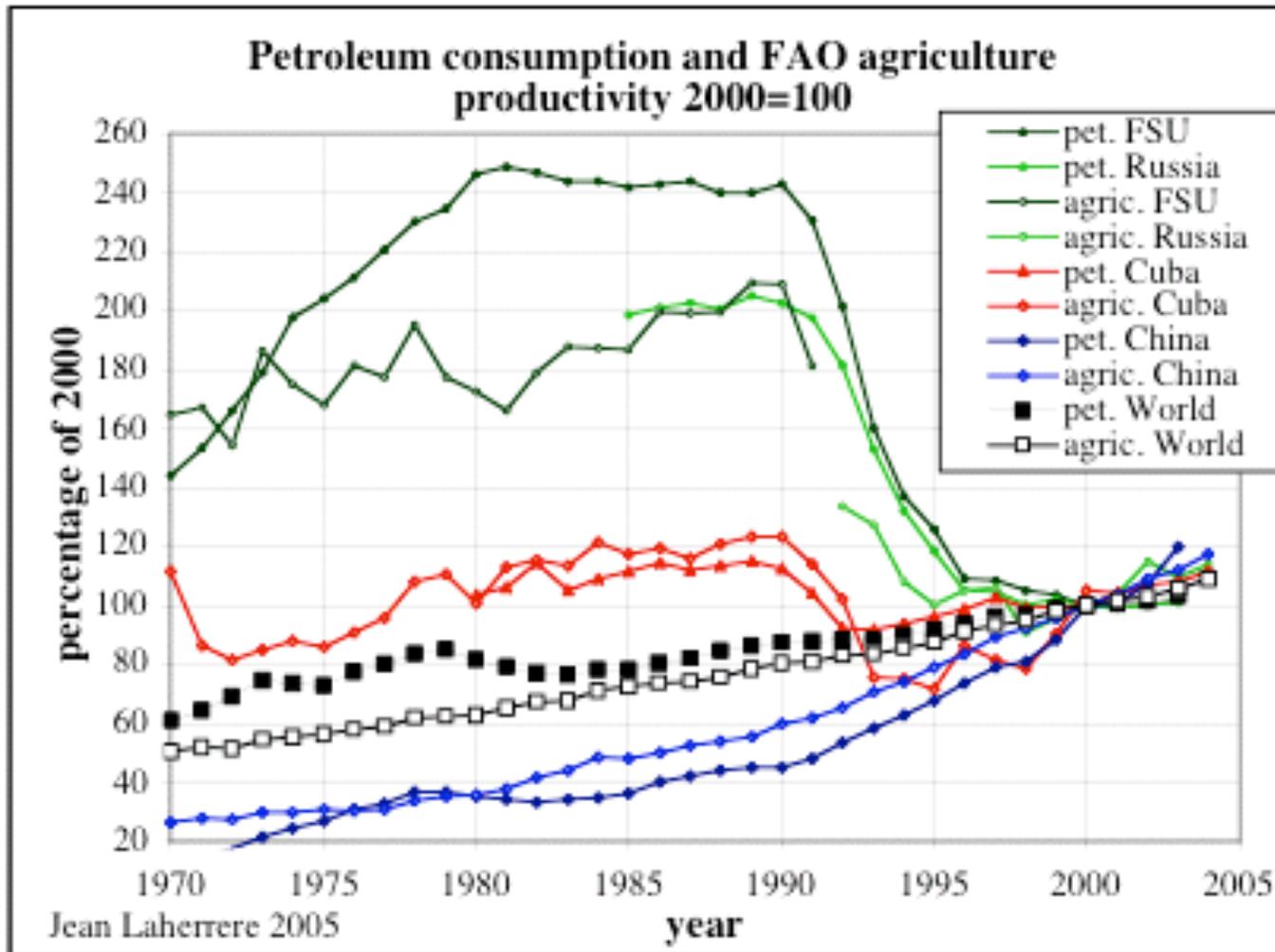
Figure 47: Productivité agricole mondiale et consommation d'engrais 1960-2004



Dans les années 90 les pays développés ont pu diminuer les engrais d'un tiers sans baisser la productivité. La productivité des pays sous-développés augmente comme leur consommation d'engrais, mais ils devraient freiner!

