

Les perspectives pétrolières et gazières dans le monde et l'Europe

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

Un texte plus long est disponible sur Internet : www.oilcrisis.com/laherrere/nice.pdf

Introduction

Publier des données est un acte politique, car il dépend de l'image que l'auteur veut donner: riche devant l'actionnaire ou pauvre devant le fisc.

Toutes les données publiées par les Etats sont politiques.

On parle de débat entre optimistes (surtout économistes) et pessimistes (surtout géologues), mais c'est plutôt entre ceux qui ont les données techniques et ceux qui n'ont que les données politiques.

Les Echos 7 juin 2005 *"La technologie promet un siècle de pétrole"* ***La pénurie d'hydrocarbures n'est pas pour demain.*** *C'est en tout cas la thèse de l'Institut français du pétrole*

Premier Ministre Dominique de Villepin 1^{er} septembre 2005 *"Nous sommes entrés dans l'ère de l'après pétrole"*

Dans une société de consommation où consommer est devenu une vertu et économiser un vice, la croissance est le remède (ou le Père Noël) pour tout problème présent et futur.

Tout gouvernement ou toute compagnie est jugé sur son taux de croissance.

Le déclin est donc un terme politiquement incorrect.

Définitions ambiguës

-les mots tels que: énergie, équivalence, pétrole, réserves, ressources, conventionnel, lourd, léger, raisonnable, durable, soutenable, dangereux sont mal ou pas définis afin de permettre toutes les ambiguïtés

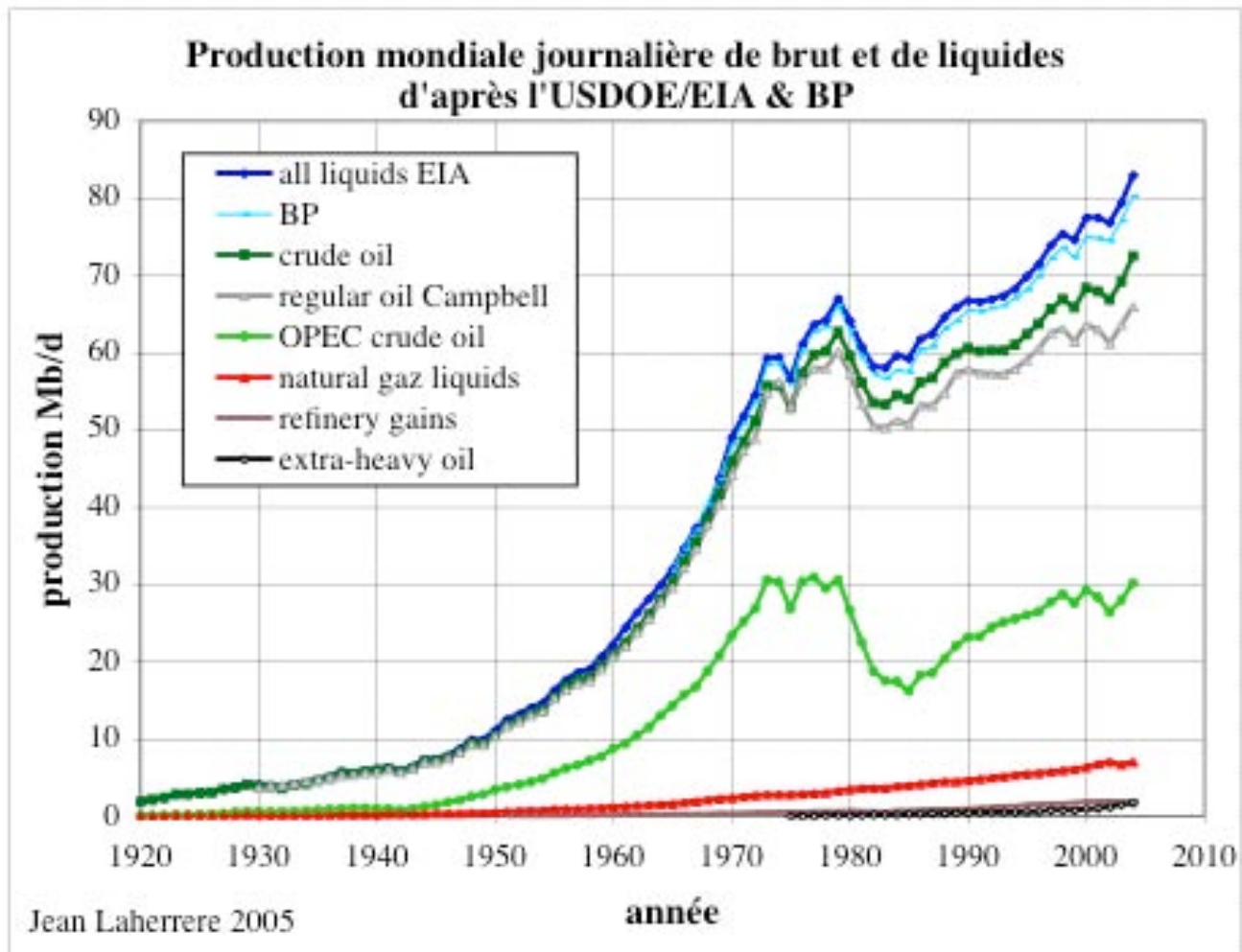
La confusion est grande entre ces termes mal définis, expliquant en partie les incompréhensions entre optimistes et pessimistes.

Mais il y a consensus pour ne pas avoir de consensus sur les définitions.

Incertitude des données Production

Les chiffres de production sont manipulés, notamment par les membres de l'OPEP qui ne respectent pas les quotas. Mais le terme pétrole peut représenter soit le brut ou soit tous les liquides

Figure 1: Production journalière de pétrole (brut ou liquides)



Réserves

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

L'incertitude est présentée comme une certitude

Les réserves sont incertaines, mais aux US où les règles de la SEC (Securities and Exchange Commission), parlent de "*certitude raisonnable*" pour l'existence des réserves **dites prouvées** (supposées être proches du minimum) et refusent l'approche probabiliste à cause de l'aversion au risque des banquiers et des actionnaires.

En ex-URSS, les réserves sont **grossièrement exagérées** avec la classification russe qui prend la récupération théorique maximale, tout à l'opposé des règles américaines.

Dans le reste du monde hors US et ex-URSS, les réserves sont **prouvées plus probables (2P)** suivant les règles SPE/WPC et sont proches de la valeur espérée

Dans les pays OPEP du Moyen-Orient, les réserves officielles dites «prouvées» déterminent les quotas. Elles ont augmenté de 300 Gb de 1985 à 1990, alors que les vraies découvertes n'ont été que de 10 Gb, en raison de la bagarre sur les quotas. Les réserves publiées sont donc politiques.

Une enquête mondiale pour obtenir les réserves restantes par pays 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 ne 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! Mais ces données politiques sont officielles et les seules publiées.

Donner plus de 2 chiffres significatifs pour des données pétrolières montre l'incompétence des auteurs, puisque le 2^e chiffre est différent, les suivants sont donc inutiles!

On doit toujours adapter le nombre de chiffres significatifs à la précision des mesures.

Réserves restantes mondiales à fin 2004:

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

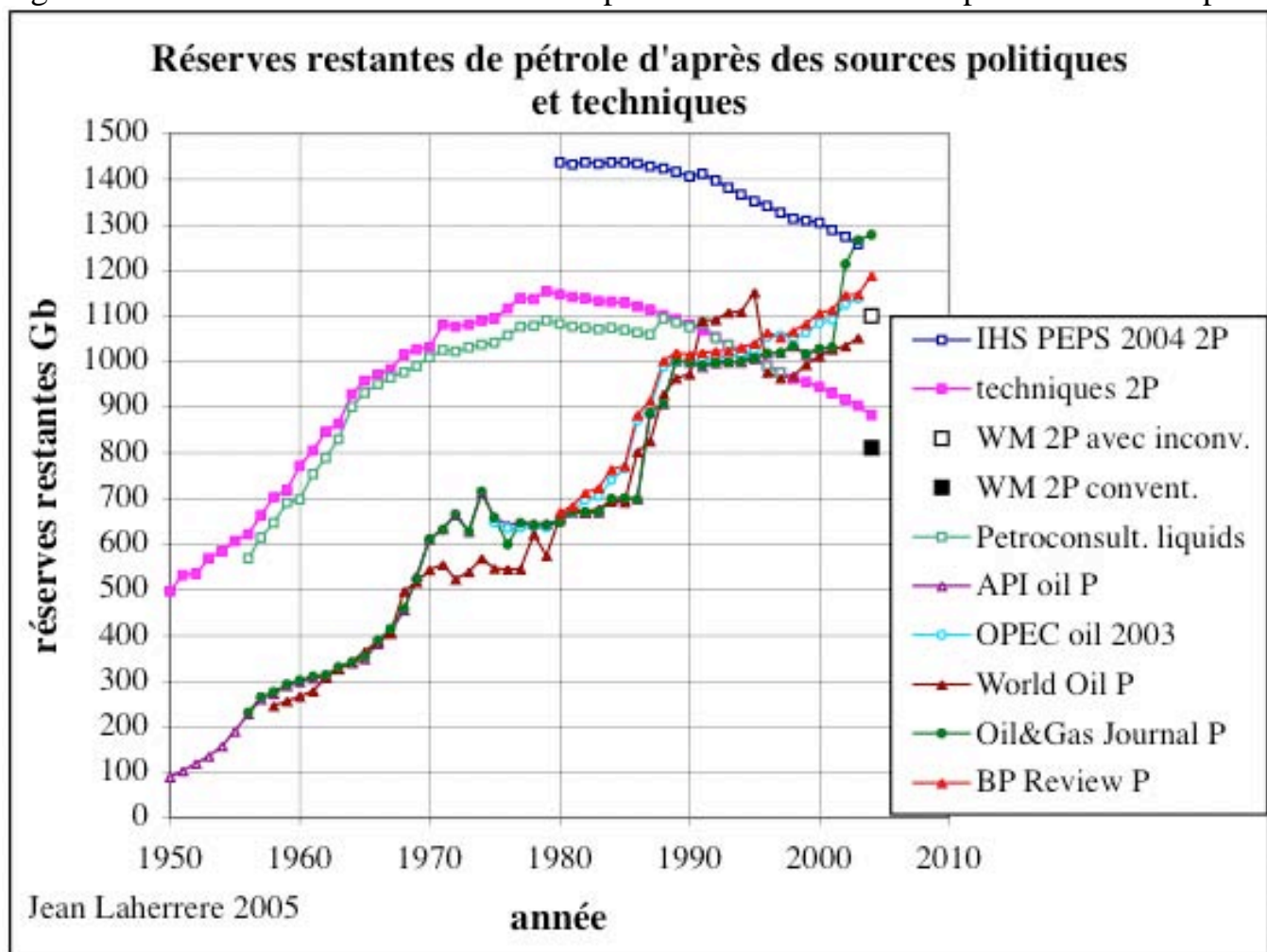
Ceux sont les données politiques, avec aussi des définitions différentes!

Les données techniques par champ sont confidentielles et doivent être achetées à des compagnies d'espionnage industriel: IHS, WoodMac (WM).

Nous sommes appelés pessimistes par les économistes en utilisant ces données techniques qu'ils n'ont pas.

Pour 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



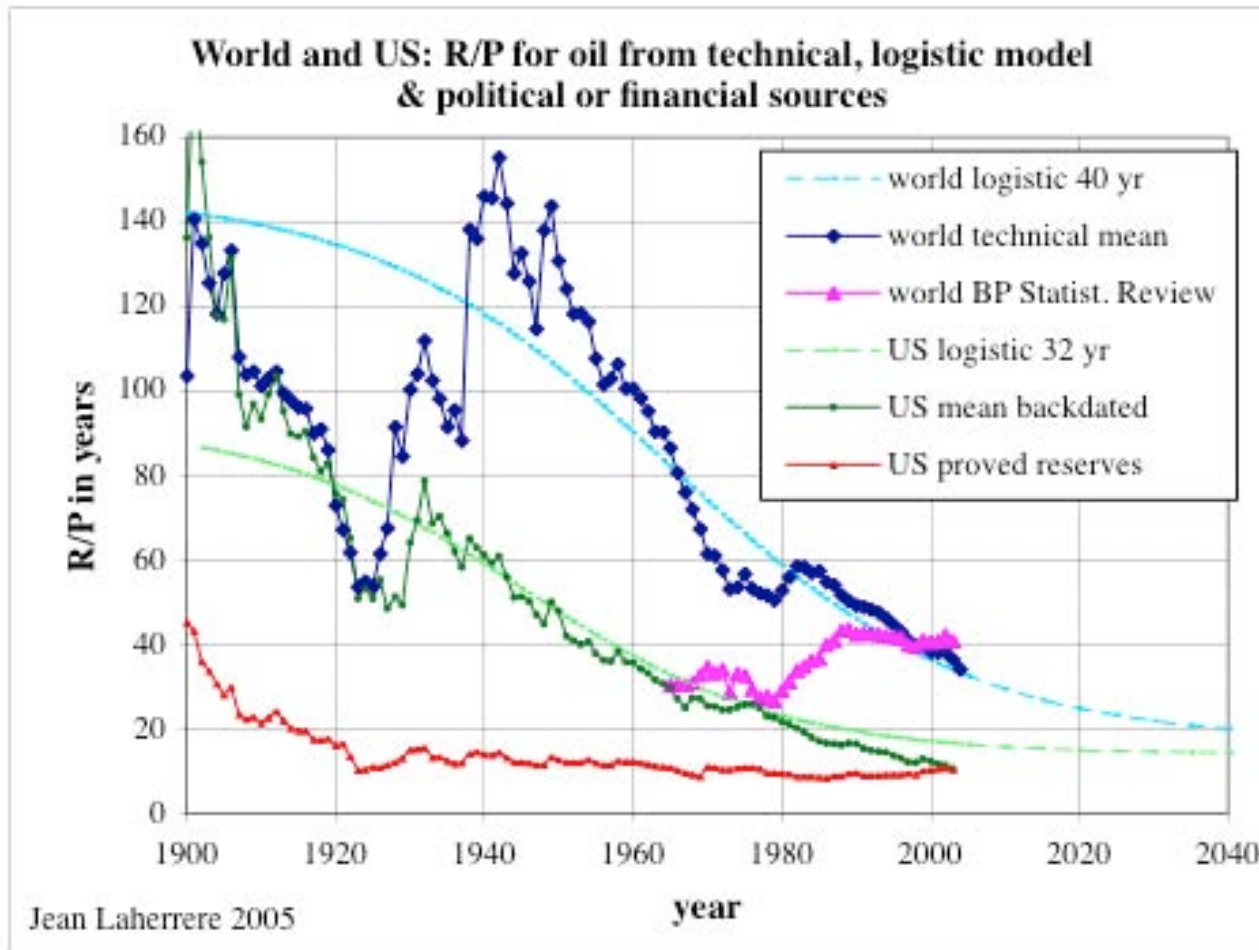
Les réserves politiques augmentent depuis plus de 50 ans et les réserves techniques décroissent depuis 25 ans

Prévisions utilisant le nombre d'années des réserves restantes en fonction de la production actuelle (R/P)

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.

Les réserves techniques montrent une décroissance depuis 1940 tendant vers 20 ans!

