

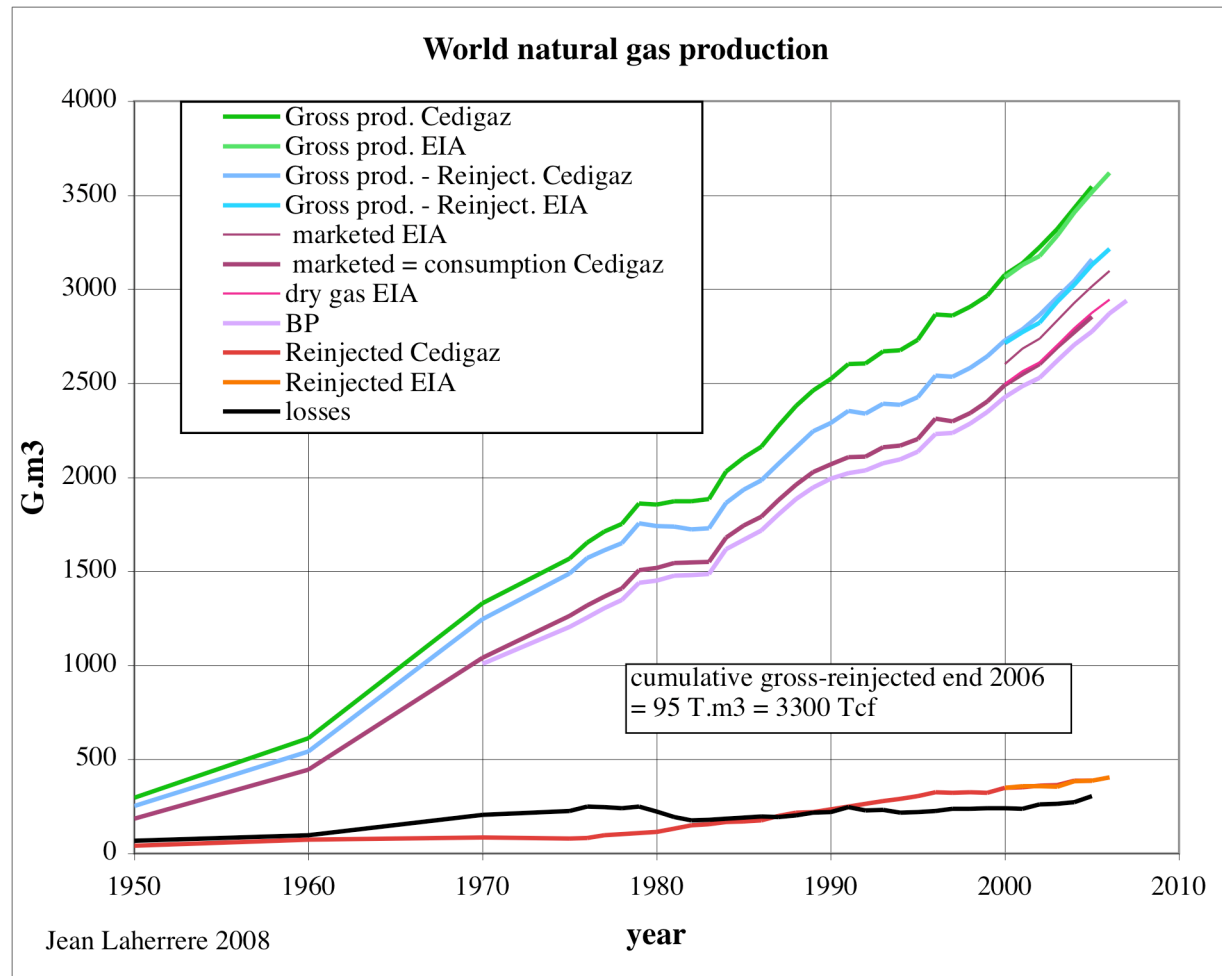
Production future (reserves) des combustibles fossiles part 2