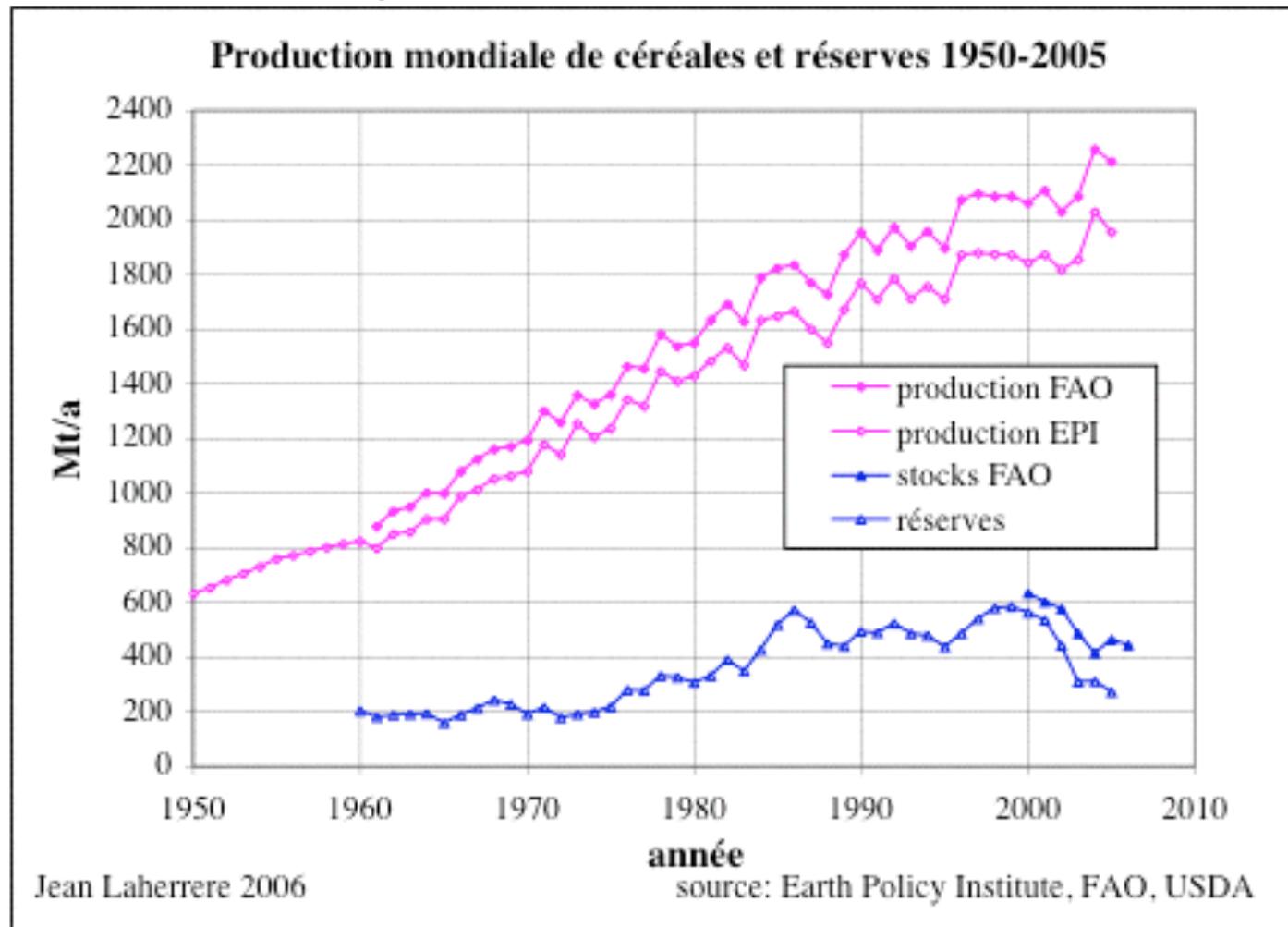
-Dépendance de l'agriculture au pétrole

Figure 48: 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.

Figure 49: **Production mondiale de grain et stocks 1950-2005**



L'agriculture, qui commence à plafonner pour l'alimentation (productivité, surface, eau), **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, même négatif pour certains).