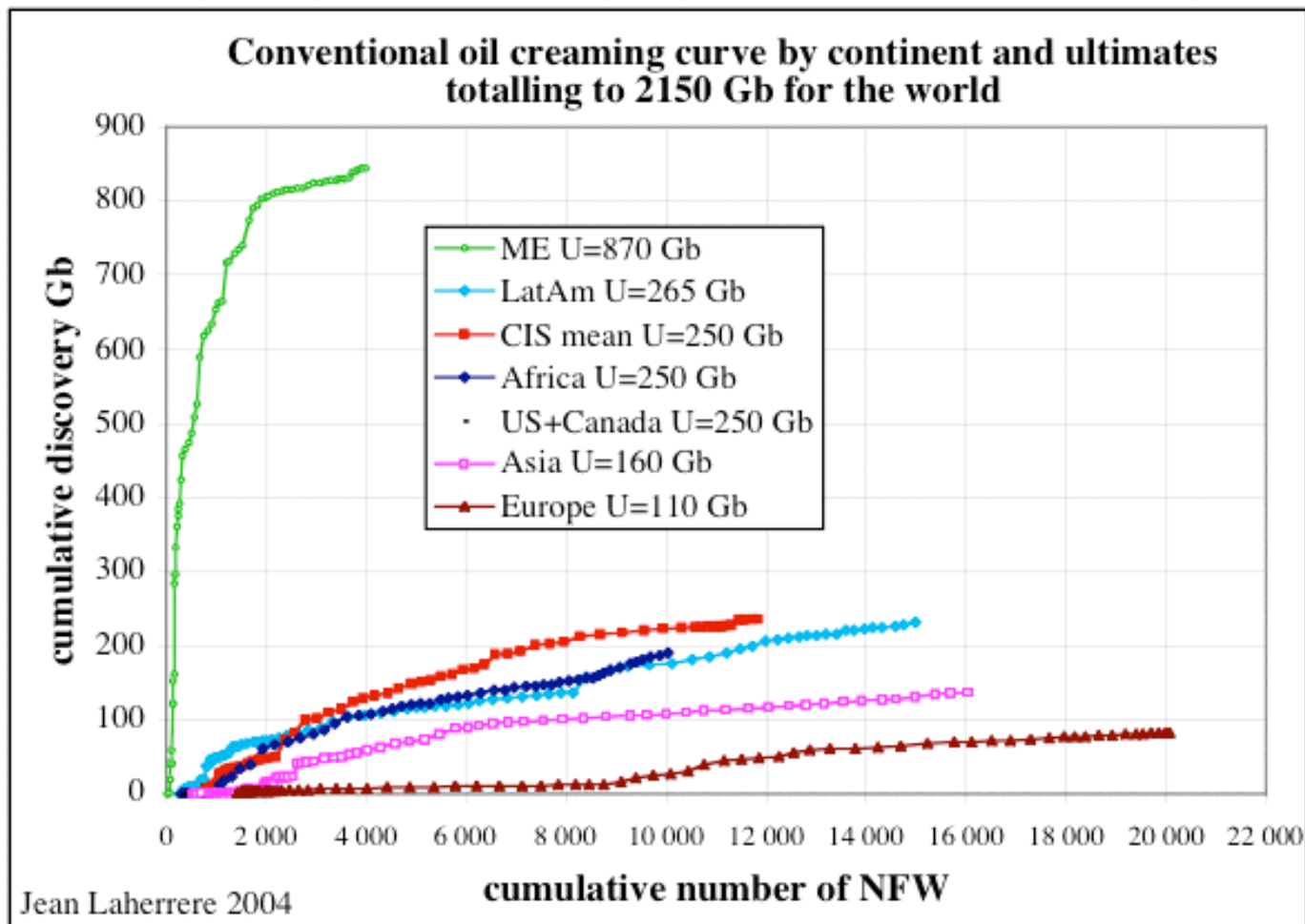
Figure 3: R/P (monde et US) en années pour le pétrole d'après les sources financières ou politiques et les sources techniques avec modèle logistique



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, correspondant à la loi bien connue du rendement décroissant de l'exploration minière.

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



L'asymptote du modèle hyperbolique donne les **réserves ultimes**.

Découverte et production annuelles

Les réserves ultimes correspondent à la surface sous la courbe de découverte et sous la courbe de production jusqu'à l'épuisement de la production.

Figure 5: Découverte et production annuelle mondiale de pétrole conventionnel avec modèle (courbe d'Hubbert) pour un ultime de 2000 Gb (surface sous la courbe)

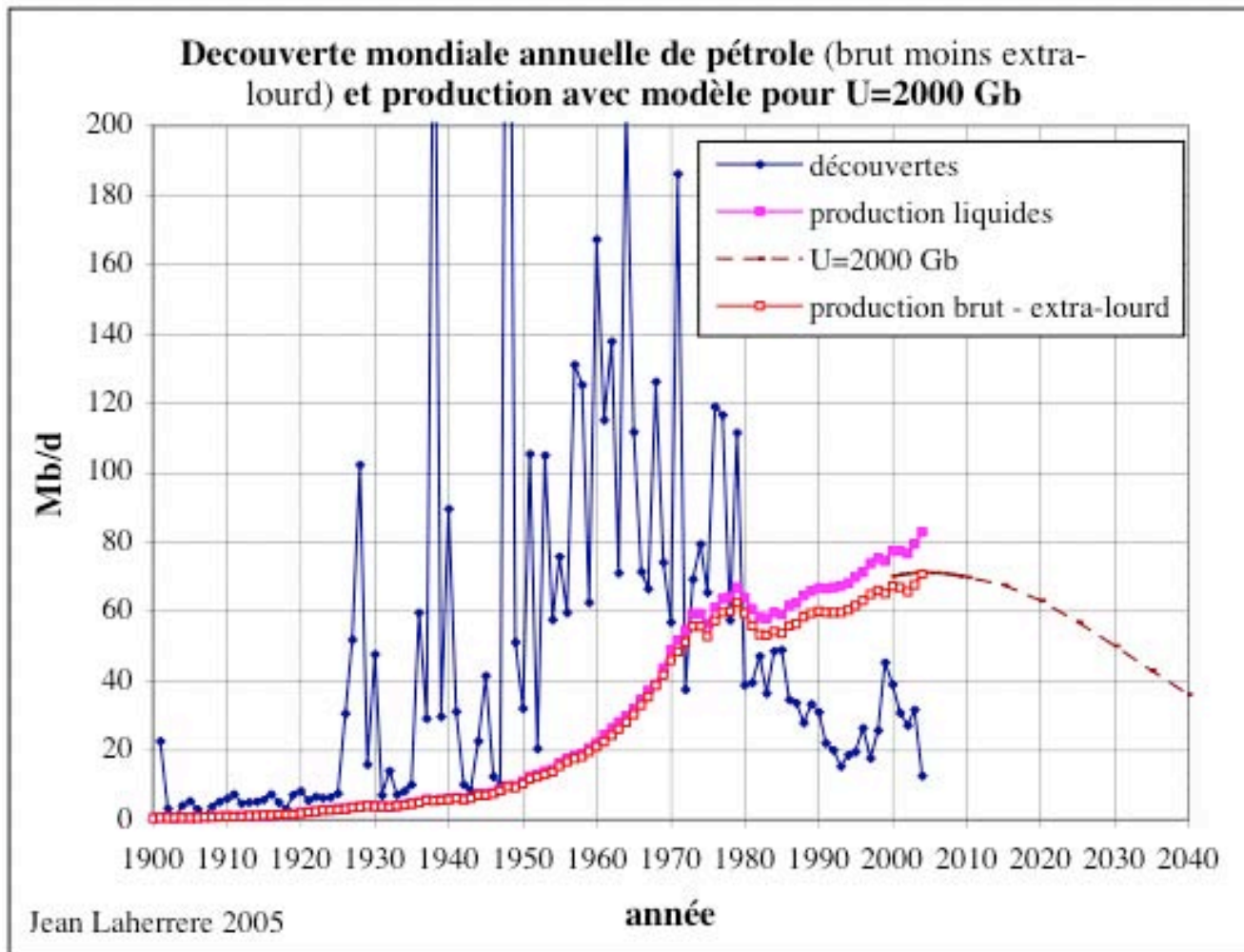
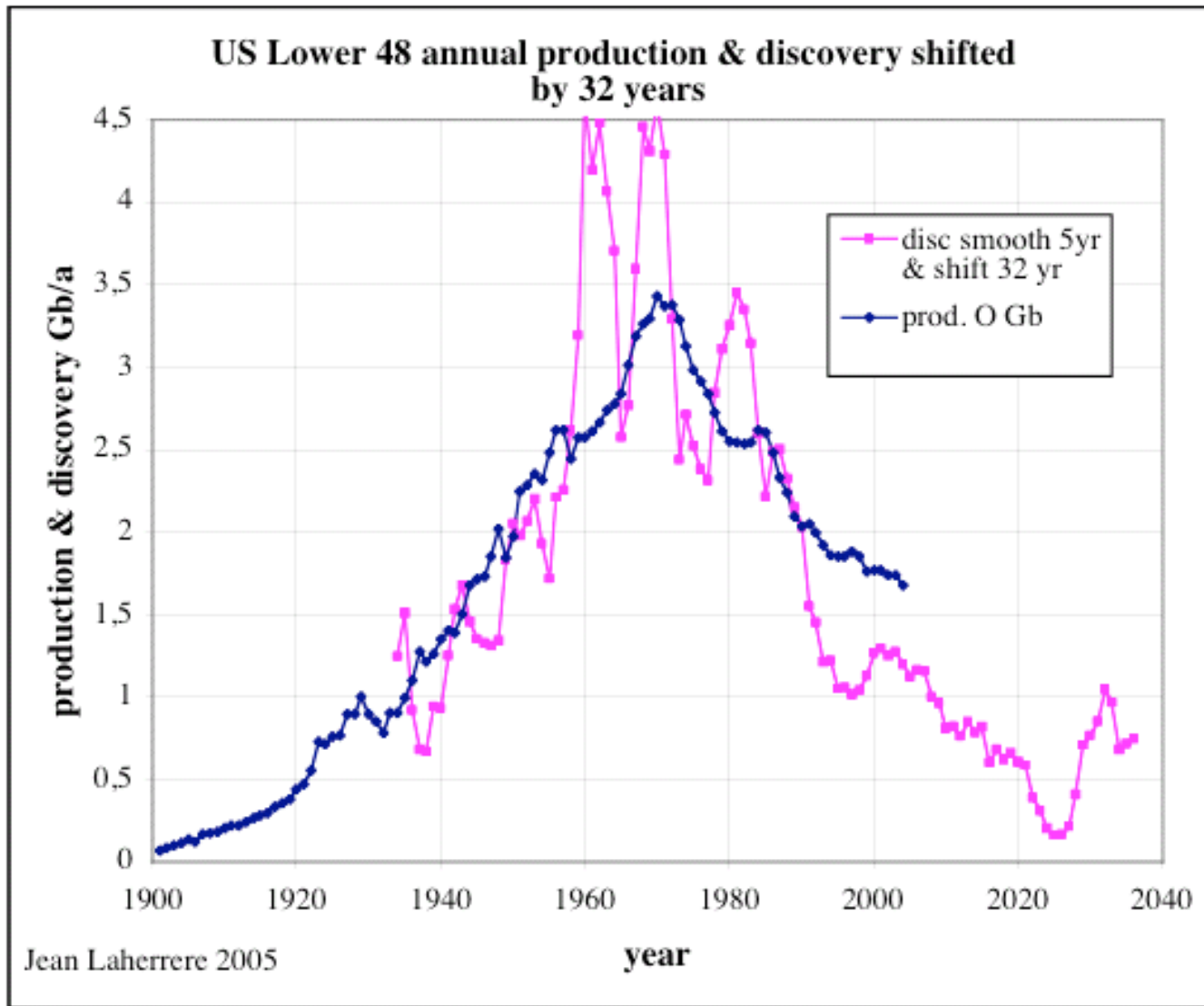


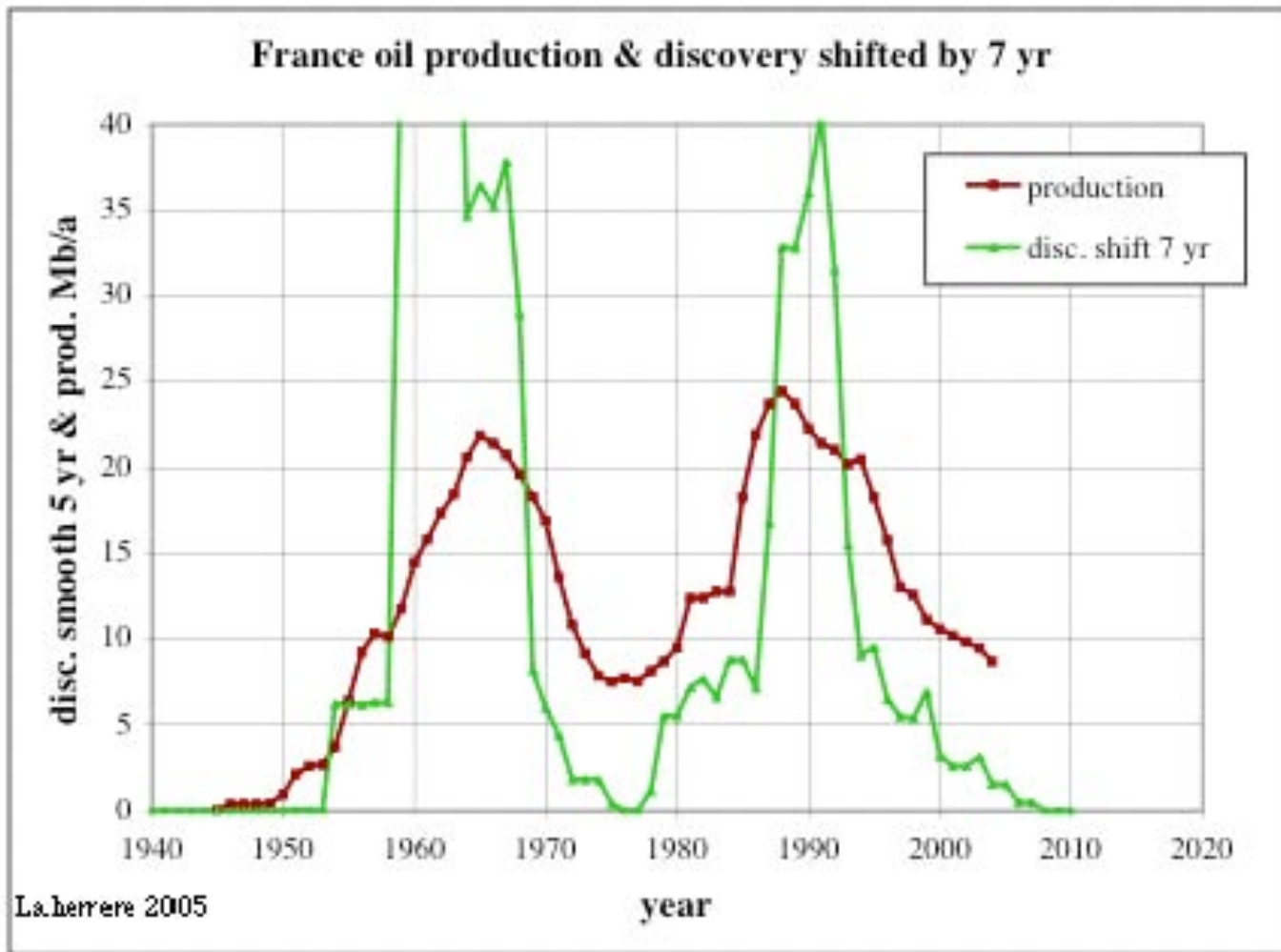
Figure 6: Production EU hors Alaska et découverte *moyenne* décalée de 32 ans



Pour les EU hors Alaska il n'y a qu'un cycle symétrique

mais en France il y a deux cycles de découverte et deux cycles de production.

Figure 7: Production de pétrole en France et découverte décalée de 7 ans (en fait 10 ans pour le 1^{er} cycle et 5 ans pour le 2^e)



Deux cycles aussi pour le Royaume-Uni.