-2-Gaz Naturel

-2-1-monde

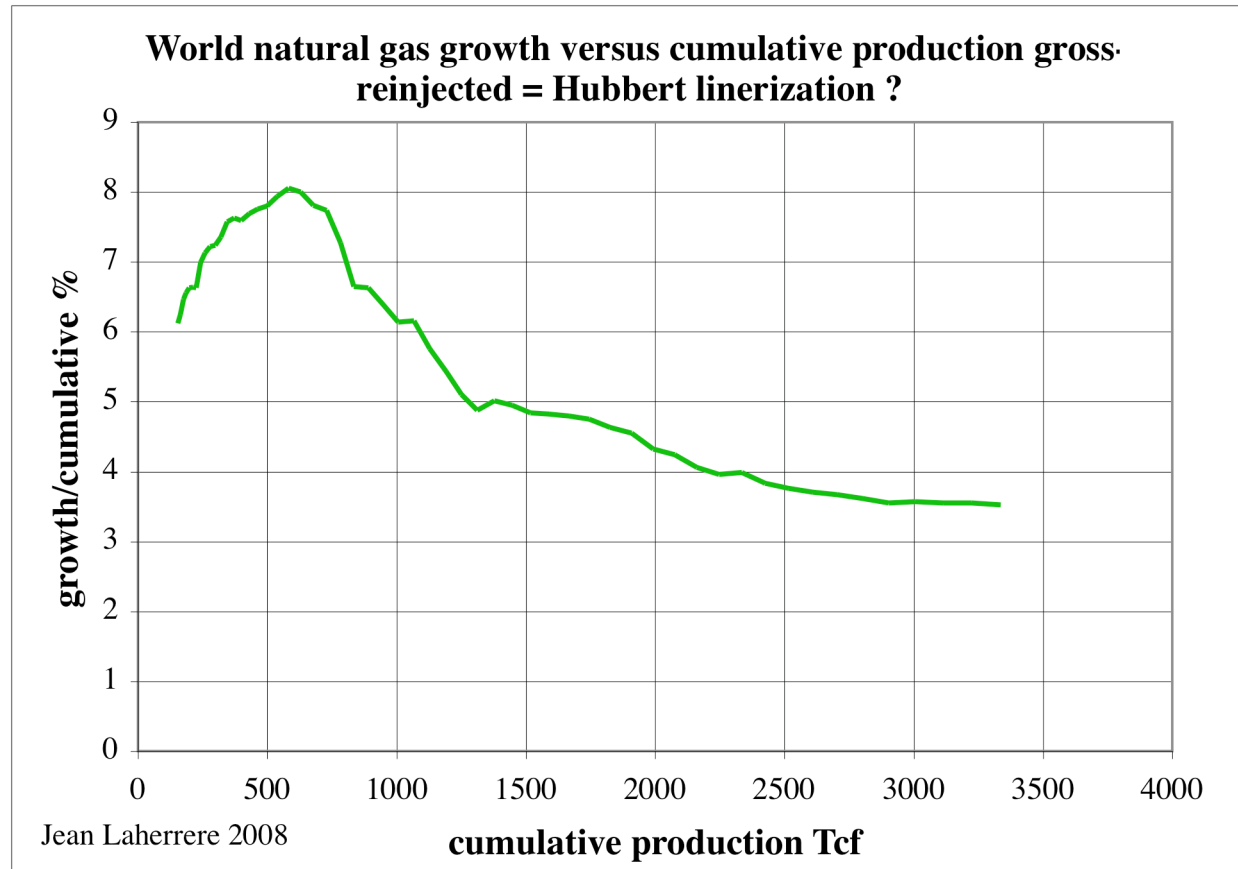
Comme pour le pétrole, il y a plusieurs définitions de gaz : gross, gross-reinjected, marketed, dry gas