Mais les céréales sont utilisées aussi pour nourrir le bétail, on peut manger un peu moins de viande!

Les stocks mondiaux de riz montrent une baisse spectaculaire depuis 2000, ce pic est-il définitif?
Figure 50: **Stocks mondiaux de riz 1965-2003**

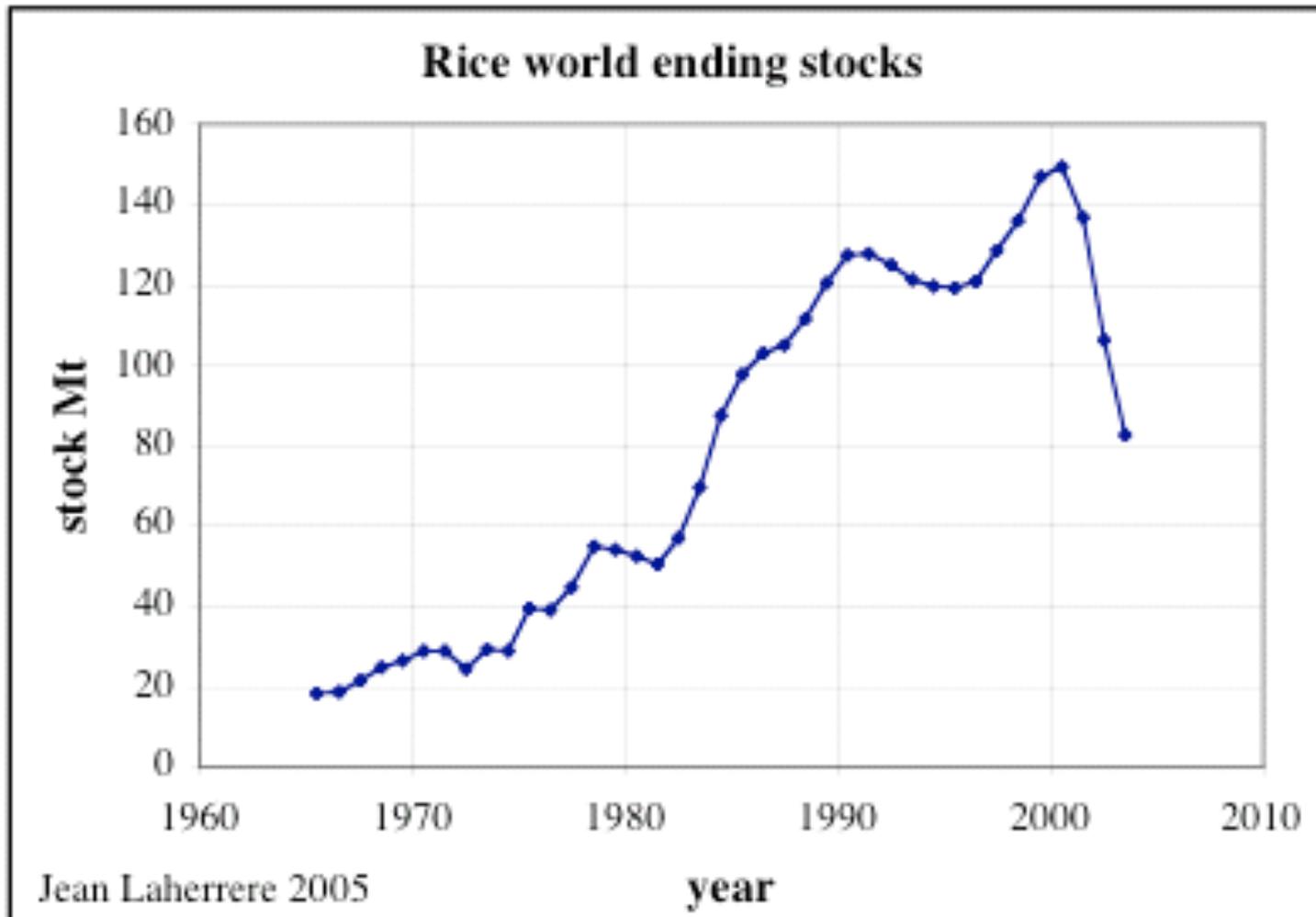
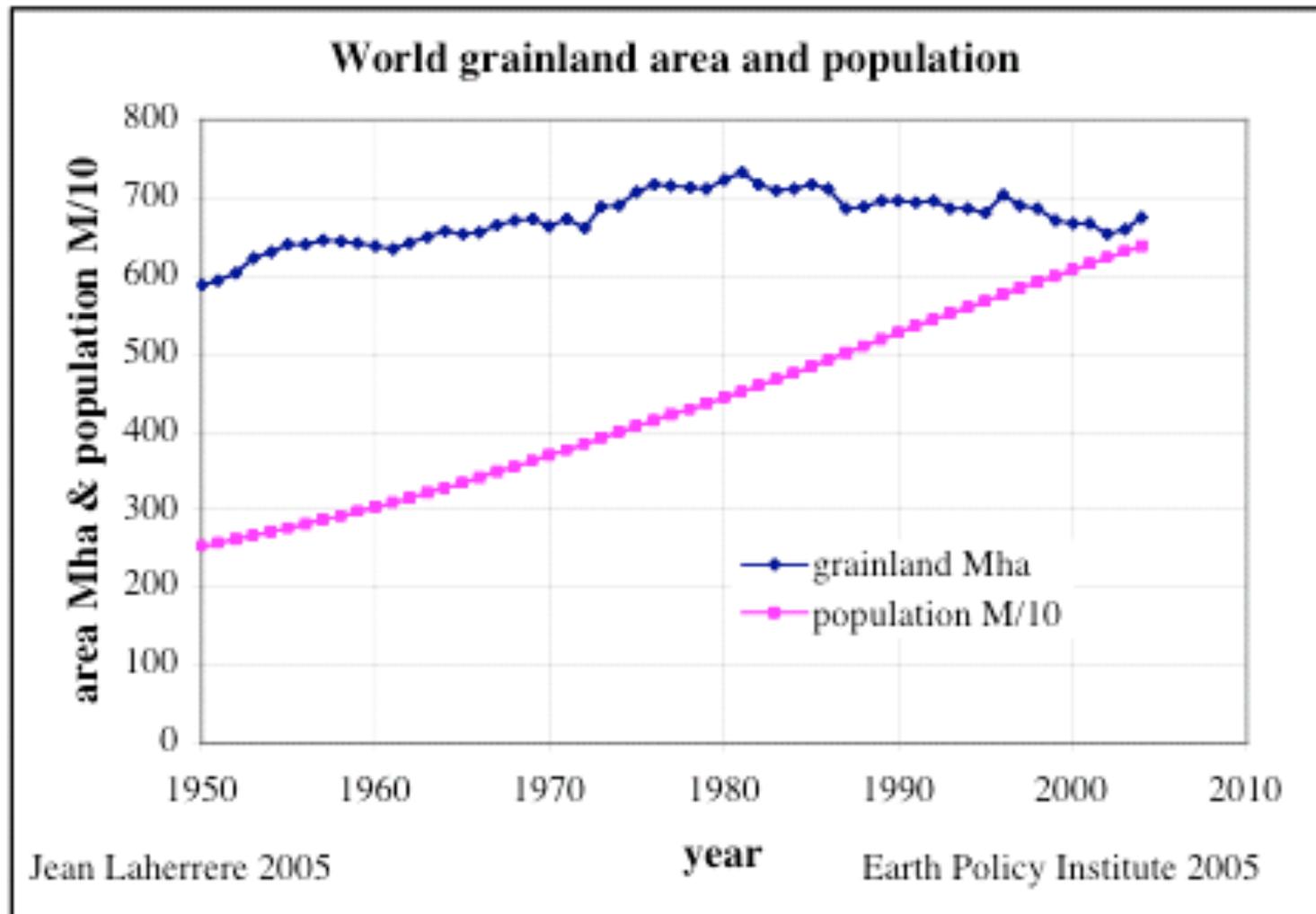