Figure 8: RU: décalage de 12 ans entre découverte annuelle et production de pétrole

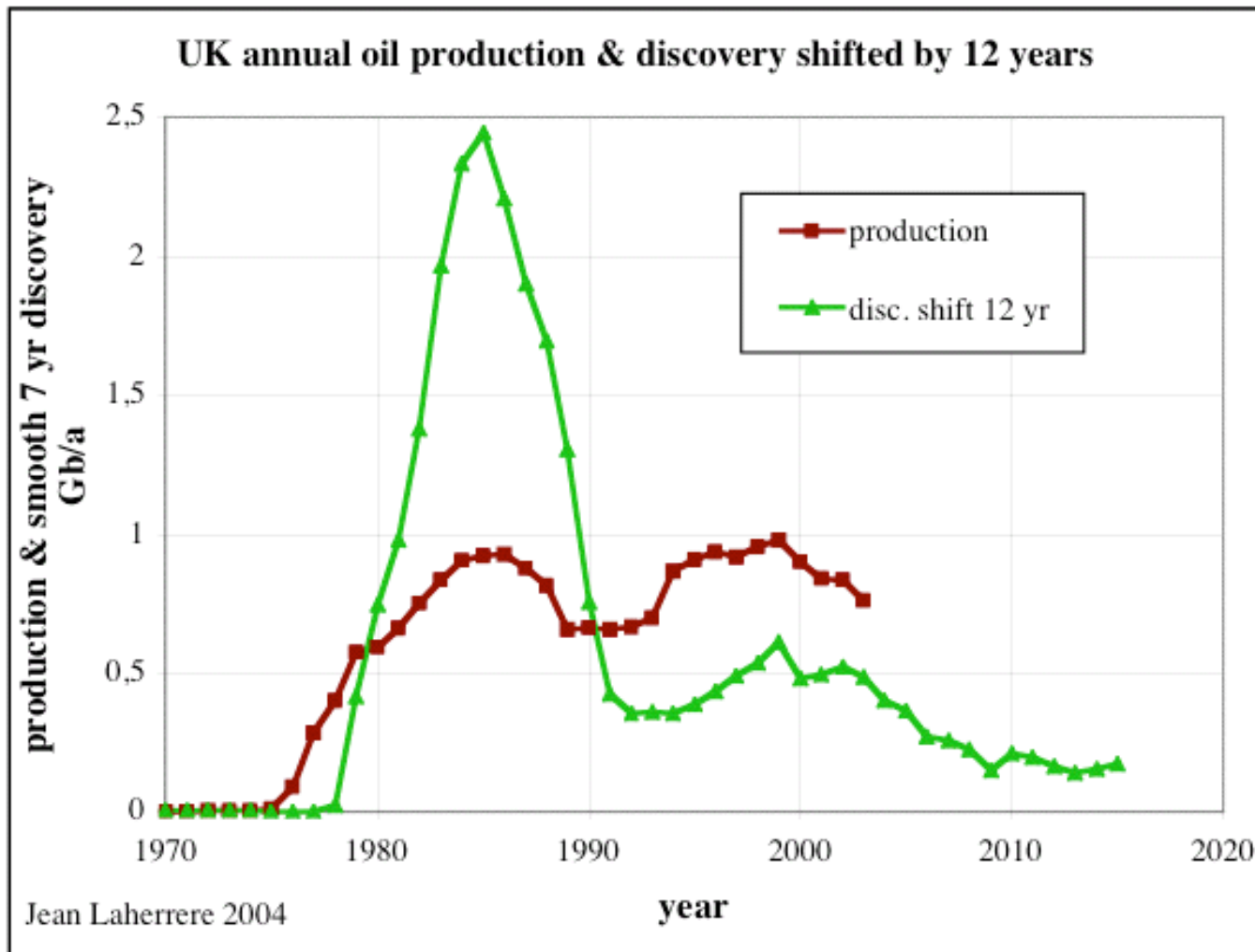
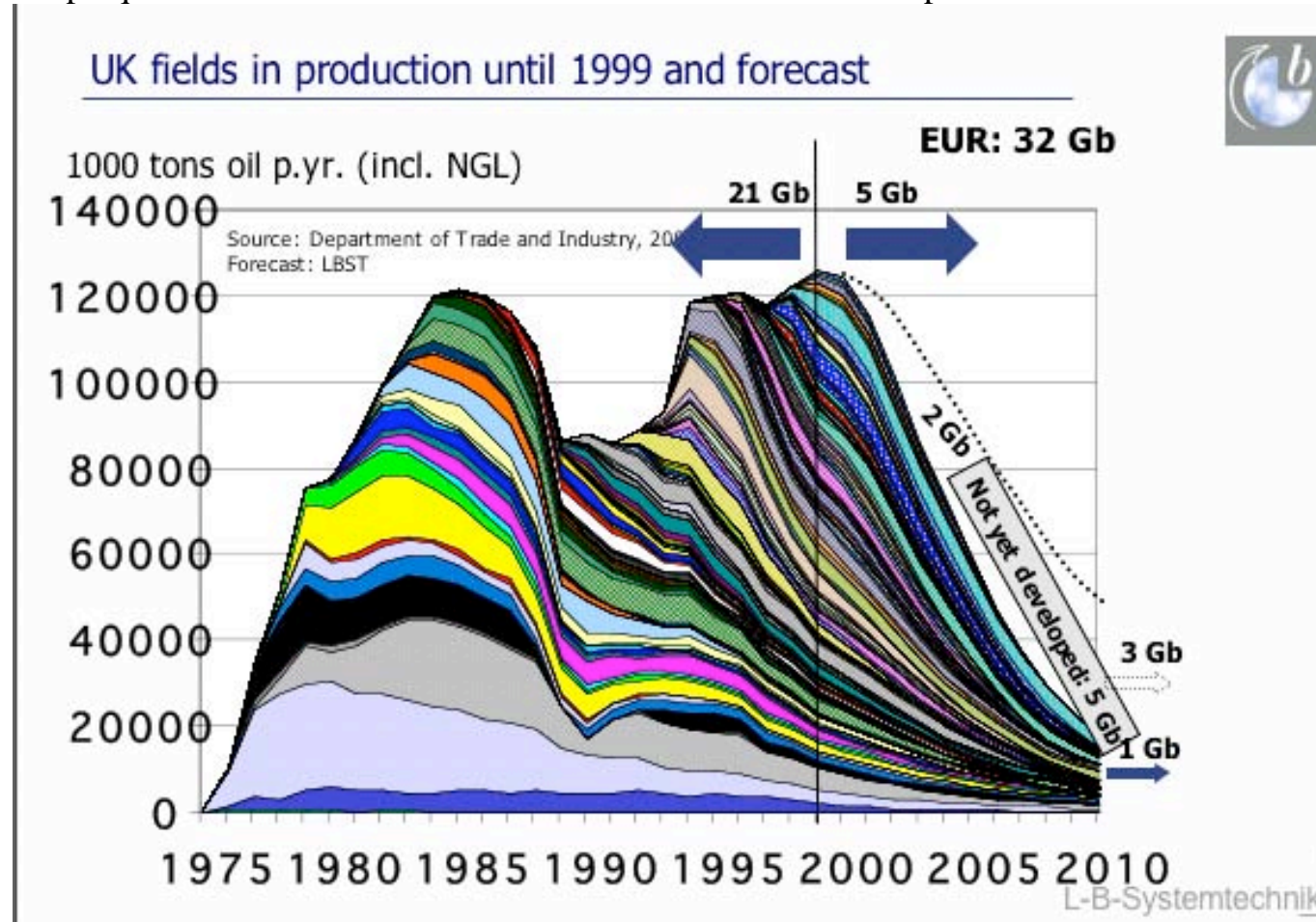


Figure 9: RU: production de pétrole avec le détail par champ montrant que le creux de 1990 est dû au manque de nouveaux développements importants et au creux de Brent et Piper
 Graphique W. Zittel & J. Schlinder «The imminent Peak of oil production » Berlin 7 Nov. 2003



Royaume-Uni et Norvège

Fig 10: RU et Norvège: production annuelle de pétrole avec ma prévision

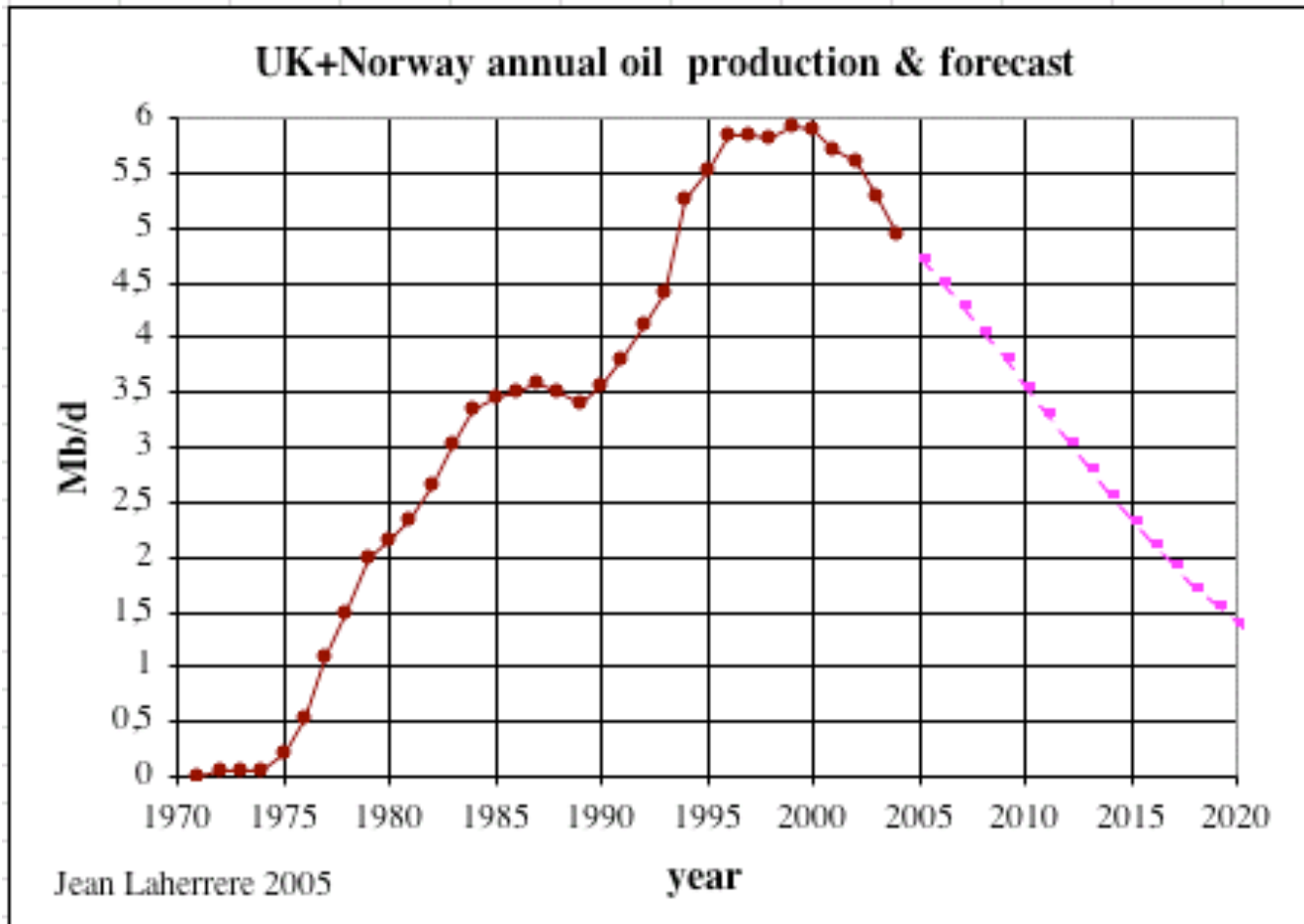


Fig 11: Mer du Nord :production annuelle et nouvelles technologies d'après M. Brinded Shell 2003

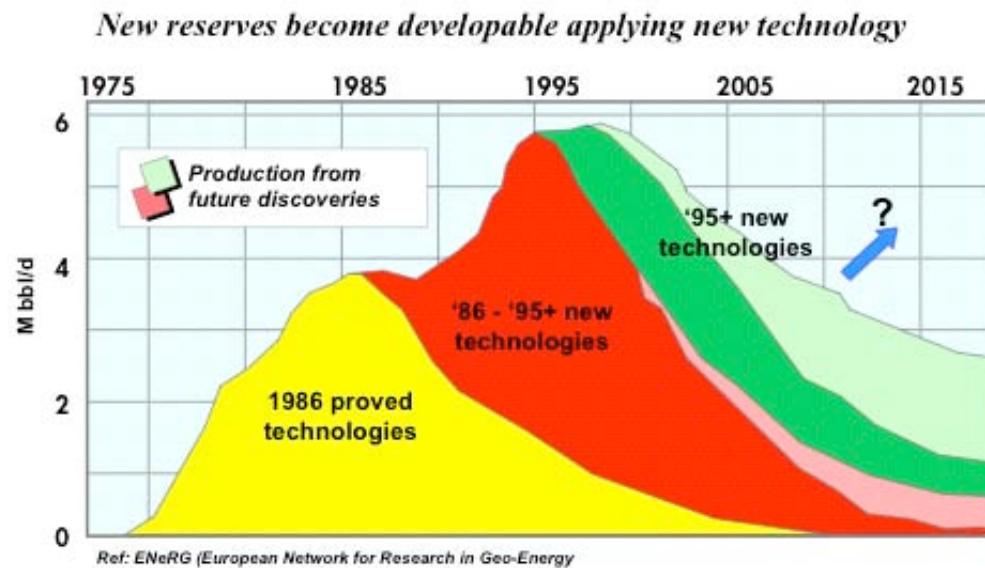
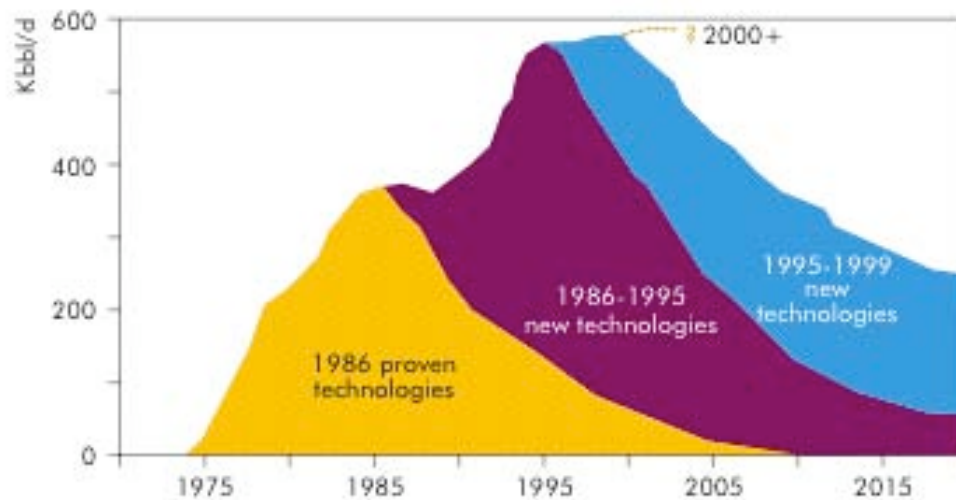


Fig 12: AIE graphique 2005 sur impact technologie en Mer du Nord = copie Shell mais échelle fausse (/10)

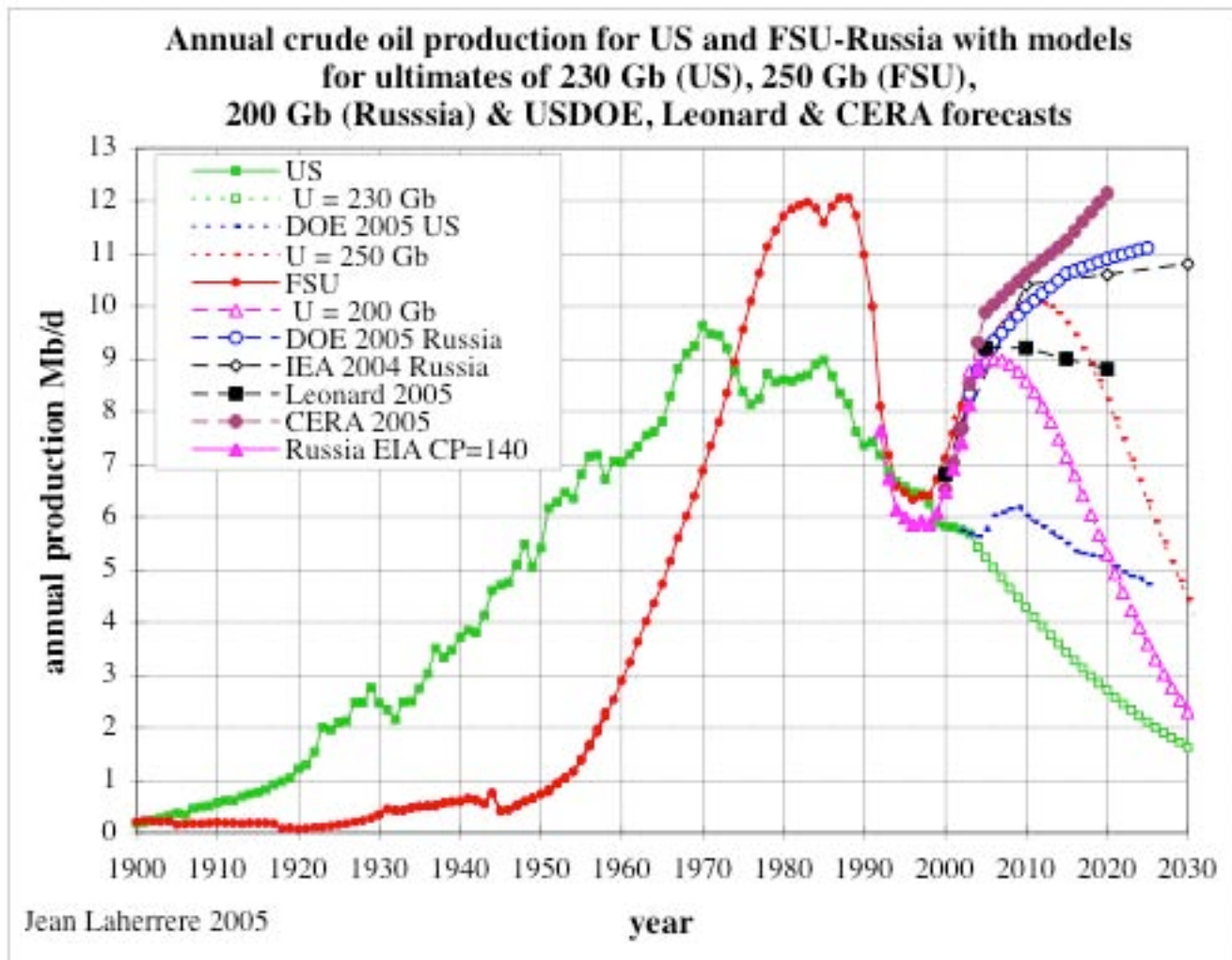
Figure 1.20 • Impact of technology on production from the North Sea, in thousand barrels per day