Figure 28: production mondiale de gaz



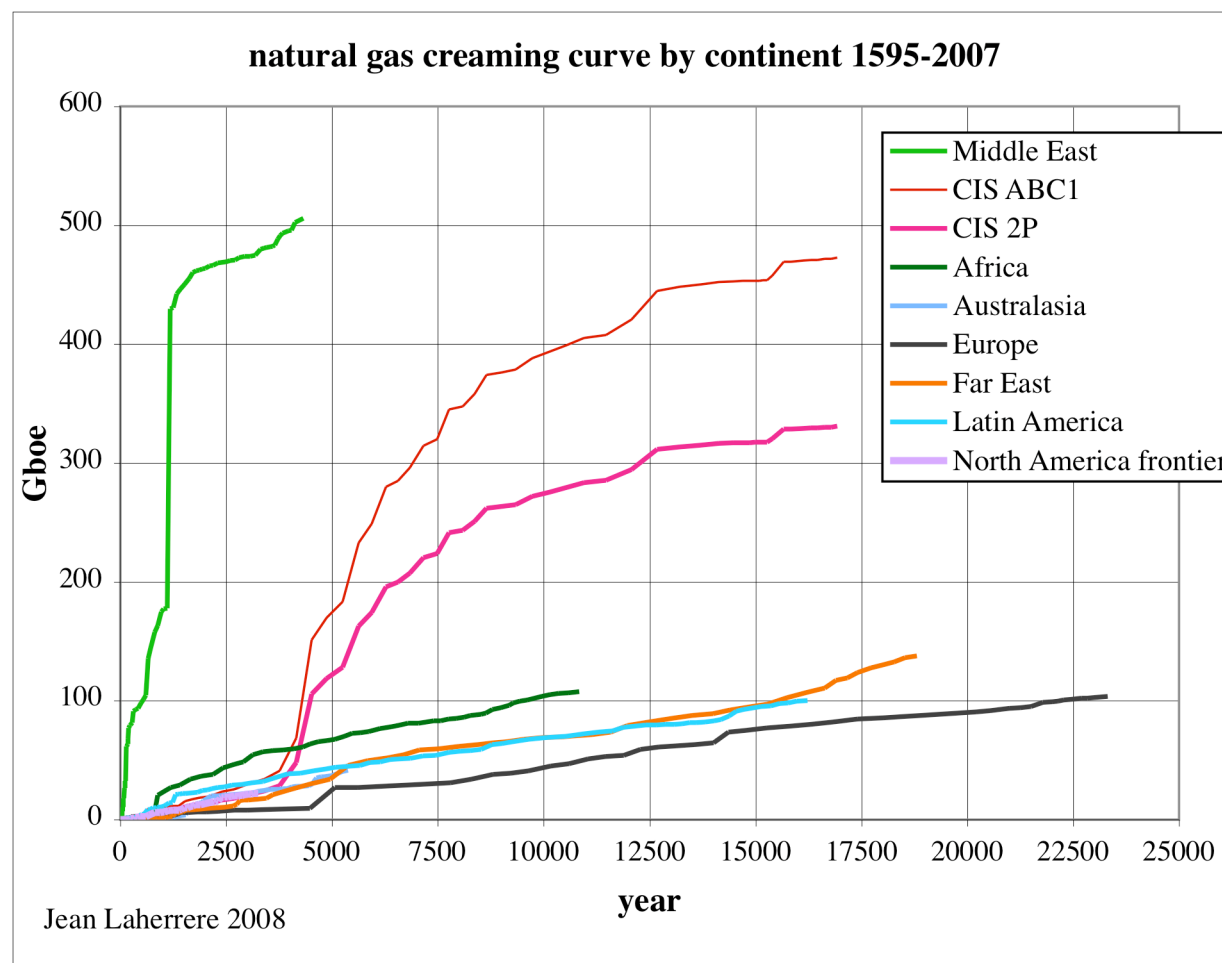
La linearisation de la production mondiale de gaz ne peut etre extrapolée. Il y a un large volume de gaz non developpe (stranded gas) dans les regions loin de gazoduc ou d'usine de liquefaction.