Figure 51: Monde: Surface des céréales et population 1950-2004

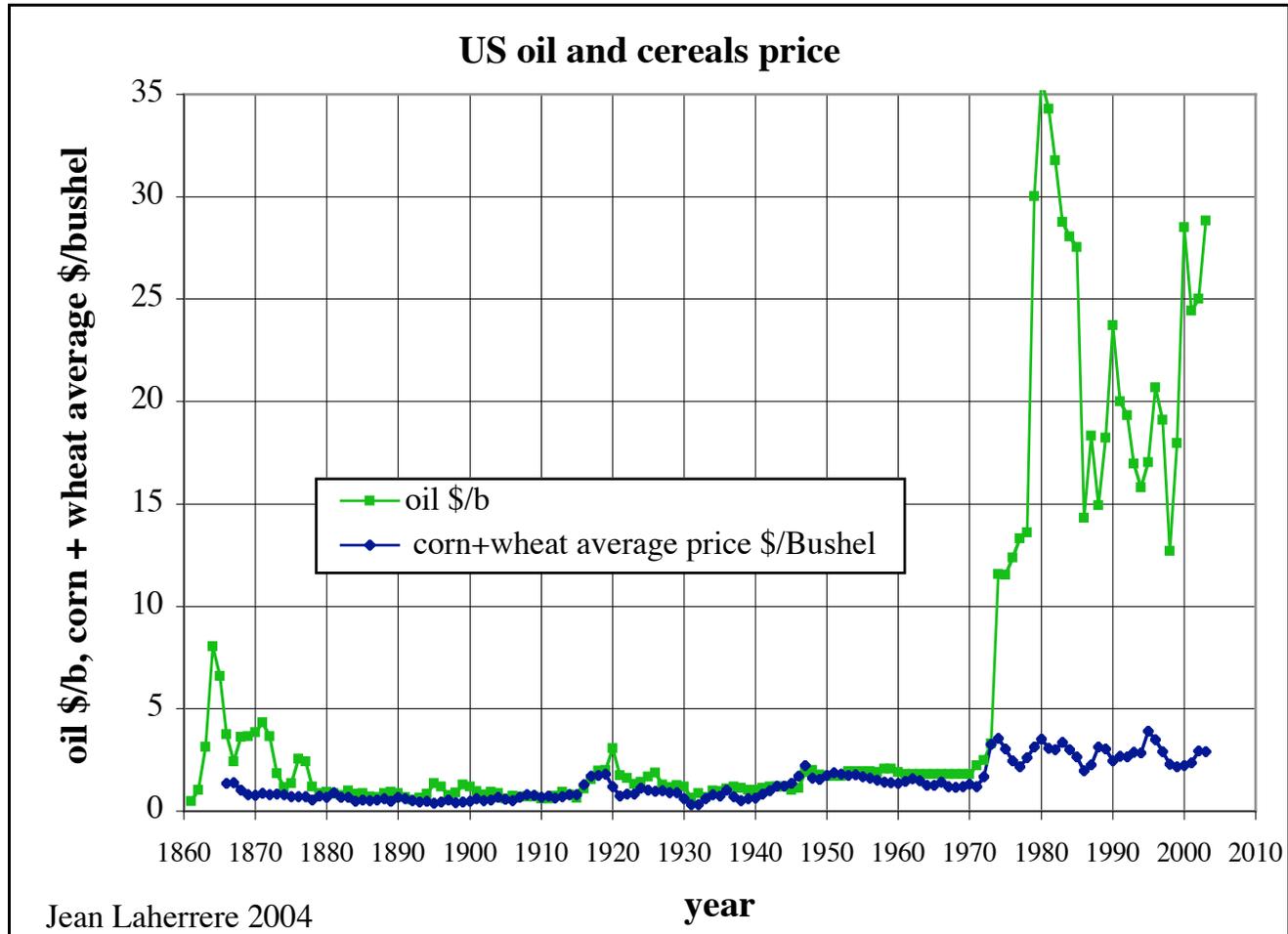


La surface mondiale des céréales a culminé en 1980! L'agriculture intensive érode les sols!

-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.

Figure 52: prix du pétrole et des céréales 1860-2004 aux US

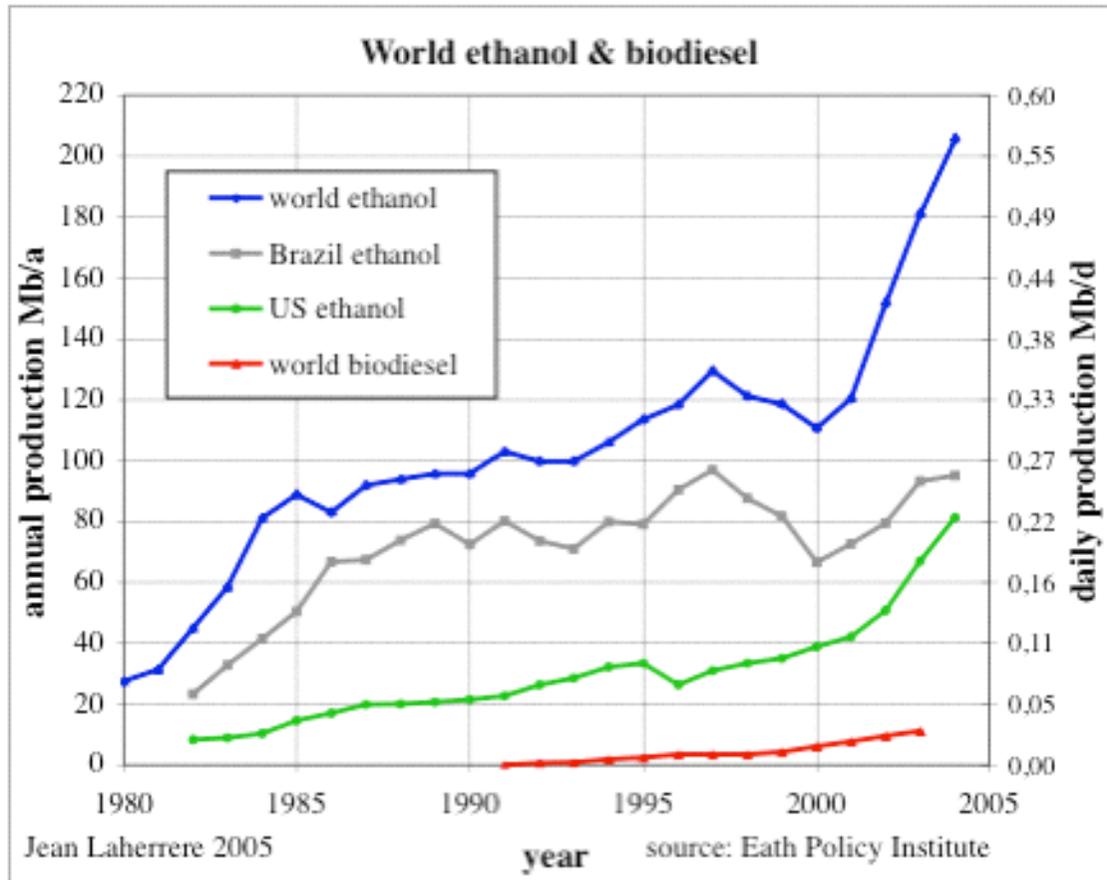


Le prix des céréales aux US est donc très sous-évalué par rapport au pétrole. Les subventions ont faussé la donne

-Biocarburants

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 53: **production mondiale de biocarburants**