Source: European Network for Research in Geo-Energy - ENeRG - courtesy of Shell

Russie

Figure 13: prévisions de production annuelle de pétrole aux US, ex-URSS et Russie pour des ultimes de 230 Gb, 250 Gb et 200 Gb ainsi que celles de USDOE, Leonard (Yukos) et CERA

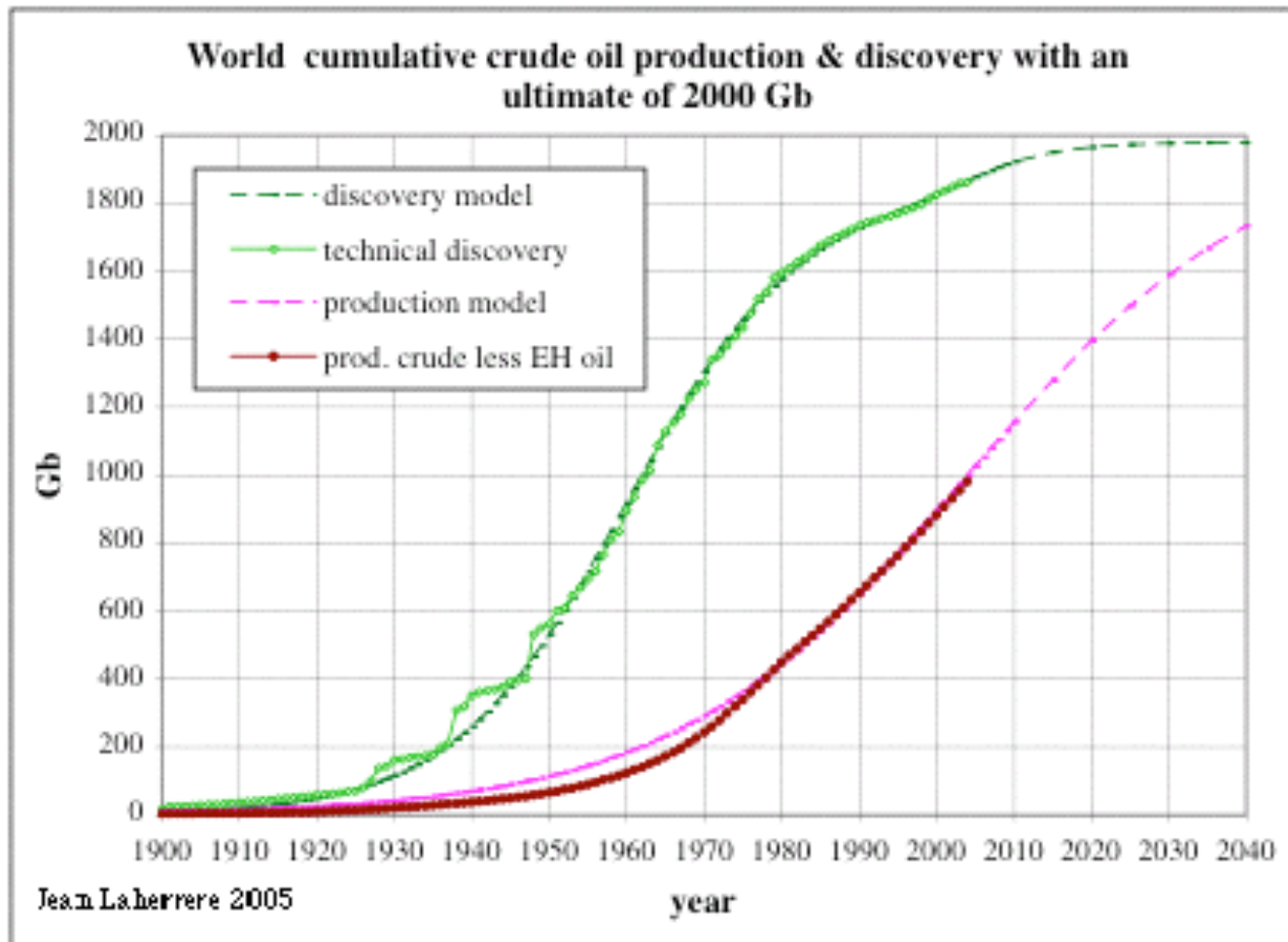


La production russe doit atteindre son pic sous peu et décliner.

Découvertes et productions cumulées

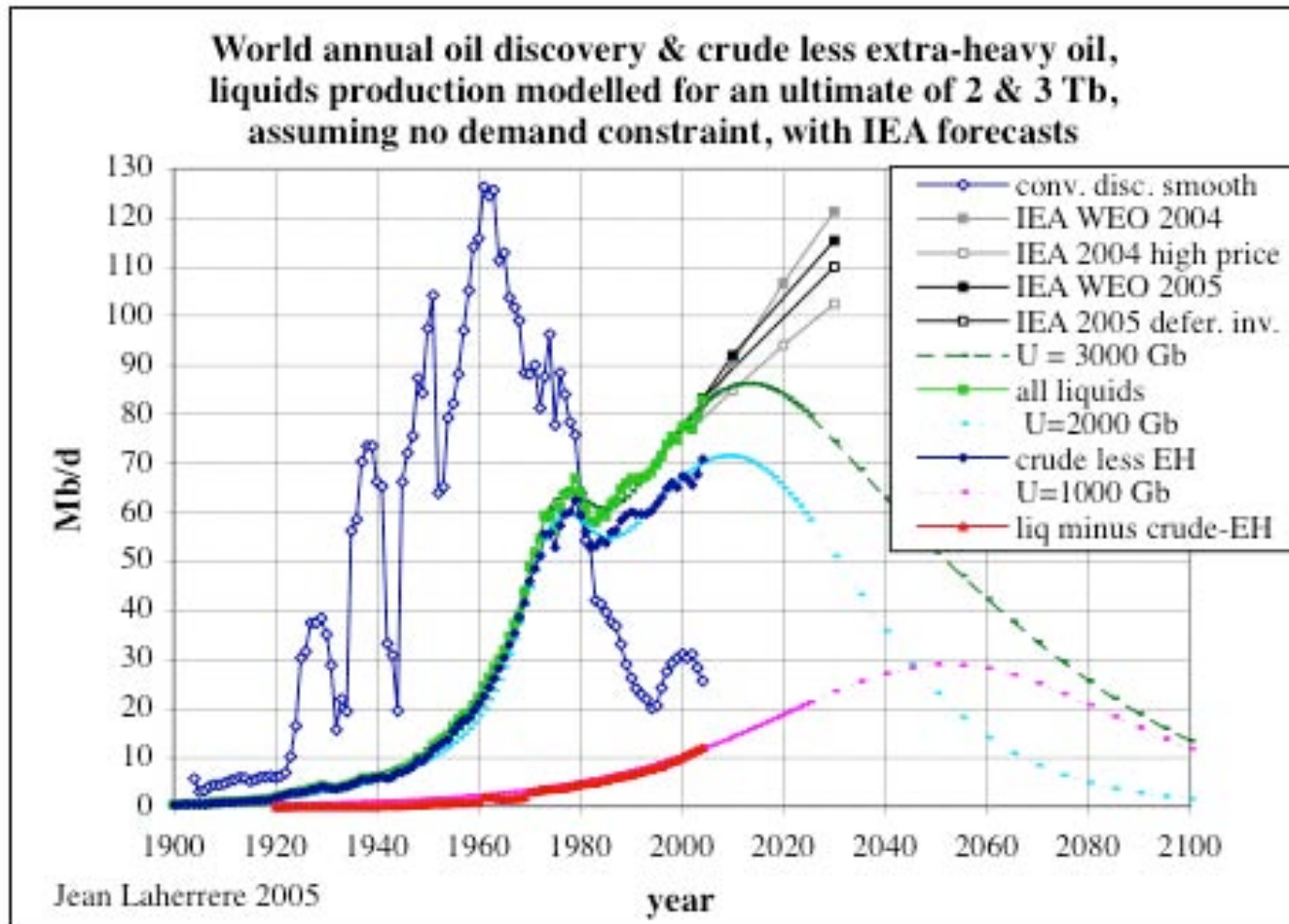
Les quantités cumulées sont plus faciles à modéliser, notamment avec des courbes dites en S ou logistiques (croissance rapide suivie d'une décroissance rapide et stabilisation à une valeur asymptotique).

Figure 14: découverte et production mondiale cumulé de pétrole (brut moins extra-lourd)



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 15: 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



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)

Prévisions DGEMP pour la France et 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 Le 2^e scénario appelé *facteur 4* a pour but de diviser les émissions de GES par 4.

Figure 16: Consommation primaire de pétrole en France avec scénarios DGEMP & USDOE

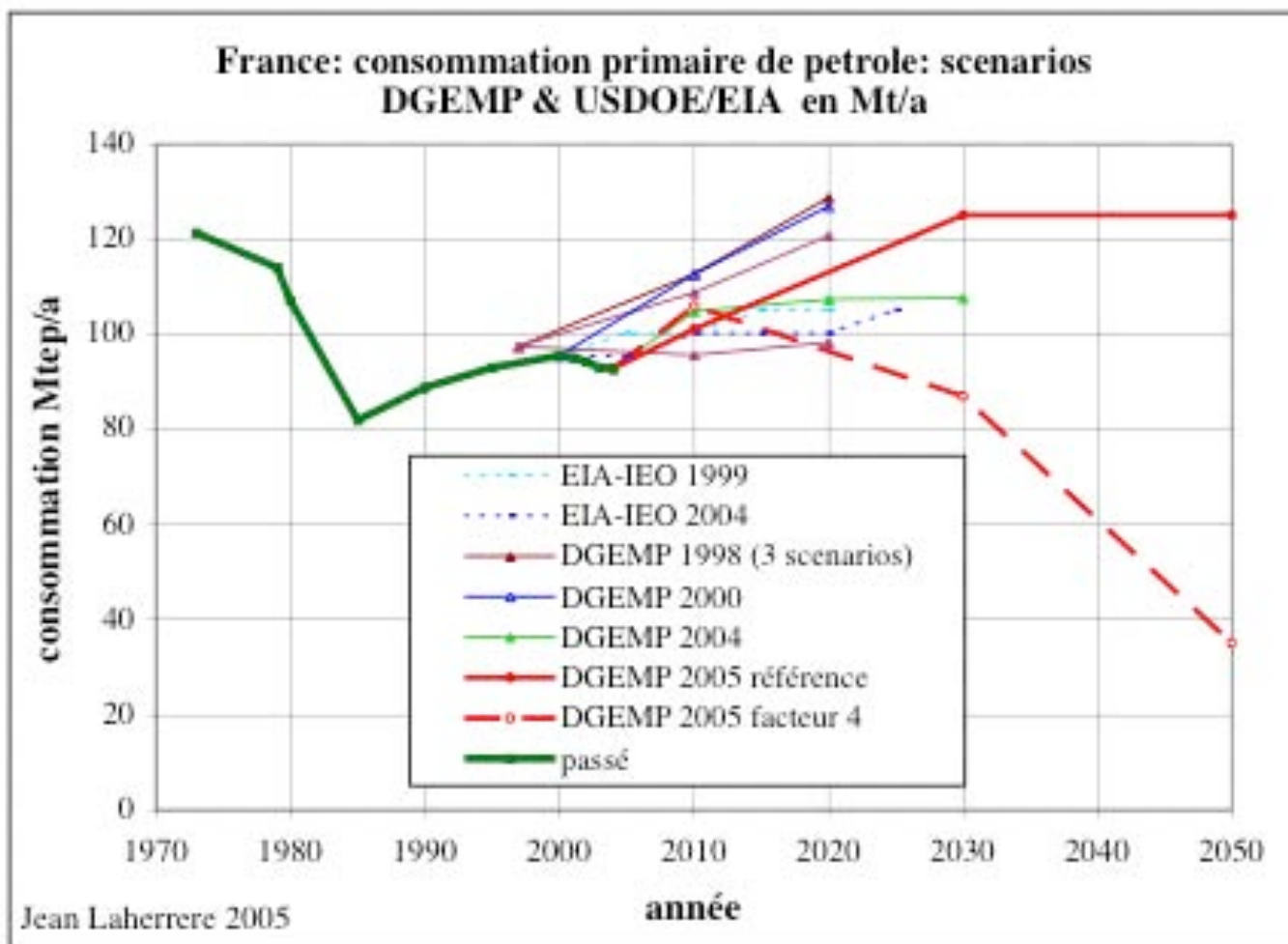
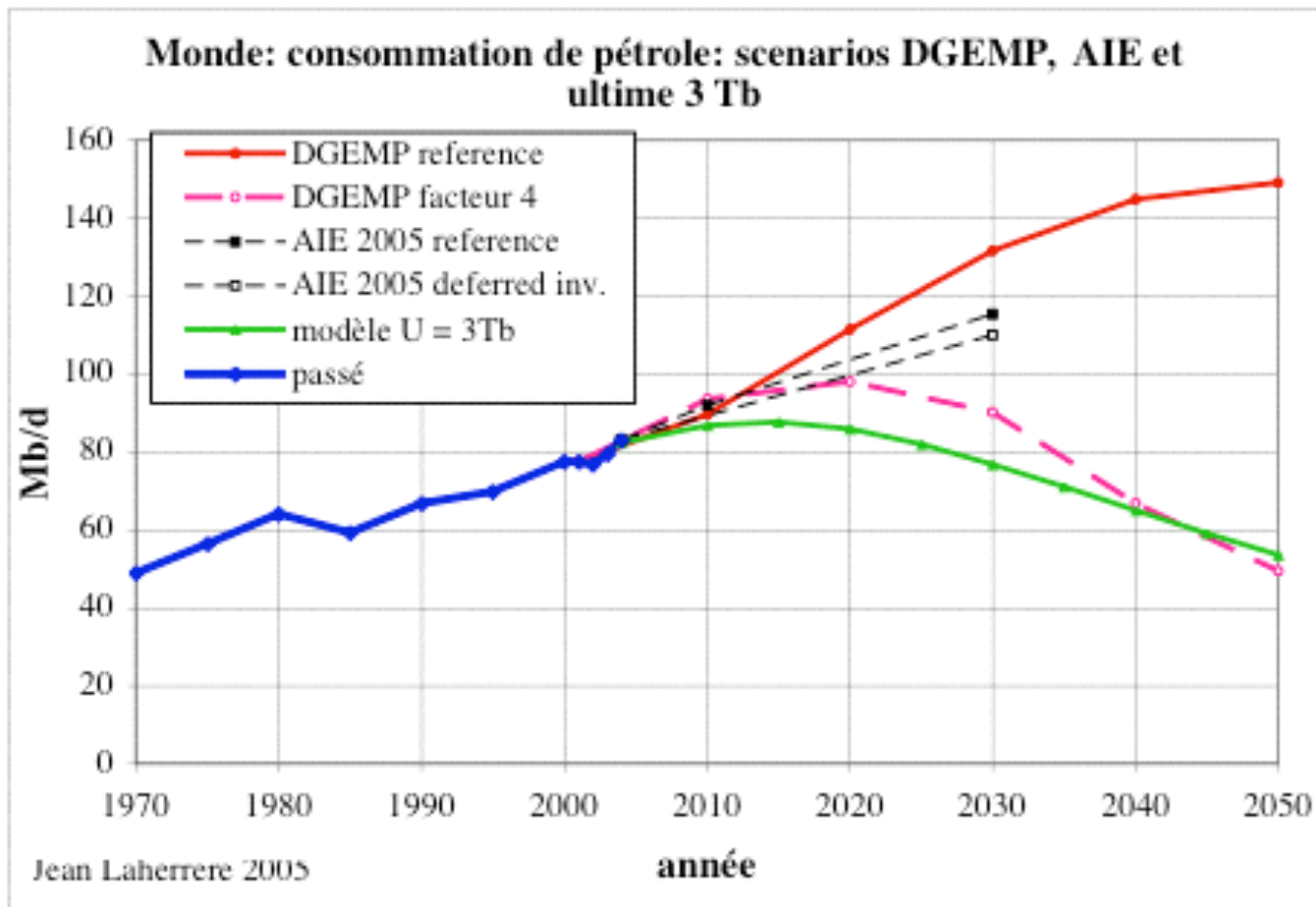


Figure 17: Consommation mondiale de pétrole d'après DGEMP, AIE et prévisions de réserves ultimes de 3 Tb



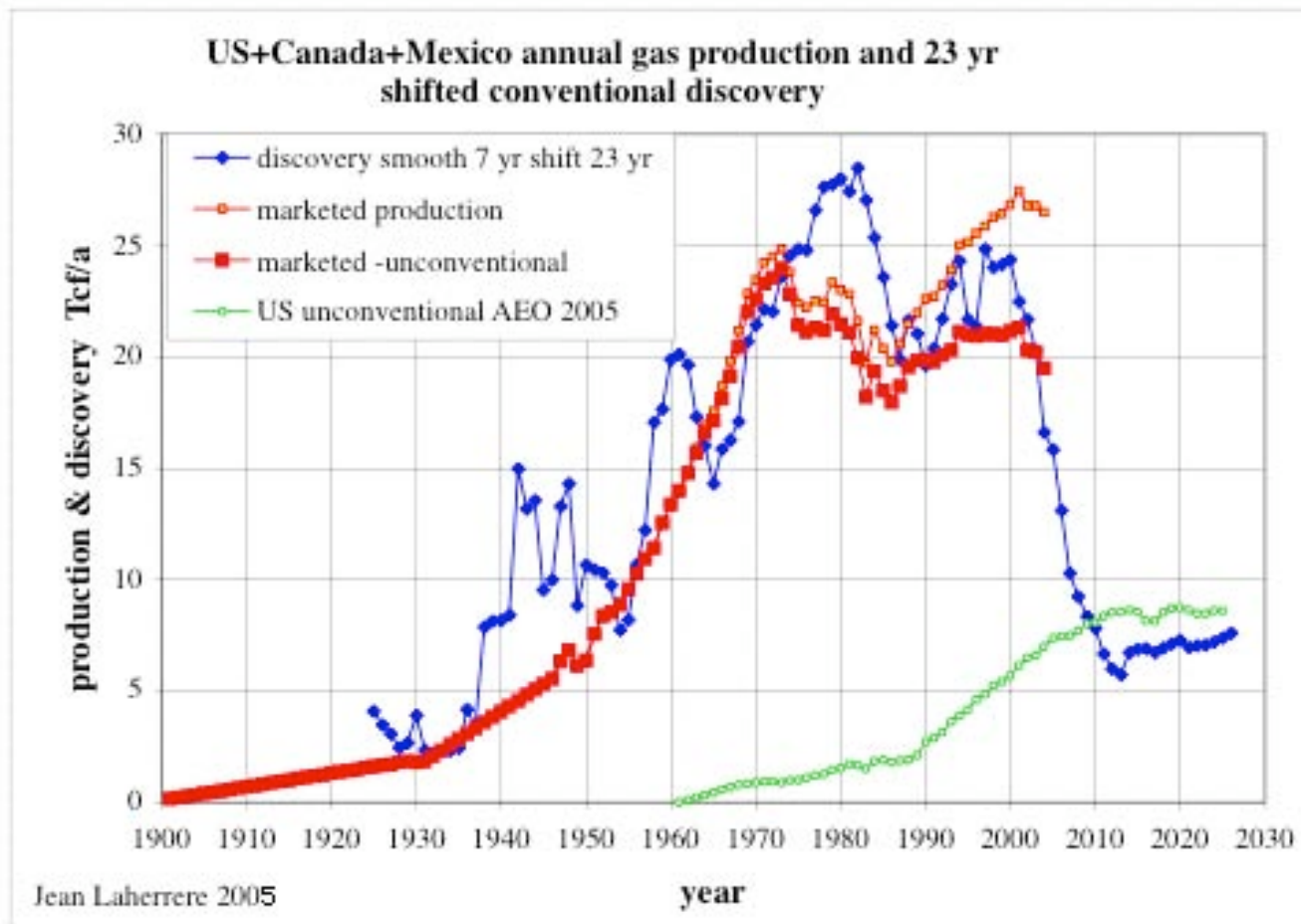
La DGEMP semble bien optimiste (?) dans sa version *référence*, par contre sa version *facteur 4* supposée difficile à réaliser est proche de la réalité technique !

Gaz

Le transport du gaz coûte de 5 à 10 fois plus cher que celui du pétrole. S'il n'y a qu'un seul marché mondial du pétrole, il y a trois marchés du gaz (Amérique du Nord, Europe et Asie Pacifique).

Marché Amérique du Nord

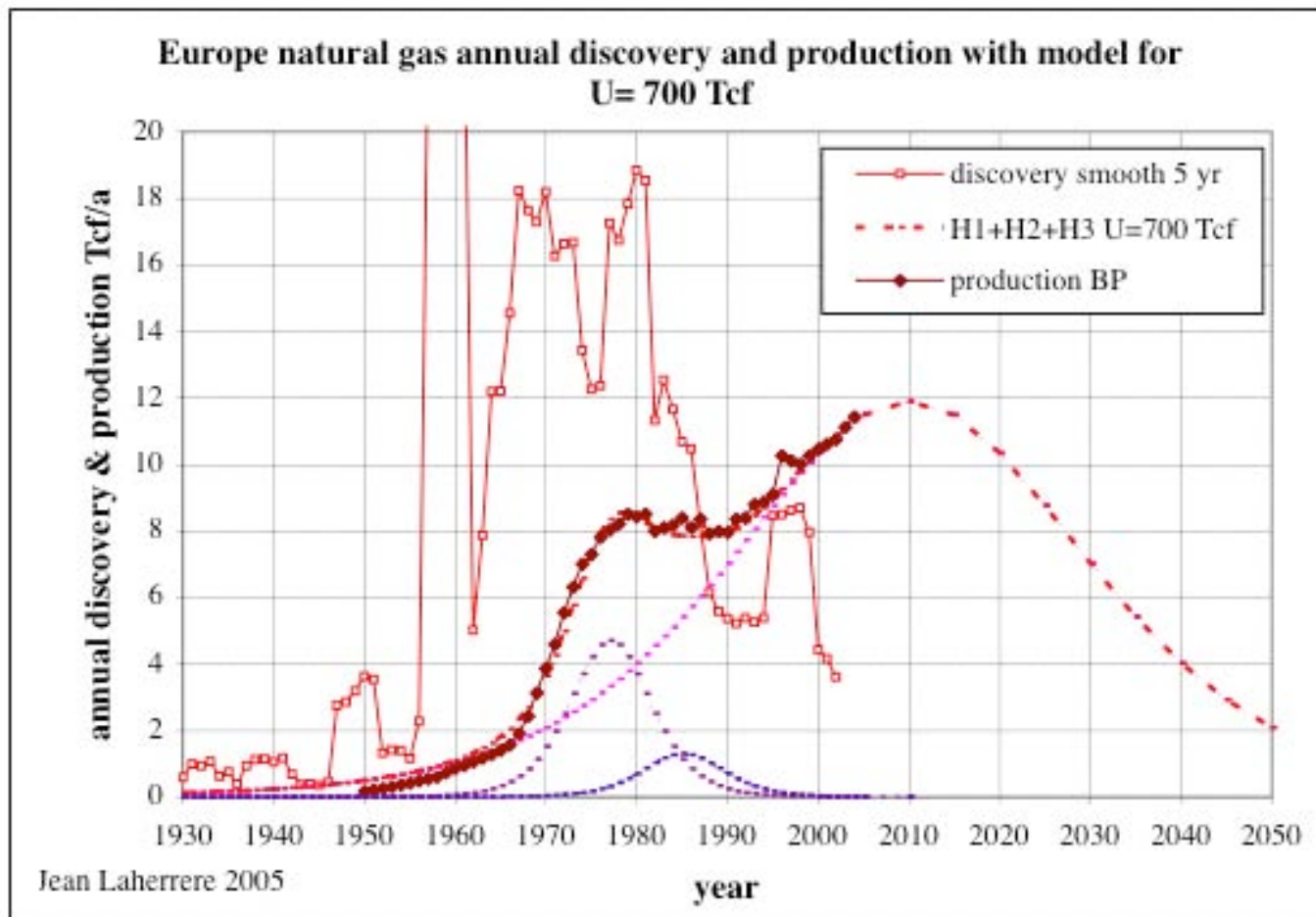
Figure 19: US+Canada+Mexique: production annuelle de gaz conventionnel et découvertes décalées de 23 ans



La production de gaz conventionnel va s'effondrer et le non-conventionnel va plafonner. L'importation de liquéfié doit combler ce creux!

Marché gazier Europe

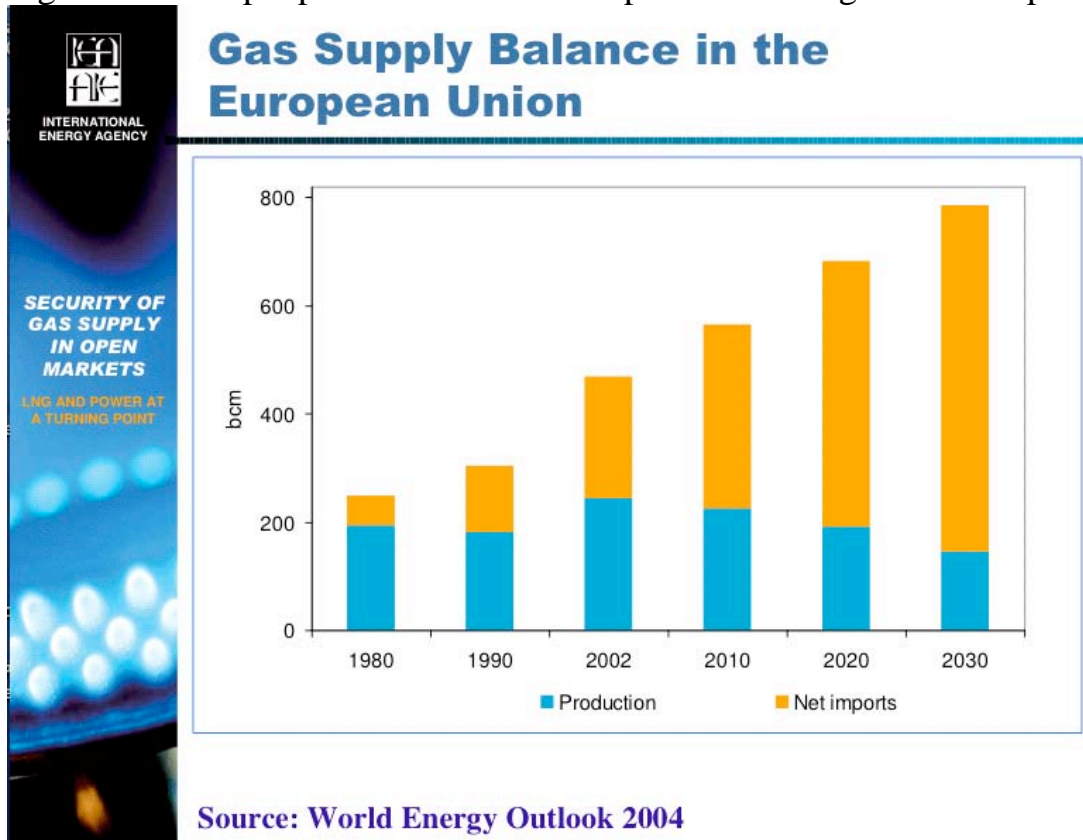
La courbe d'écrémage donne un ultime de 700 Tcf qui suggère que l'Europe est très proche du pic de production.
Figure 20: Europe: production annuelle de gaz avec modèle pour un ultime de 700 Tcf



La production de gaz d'Europe déclinera dès 2010

L'Europe déclinera dès 2010 comme le prévoit aussi l'AIE (Cornot 2004), il faudra importer considérablement

Figure 21: Europe: prévisions AIE sur la production de gaz et les importations



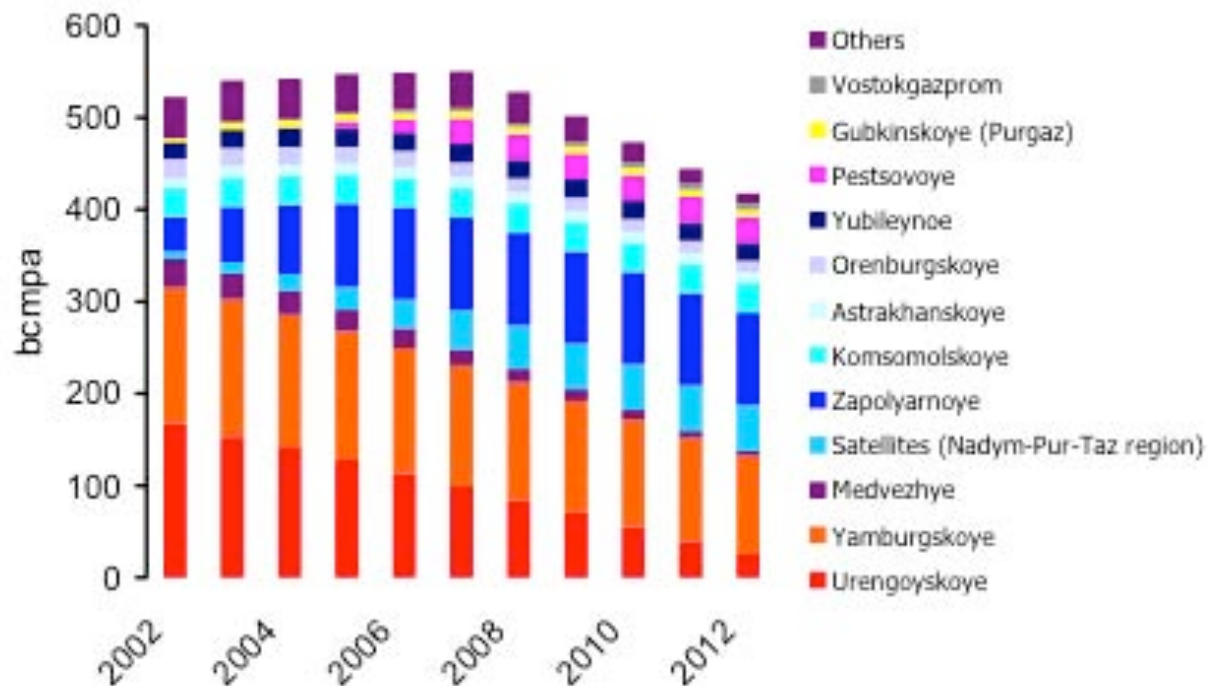
Russie

L'Europe compte trop sur les réserves de gaz russe. Khalimov (vice ministre du pétrole) a présenté la classification russe en 1979, mais en 1993 il l'a qualifié de *grossièrement exagérée*; car les réserves sont calculées avec le rendement théorique maximum, elles représentent donc les réserves 3P (prouvé+probable+possible) et il faut les corriger de 30% pour obtenir les valeurs espérées (2P). Cedigaz a déclaré que les réserves Gazprom déclarées à 28 T.m3 ont été certifiées à seulement 18 T.m3 par De Golyer.