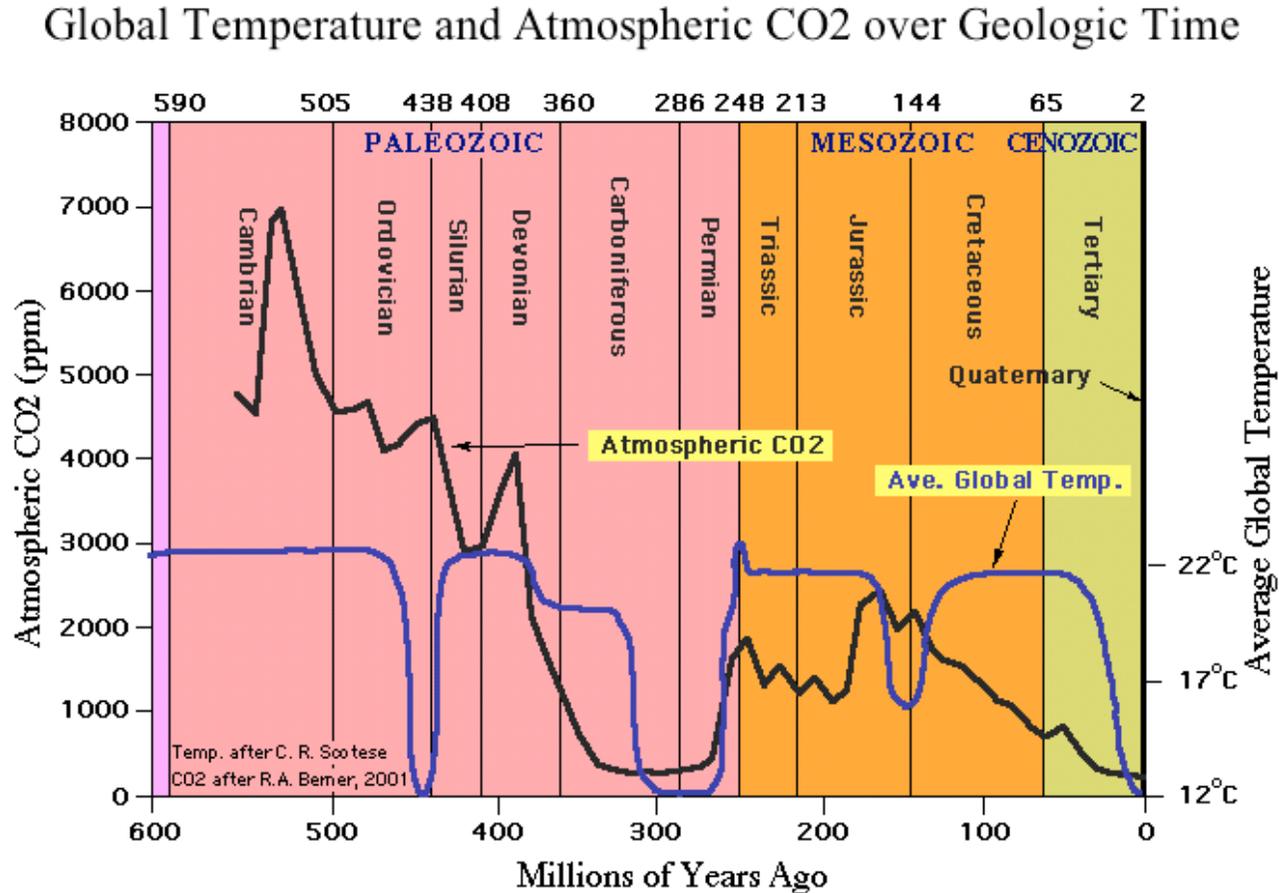


Depuis 10 ans débat aux US sur le bilan énergétique de l'éthanol à partir du maïs: les universitaires Pimentel et Patzek (2005) estiment que l'énergie investie est supérieure à l'énergie produite, alors que l'USDA prétend le contraire! Les subventions perturbent le système! Seul au Brésil l'éthanol à partir de la canne à sucre (pas d'engrais, pas d'irrigation, pas de pesticide) a un bon bilan énergétique.

-Changements climatiques -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.

Figure 54: **CO2 (noir) et température (bleu) des temps géologiques depuis 600 Ma** d'après Gerhard 2005

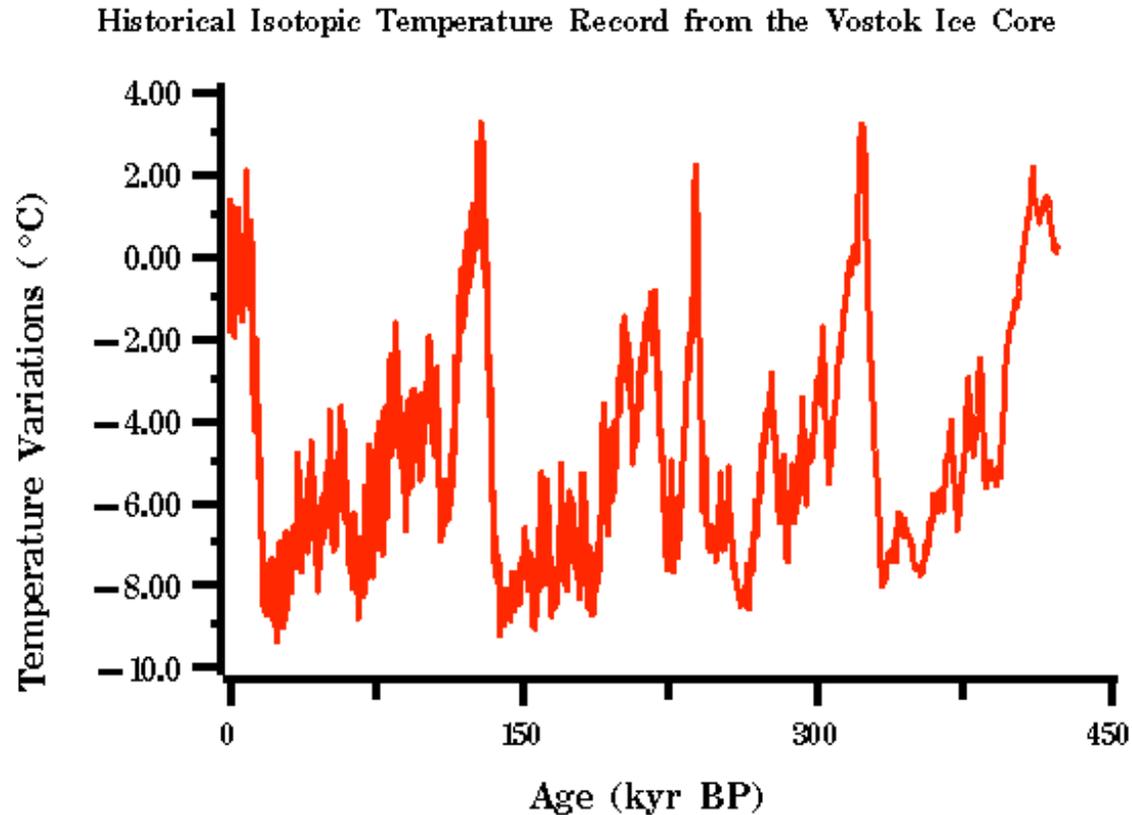


Late Carboniferous to Early Permian time (315 mya -- 270 mya) is the only time period in the last 600 million years when **both atmospheric CO2 and temperatures** were as low as they are today (Quaternary Period).

Sur les 600 millions d'années, le chaud a régné plus de 80%, dans le dernier million, il n'a régné que 30%.

Milankovitch a démontré en 1924 que les changements climatiques suivaient les cycles astronomiques de la terre autour du soleil (3 paramètres = excentricité ellipse de la terre, inclinaison de l'axe de la terre et précession des équinoxes). Les cycles solaires sont de l'ordre de 20 000 ans, 40 000 ans et 100 000 ans comme le montrent les carottes de glace dans l'Antarctique de Vostok depuis 420 000 ans avec des **variations de 10 °C entre glaciaire et interglaciaire**:

Figure 55: températures déduites des glaces à Vostok depuis 420 000 ans

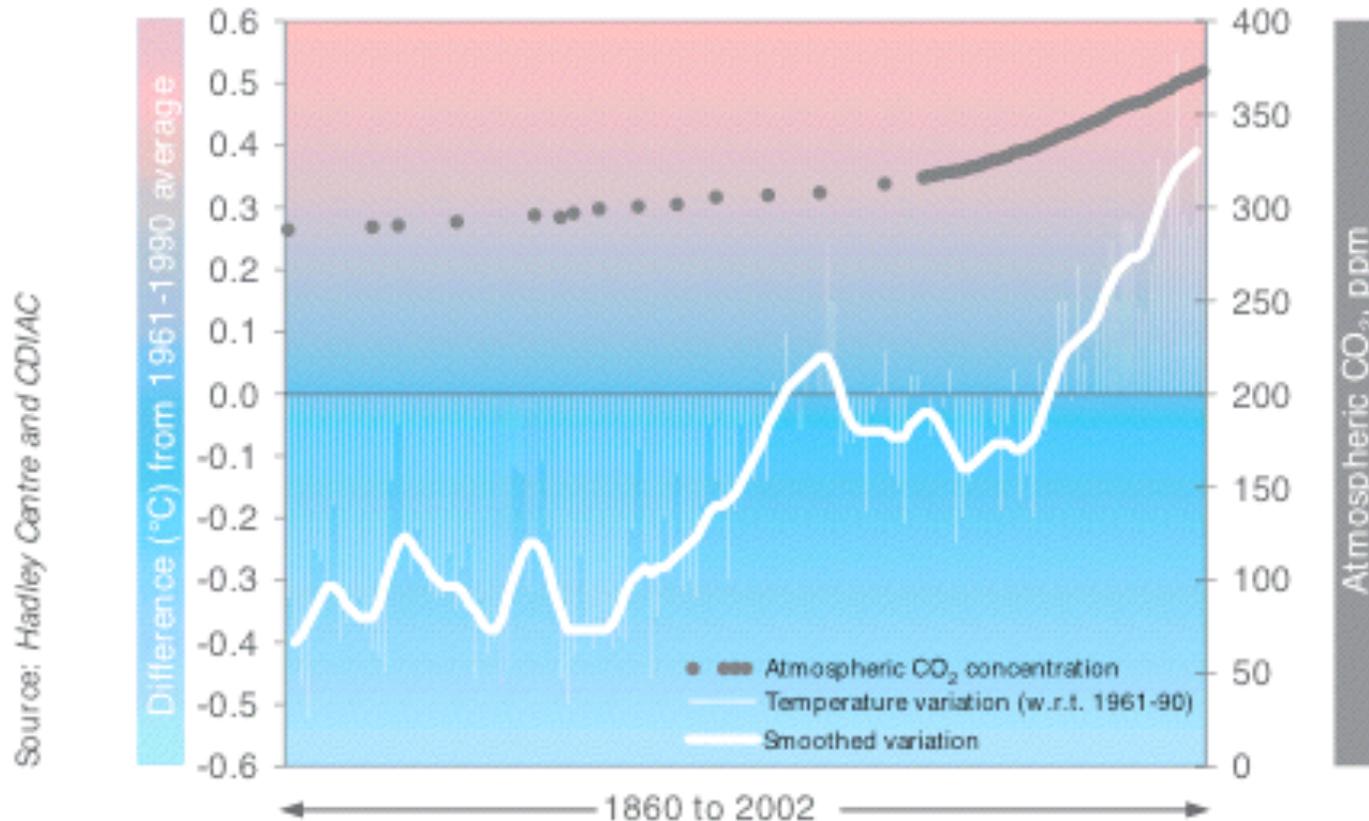


*Variation with time of the Vostok isotope temperature record
as a difference from the modern surface temperature value of -55.5 °C.*

Source: Petit et al.

Les variations sont de 10°C à comparer aux 0,6 °C depuis 1900.