Milov (2005) montre le déclin des grands champs de gaz. Urengoy, Yamburg et Medvezhye qui représentaient 87% (?) de la production russe en 2002 (Goskomstat 2003)

Figure 22: Russie: déclin du gaz des champs de Gazprom (Milov 2005)

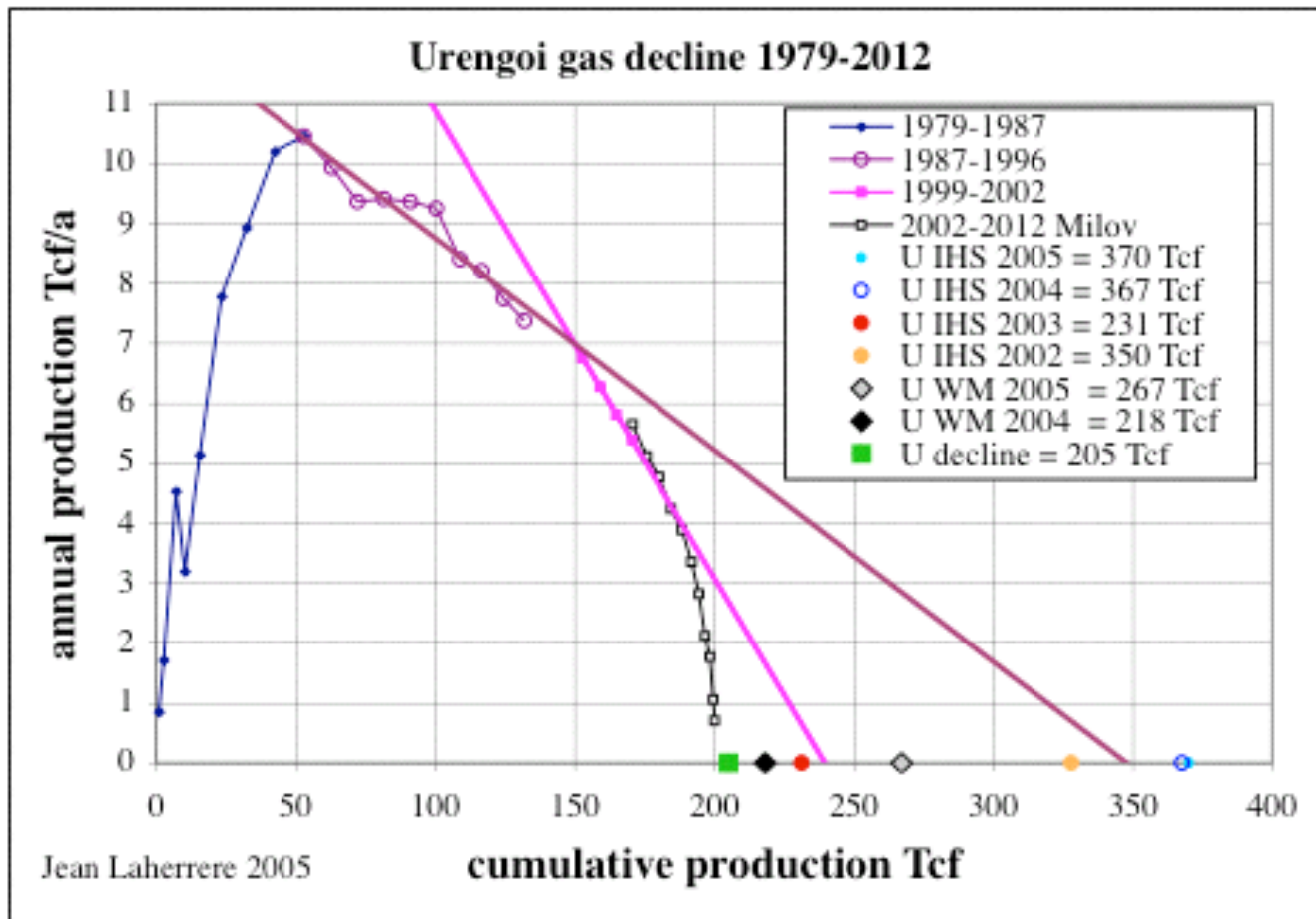
Decline of production on the existing Gazprom gas fields



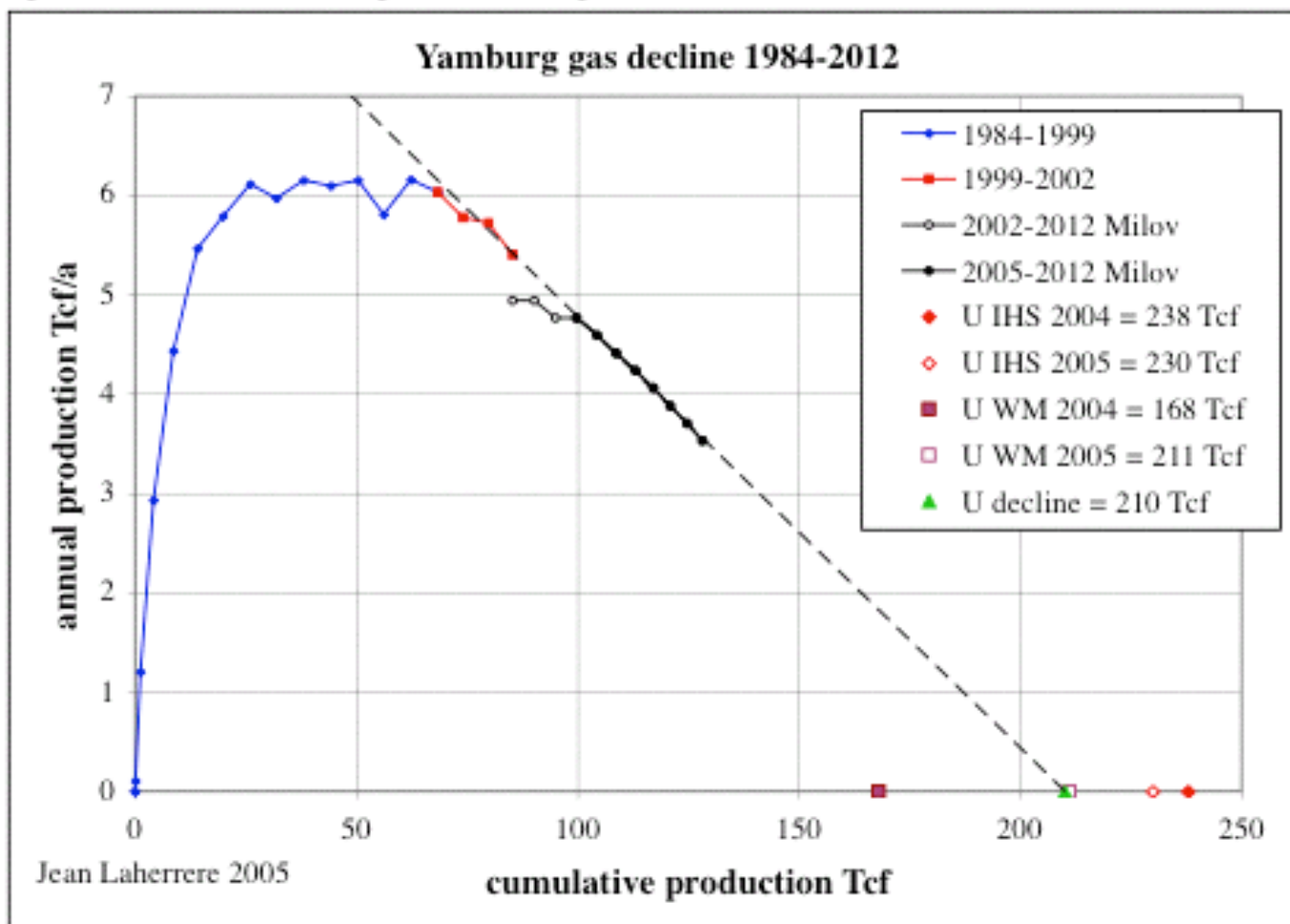
Source: Institute of Energy Policy

Le plus gros champ de gaz russe Urengoy a été pendant longtemps considéré (et encore maintenant par certains !) comme le plus grand champ du monde avec 350 Tcf (mais North Dome = North Field au Qatar plus South Pars en Iran est de l'ordre de 1200-1500 Tcf). En fait il sera épuisé après seulement 205 Tcf

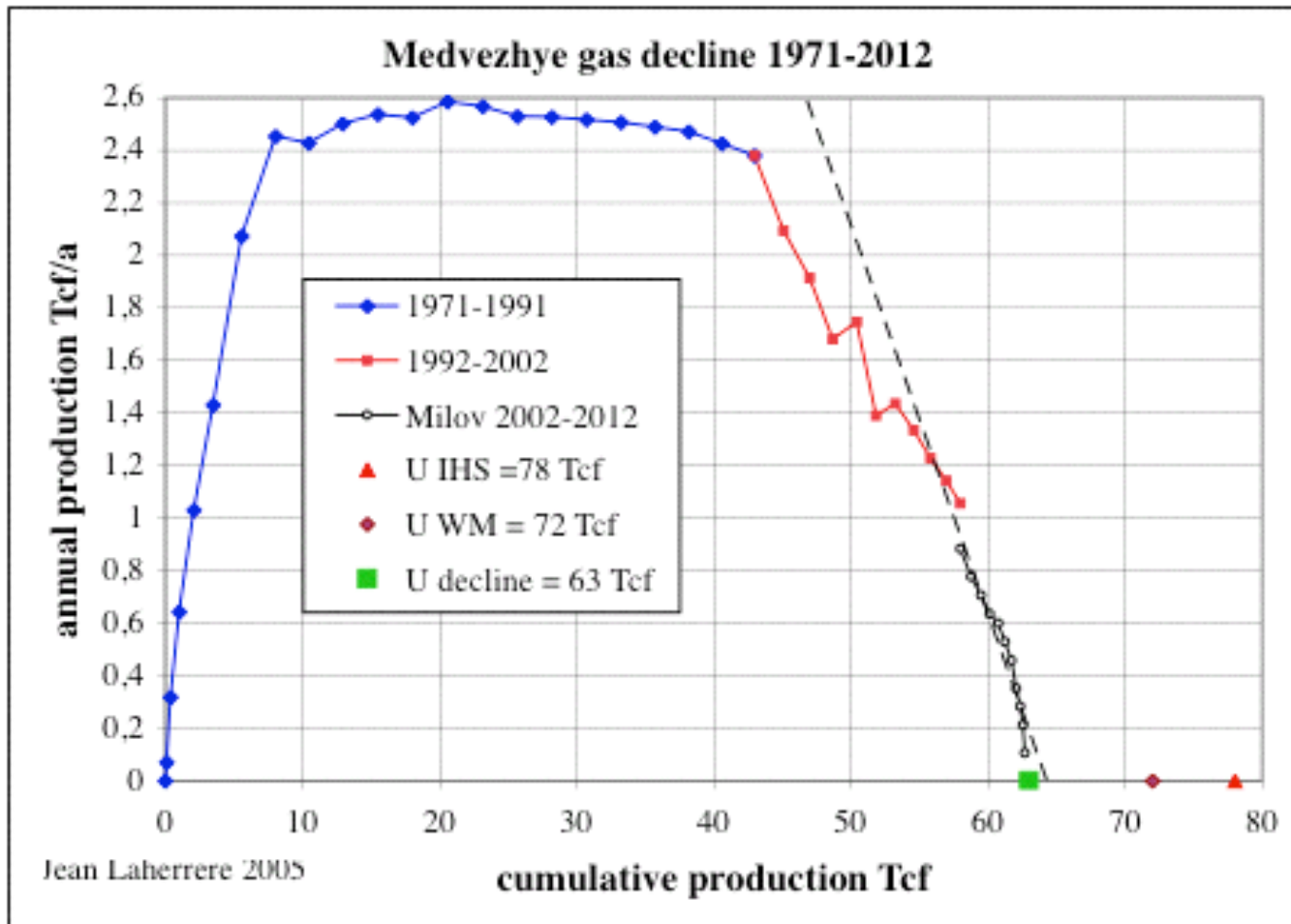
Figure 23: Russie: déclin de gaz de Urengoy



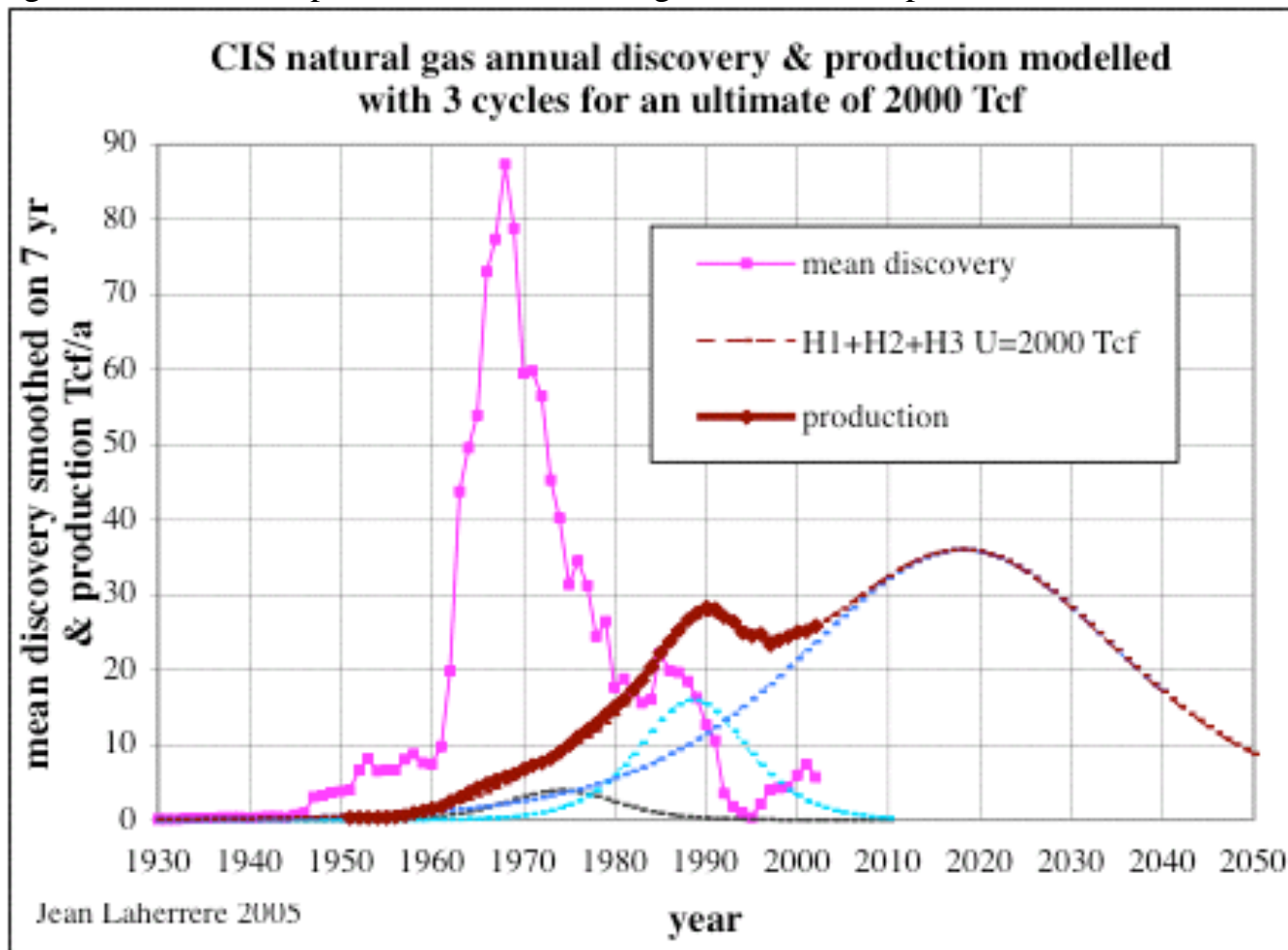
Yamburg est estimé à 238 Tcf par IHS et 211 Tcf par WM, le déclin suggère 210 Tcf
 Figure 24: Russie: déclin de gaz de Yamburg



Medvezhye a un déclin prévu qui donne 63 Tcf alors qu'IHS estime 78 Tcf et WM 72 Tcf.
 Figure 25: Russie: déclin de gaz de Medvezhye



La courbe d'écrémage pour l'ex-URSS après une correction à des valeurs 2P suggère un ultime de 2000 Tcf
Figure 26: ex-URSS: production annuelle de gaz avec modèle pour un ultime de 2000 Tcf