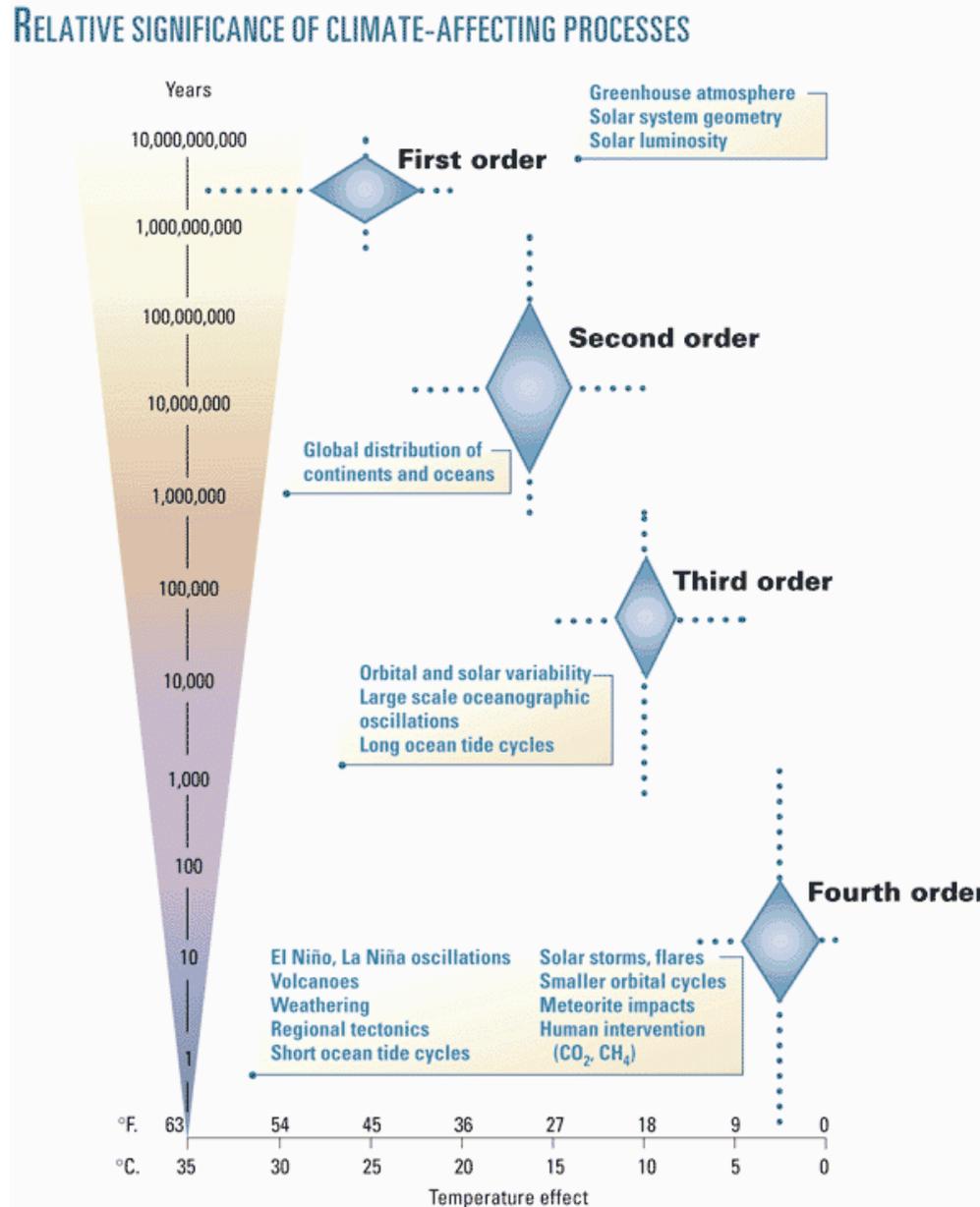
Il est évident que depuis 1900 nous sortons du Petit Age Glaciaire et que la température moyenne mondiale a augmenté, **sauf pendant la période 1940-1970** (les trente Glorieuses), alors que le CO2 augmentait lui. Pourquoi?
Figure 56: **température et CO2 mondial 1900-2002**



L'explication peut être, soit aérosols (IPCC), soit solaire.

Mais le principal gaz de serre est la vapeur (nuages bas font baisser la température alors que les nuages hauts l'augmentent). L'action du méthane est 20 fois plus importante que le CO2, mais sa concentration est bien moindre (2 ppm). On ne sait pas vraiment si et quand la forêt est source ou puits de CO2 et de CH4!

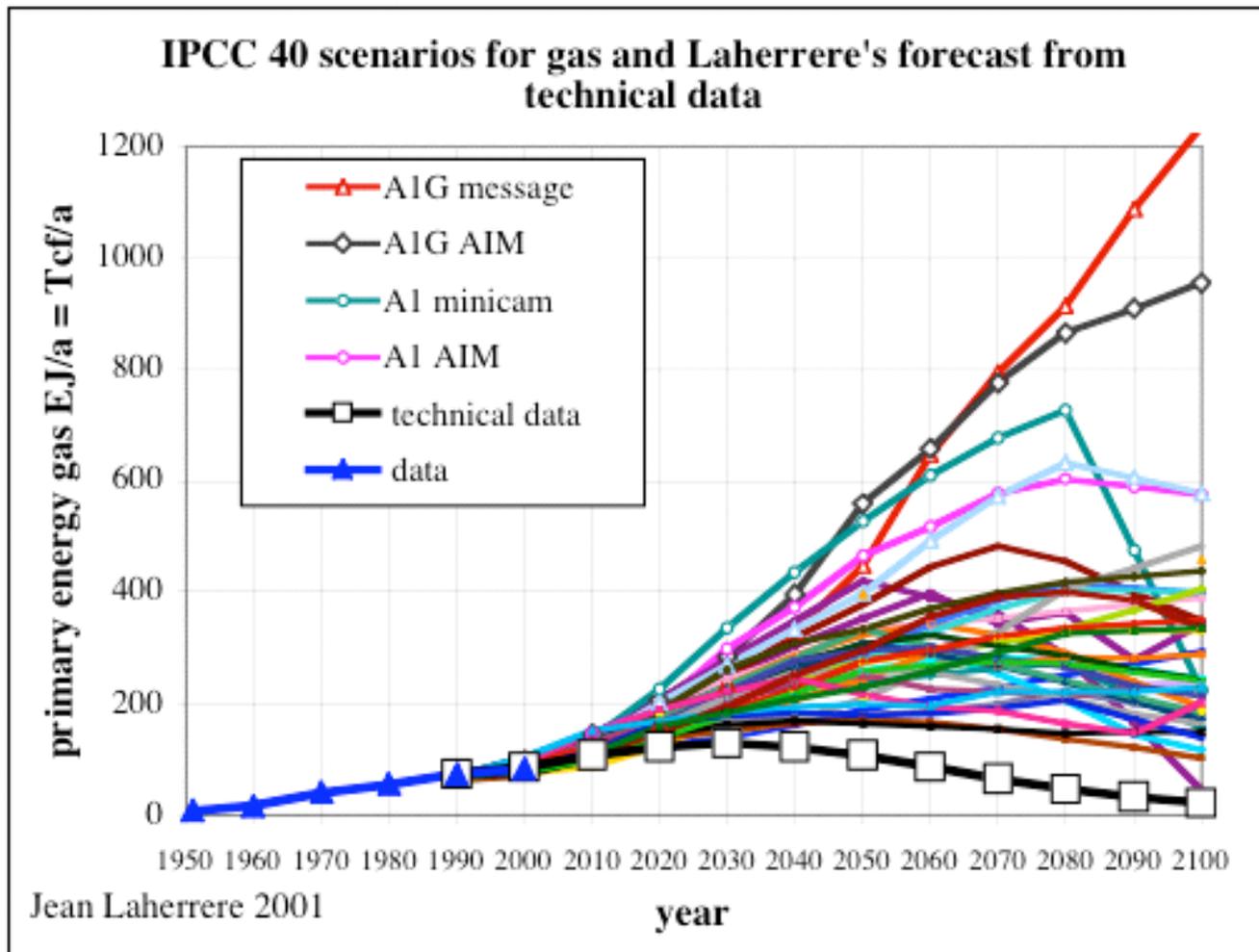
Dans le contexte géologique et les processus affectant le climat, **les émissions humaines se classent au 4^e ordre**,
 Figure 57: **signification relative des processus affectant le climat** d'après Gerhard 2001



-Scénarios du GIEC

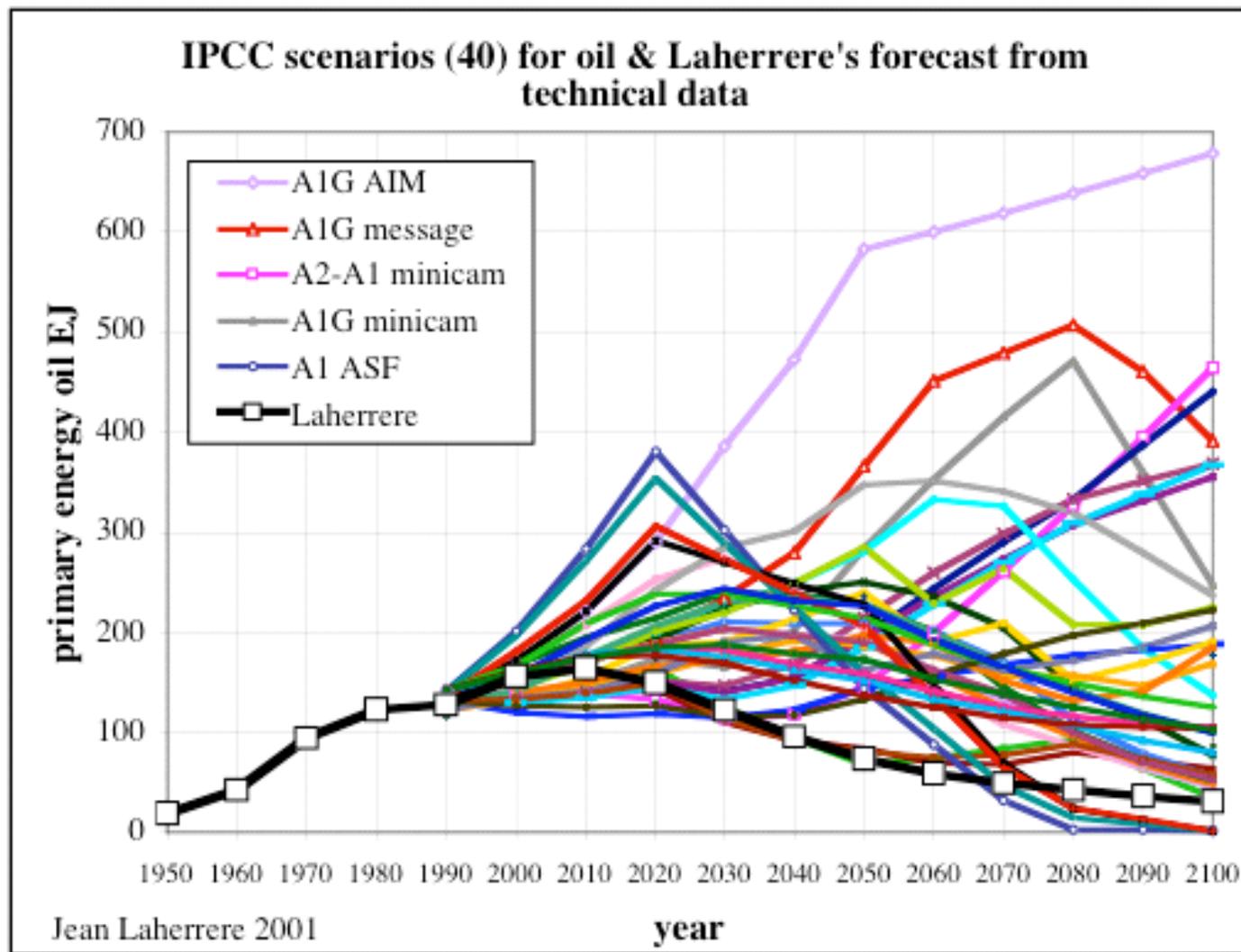
Le rapport GIEC 2001 (TAR) utilise par les promoteurs du protocole de Kyoto est basé sur **40 scénarios de consommation énergétique** (SRES) fournis par l'IIASA qui les a conçus sans aucun contact avec l'industrie.

Figure 58: 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 59: scénarios IIASA du rapport GIEC pour la consommation de pétrole



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.

-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

-consommer plus ou dépenser plus n'est pas signe de bonheur

-**tout ce qui monte doit descendre:** tout est cyclique avec plusieurs pics et le déclin inévitable

-**publier des données est un acte politique et dépend de l'image que l'on veut présenter**

-les données publiques sont politiques et divergentes avec les données techniques

-les réserves techniques sont incertaines vue la complexité géologique, et confidentielles vue la compétition

-l'augmentation des prix du pétrole n'apporte pas une augmentation des réserves conventionnelles ou des découvertes

-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 dans les 10 ans à venir

-les prévisions sur la demande d'énergie sont uniquement basées sur le désir politique d'une croissance constante sans se préoccuper de l'offre

-le pic du pétrole peut être un **plateau en tôle ondulée** si l'économie mondiale entre en crise, ce qui est probable

-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

-**il n'y a pas d'alternative au pétrole dans le transport, sinon le pétrole synthétique**

-l'agriculture intensive dépend trop fortement du pétrole et du gaz

-l'agriculture a atteint ses limites (productivité, surface, eau) et ne pourra pas nourrir plus d'habitants et aussi fournir du biocarburant

-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

-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 = **100 \$/b**.

-il faut que le baril arrive aujourd'hui à 100 \$/b pour que l'on travaille autant qu'en 1981 au SMIC pour l'acheter

-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 aux ressources finies et en Europe où la population va diminuer

-le catastrophisme sur le climat est exagéré alors que celui sur les ressources et l'économie est minimisé

-seul un prix élevé de l'énergie (aligné sur son vrai coût = 100 \$/b) 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 de la Terre de nos parents, nous l'empruntons à nos enfants»*