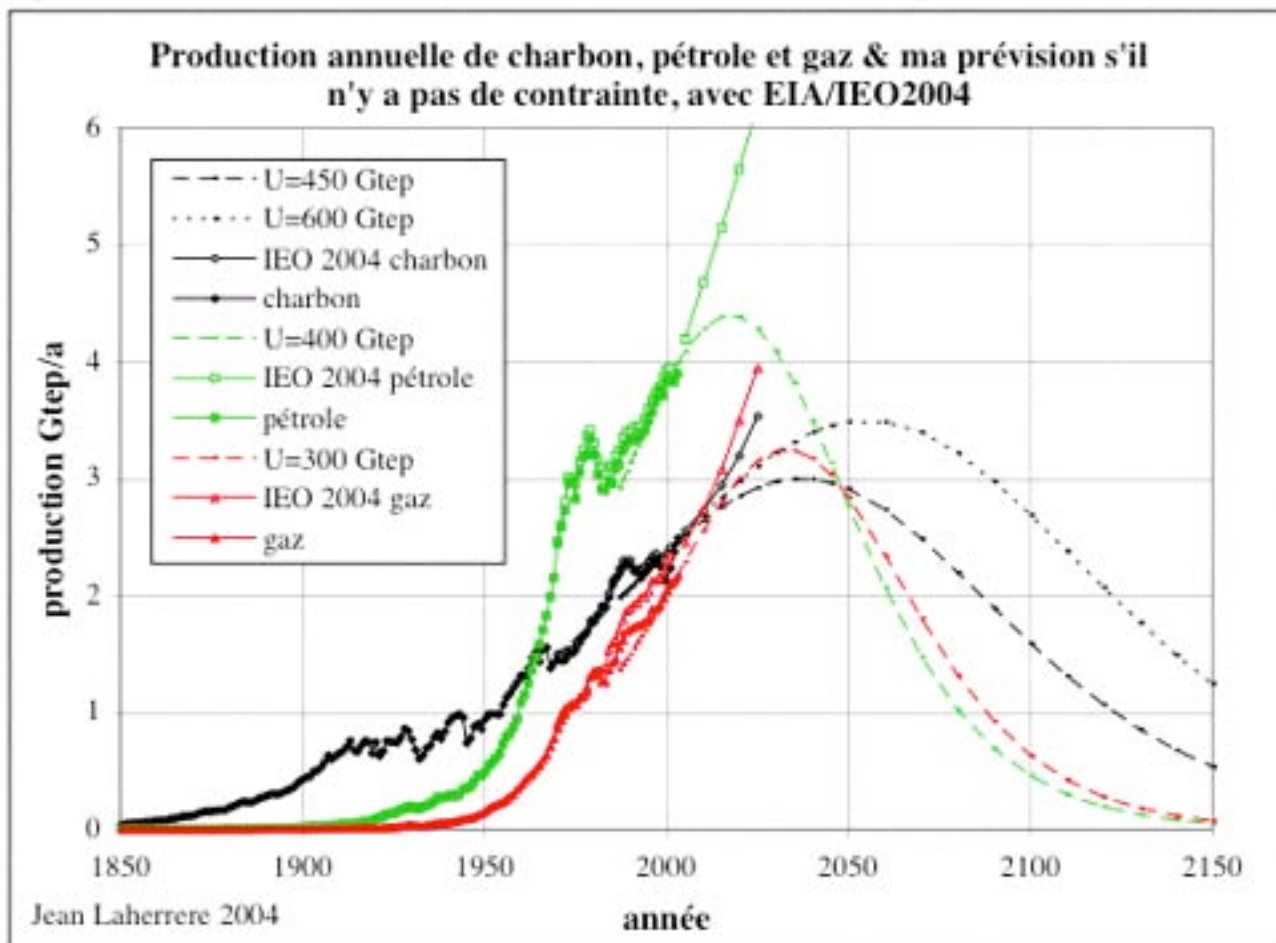
La production de gaz ex-URSS doit atteindre son pic vers 2015

Prévisions pour l'ensemble des combustibles fossiles

Les prévisions officielles (énergie, population) sont **des cibles politiques**, des vœux pieux.

L'estimation, d'après les données techniques, d'ultimes pour les combustibles fossiles est de 400 Gtep (3 Tb) pour le pétrole, 300 Gtep pour le gaz et entre 450 et 600 Gtep pour le charbon.

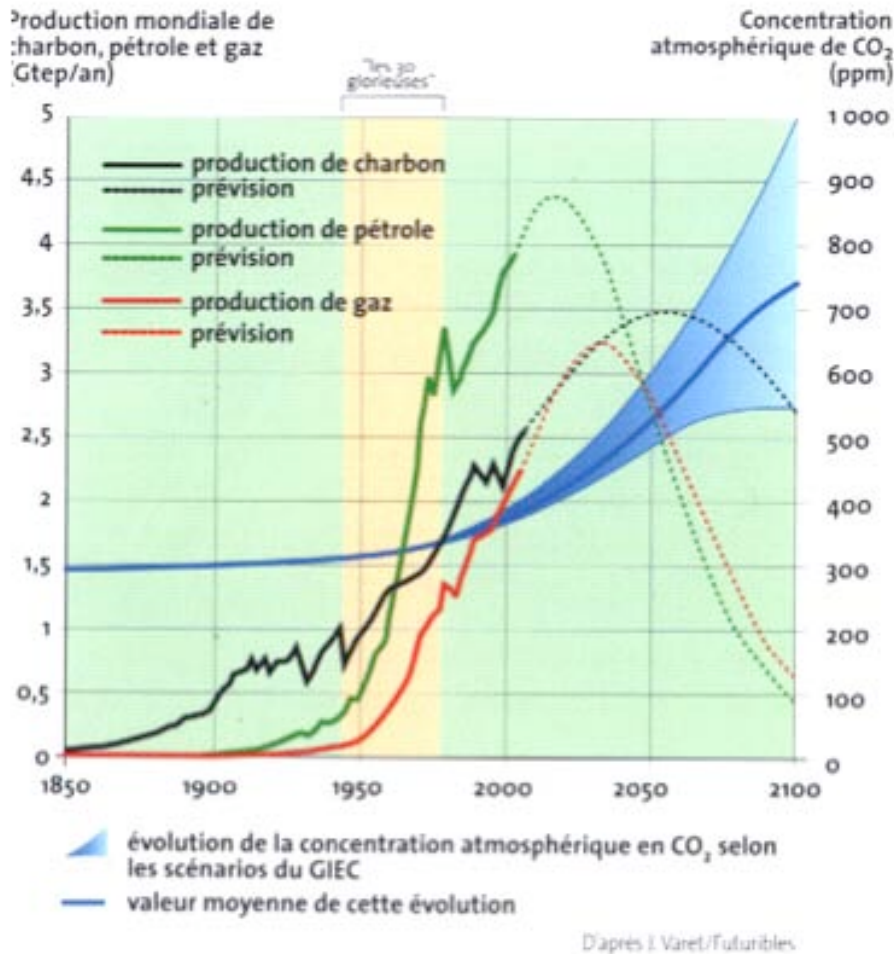
Figure 27: Production mondiale annuelle de charbon, pétrole et gaz 1850-2150 (sans contrainte de la demande)



Les prévisions USDOE/EIA montent au ciel sans penser redescendre

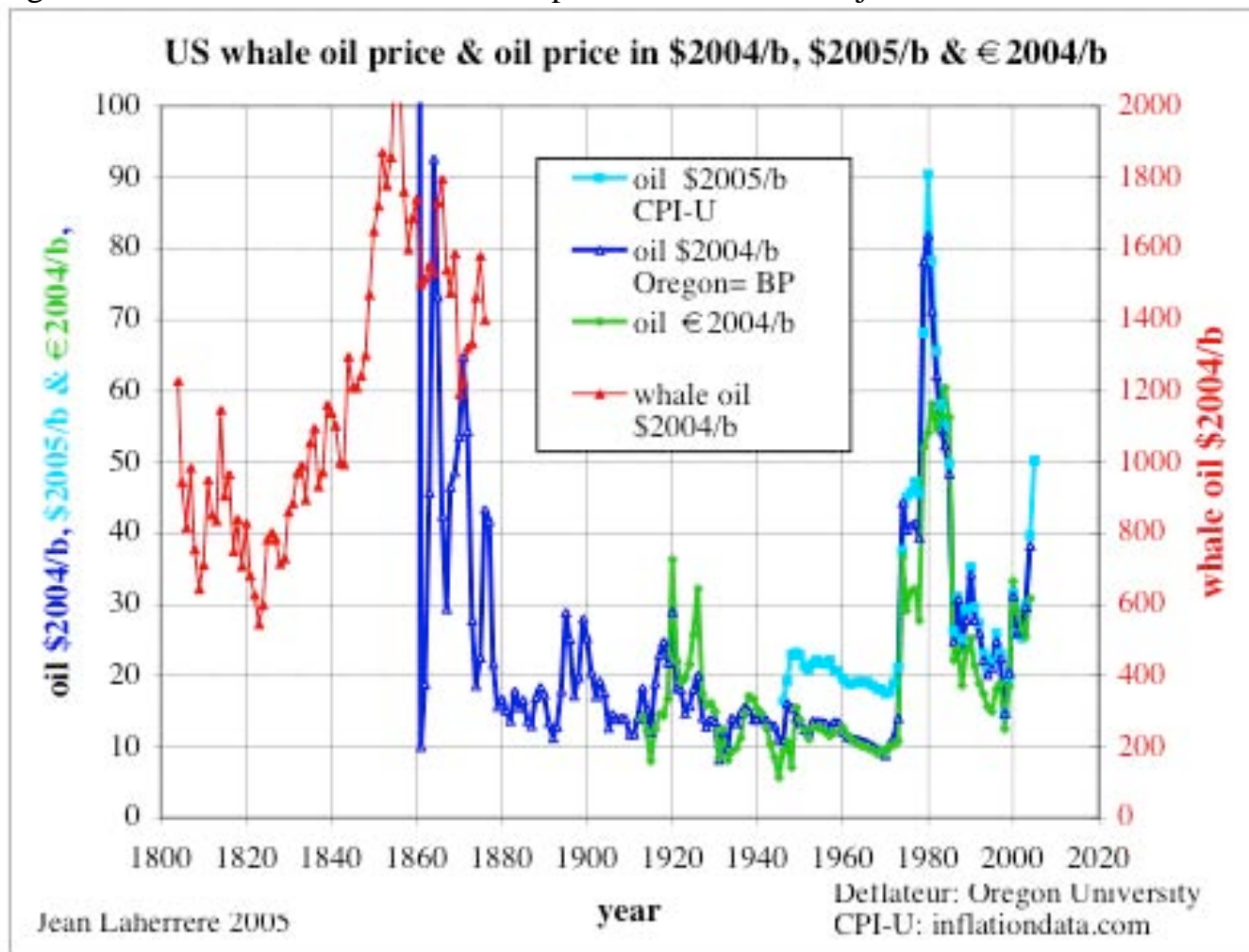
Mes prévisions des pics: pétrole 2015, gaz 2030 charbon 2050 sont confirmées par un document **IFP-BRGM-ADEME 2005**

Figure 28: Production mondiale annuelle de charbon, pétrole et gaz 1850-2100, document IFP-BRGM-ADEME montrant aussi la courbe du CO₂ d'après les scénarios du GIEC (très différents voir figure 39)



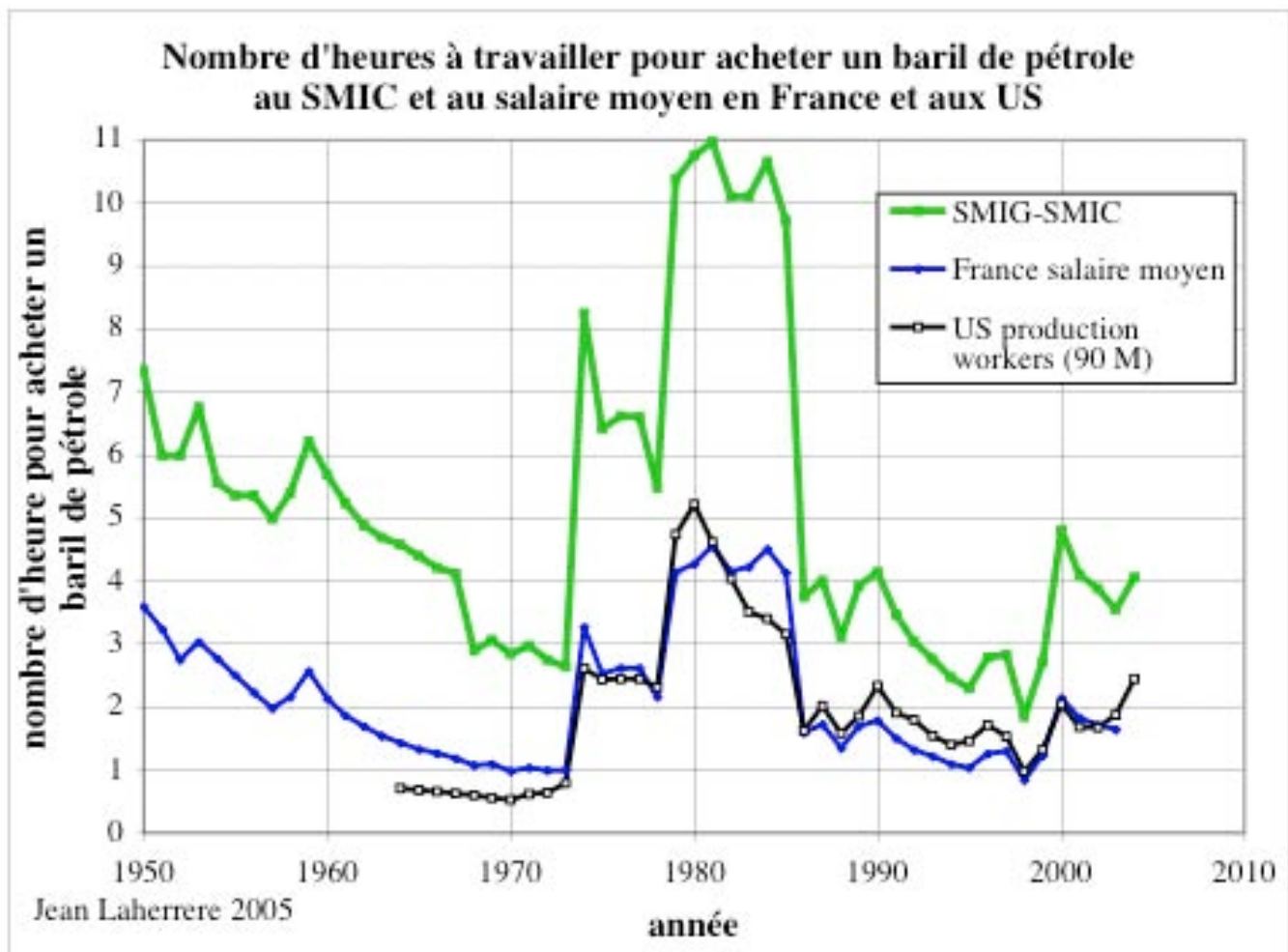
Prix du brut

Figure 29: Prix l'huile de baleine et du pétrole en \$ et € 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 !

En France, pour acheter un baril de brut, il fallait travailler au SMIC 7 heures en 1950, 3 heures en 1973, 11 heures en 1980, 2 heures en 1998 et que 4 heures en 2004 (40 \$/b) soit 2,5 fois moins qu'en 1980!
 Figure 30: Nombre d'heures de travail pour acheter un baril de pétrole au SMIC ou au salaire moyen France et US

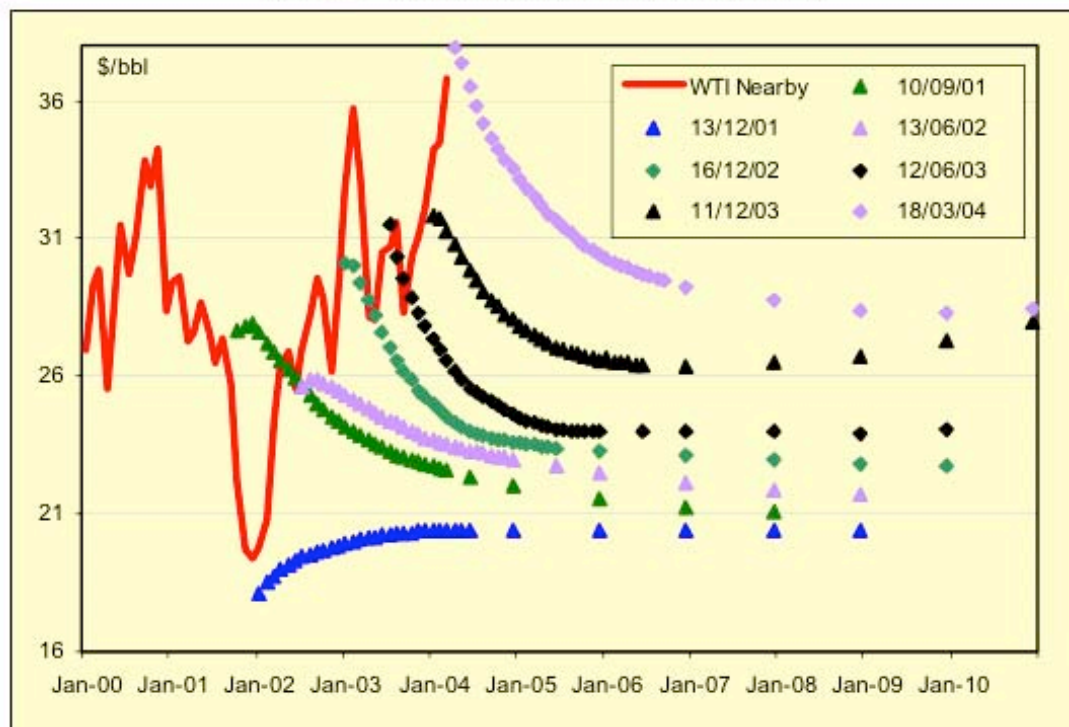


Le prix du baril doit être de 100\$/b pour travailler autant qu'en 1980!

Je me refuse à faire des prévisions sur les prix car le comportement des consommateurs et des acheteurs est trop irrationnel. Les prévisions du prix du pétrole sont toujours fausses.

Figure 31: Prévisions du prix du pétrole 2000-2004 comparées à la réalité d'après CGES

Figure 1: Oil prices & forward curves 2000-04



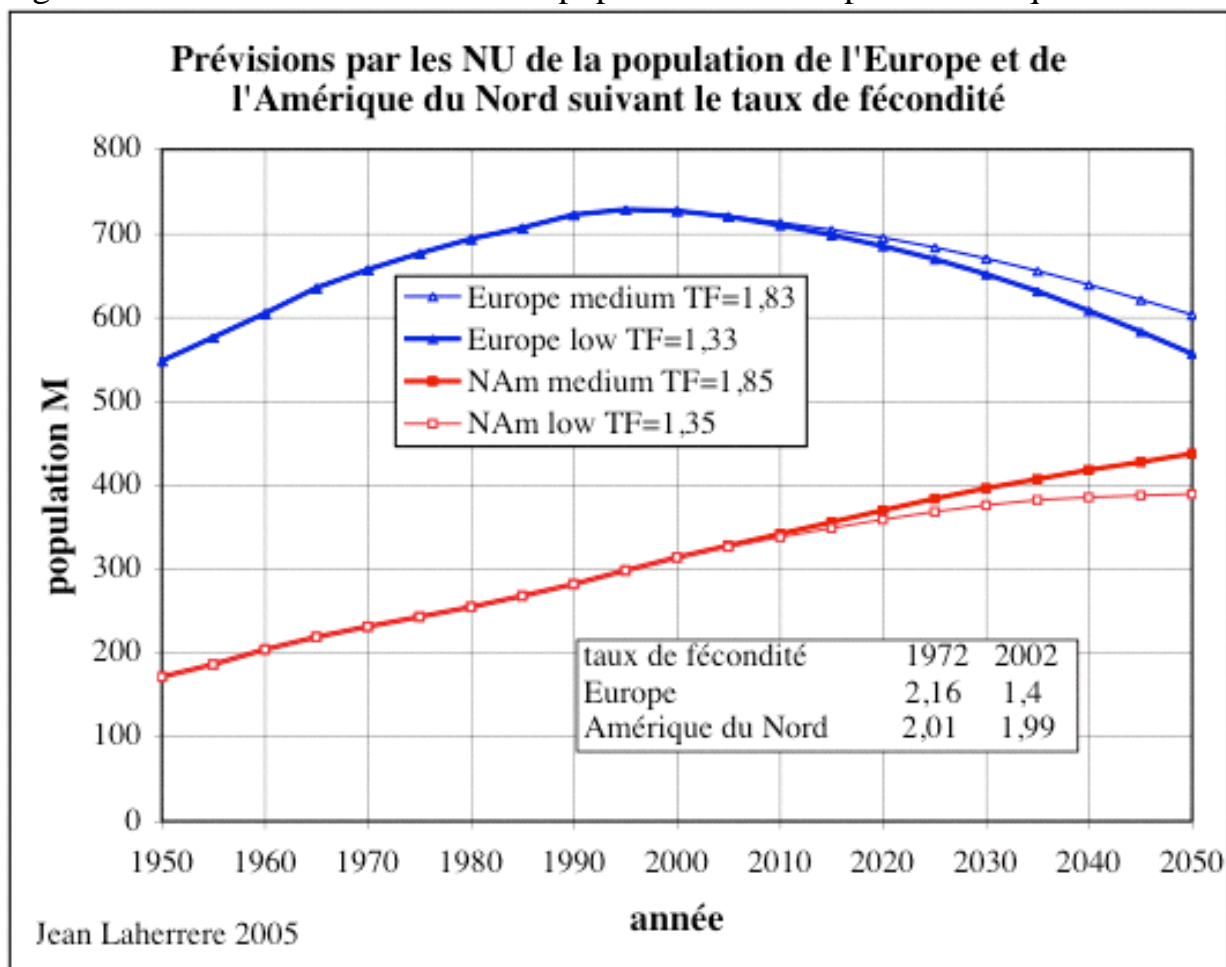
Le grand changement est que l'OPEP dominée par l'Arabie Saoudite, qui avait stabilisé les prix après le contre-choc de 1985 avec son mécanisme autour de 25 \$/b, vient de s'apercevoir qu'un prix de 50\$/b ne fait pas baisser la demande, contrairement à ce qu'elle craignait, et **50 \$/b est la nouvelle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

Mais l'OPEP sans capacité supplémentaire ne contrôle plus rien !

Population

L'Europe va perdre 100 millions d'habitants à l'horizon 2050, alors que l'Amérique du Nord va en gagner 100 million: **il y a deux mondes avec deux futurs!**

Figure 33: Prévisions UN 2004 de la population en Europe et Amérique du Nord 1950-2050

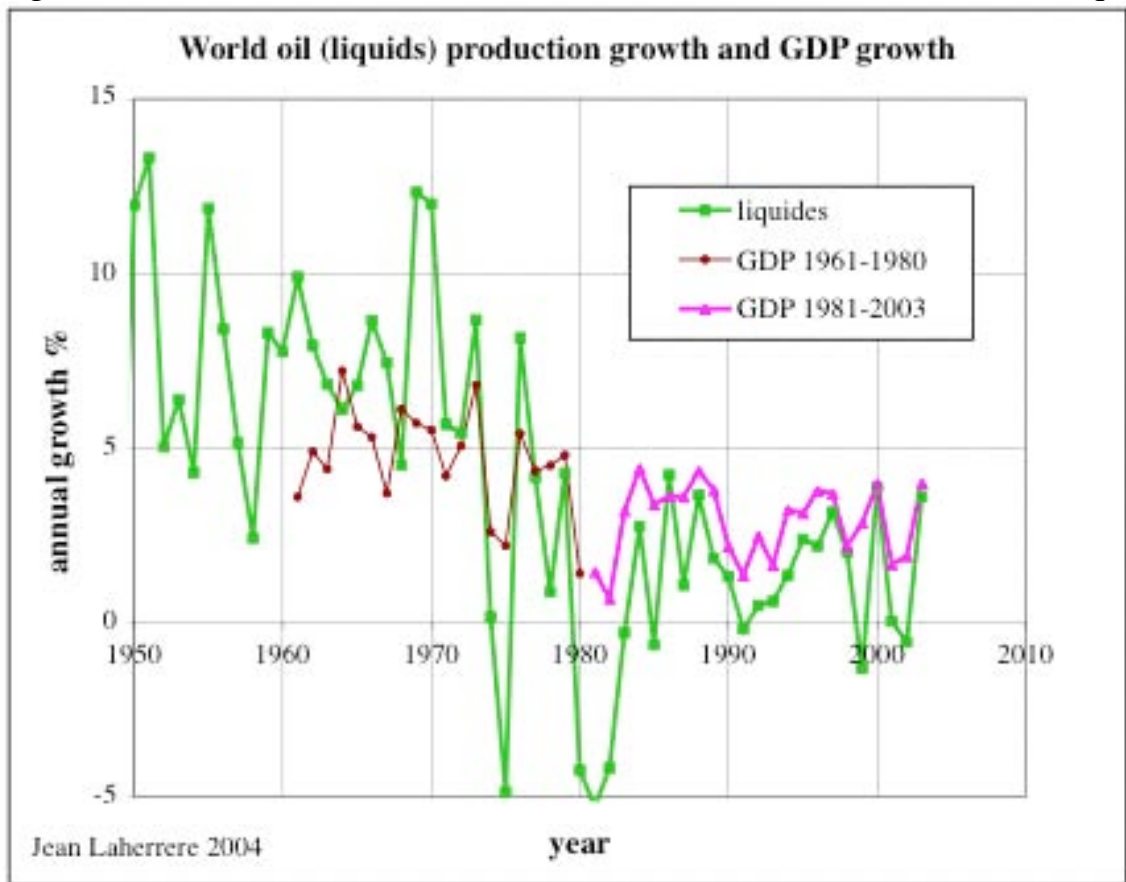


La population mondiale va culminer vers 2050 autour de 8 milliards

PIB et consommation de pétrole, coût de l'énergie,

Le PIB mondial varie depuis 50 ans comme la production du pétrole, puisque sa croissance suit une courbe similaire. Il faut s'attendre à un pic du PIB un peu après 2050.

Figure 34: croissance mondiale 1950-2003 du PIB et de la demande en liquides:



Depuis 40 ans le coût de l'énergie dans le PIB mondial est de l'ordre de 5%, alors que sa contribution représente 50%.

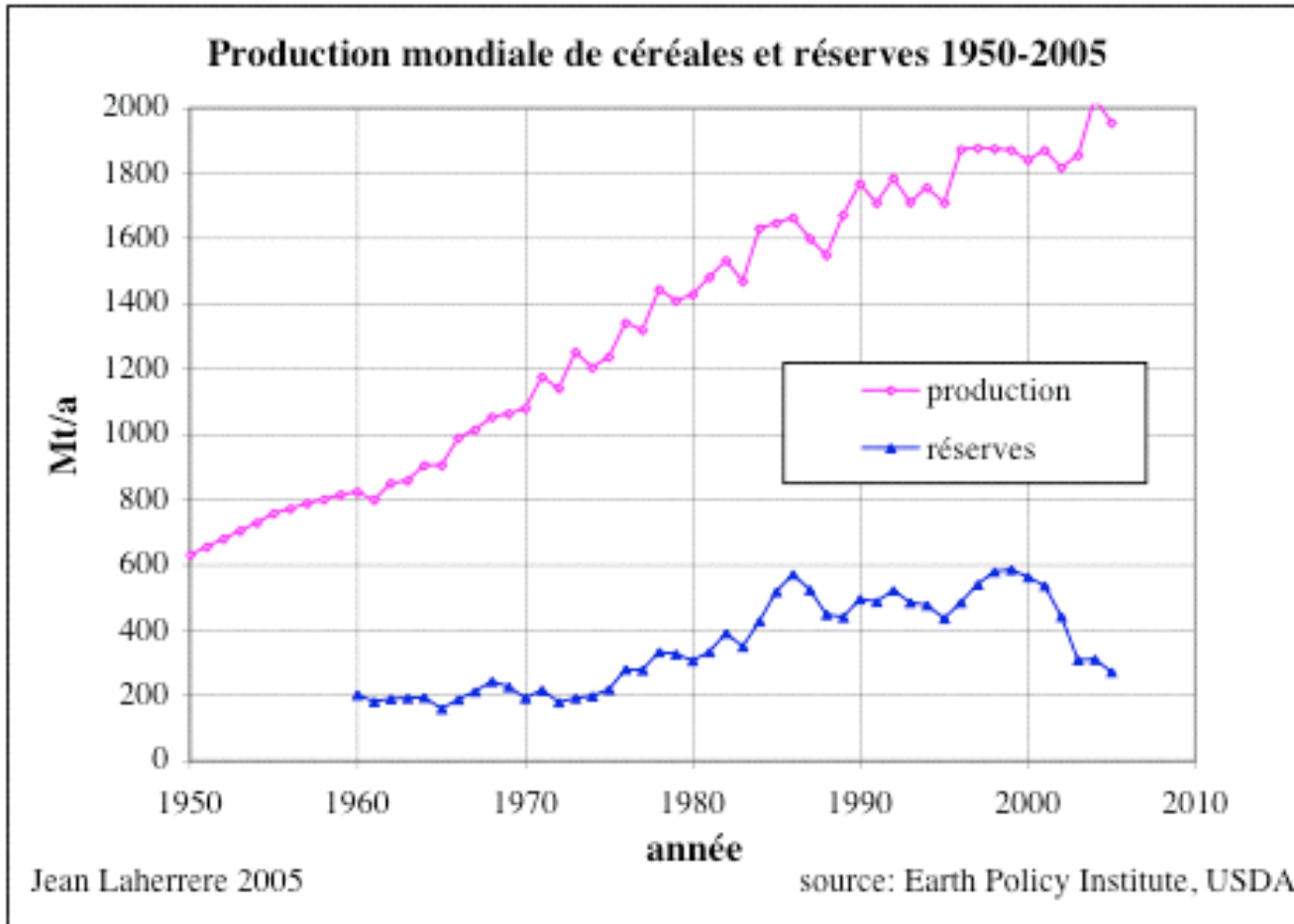
Il faut désormais nous résoudre à payer l'énergie à son juste coût, à savoir le prix des énergies non fossiles.

Hydrocarbures et agriculture

L'agriculture est devenue une façon de transformer les hydrocarbures en nourriture.

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

Figure 36: production mondiale de céréales et stocks

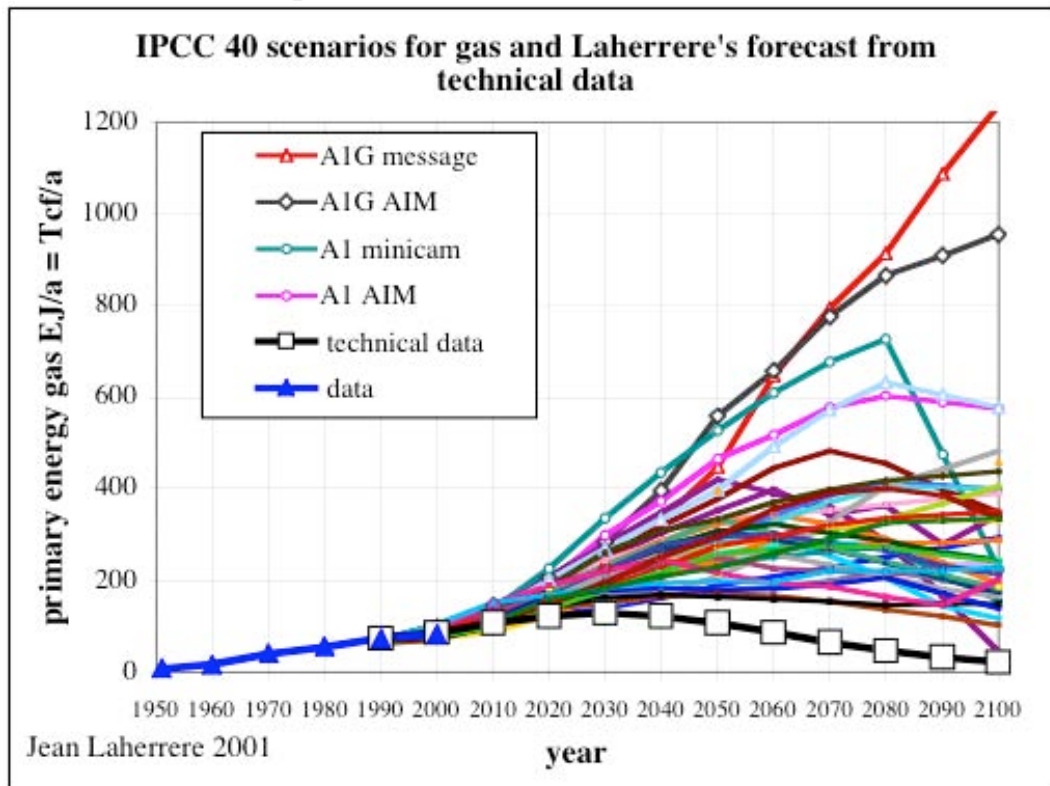


Il semble donc évident que l'agriculture ne pourra pas dans le futur et nourrir le monde et remplir tous les réservoirs des voitures en biocarburant

Scénarios énergétiques du GIEC

Les 40 scénarios énergétiques utilisés par le rapport GIEC 2001 (TAR) sur le changement climatique sont académiques et irréalistes quand on compare leurs hypothèses aux données techniques. Les conclusions sont donc aussi discutables que les hypothèses! Le plus consternant est que le rapport 2007 (AR4) va utiliser les mêmes scénarios! D'où **GIGO = garbage in, garbage out**

Figure 39: scénarios IIASA du rapport GIEC (IPCC) pour la consommation de gaz comparés à la prévision à partir des données techniques



Conclusions

Tout ce qui monte doit descendre. Une croissance constante est impossible dans un monde fini.

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 qui sont confidentielles.

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.

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 avec crise économique probable, donnant un plateau ondulé au lieu d'un pic.

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

Les scénarios de consommations de combustibles fossiles du 3e rapport GIEC 2001 sont irréalistes, leurs conclusions excessives pour le climat, 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 représente 50%. L'énergie est sous-évaluée.

Des prix plus élevés rendront compétitives les énergies non fossiles.

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.

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