Figure 29: linearisation d'Hubbert sur la production mondiale de gaz



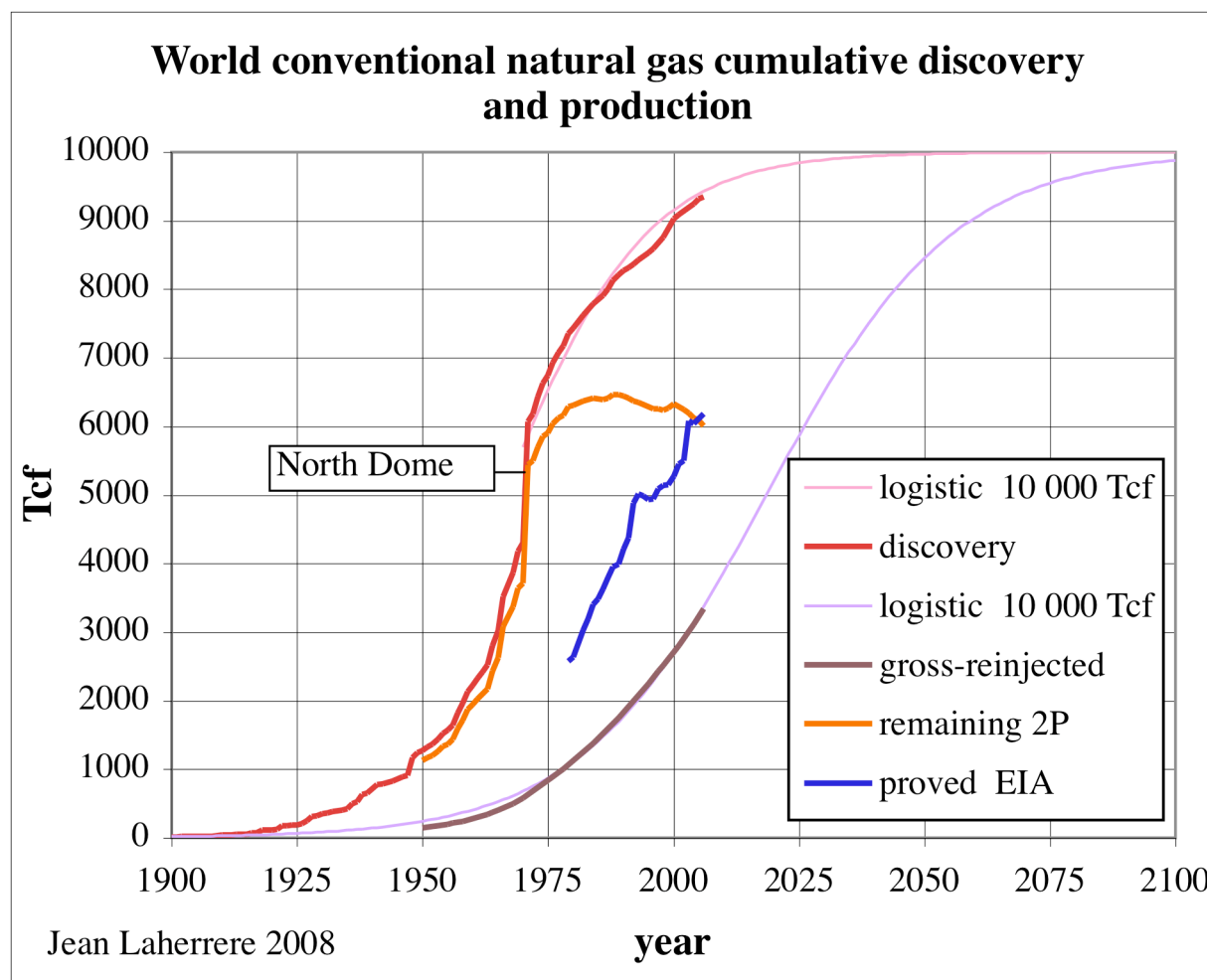
Il faut faire appel aux courbes d'ecremage

Figure 30: courbes d'ecremage du gaz par continents



Le Moyen Orient arrive de loin en tete, suivi par l'ex-URSS (2P)

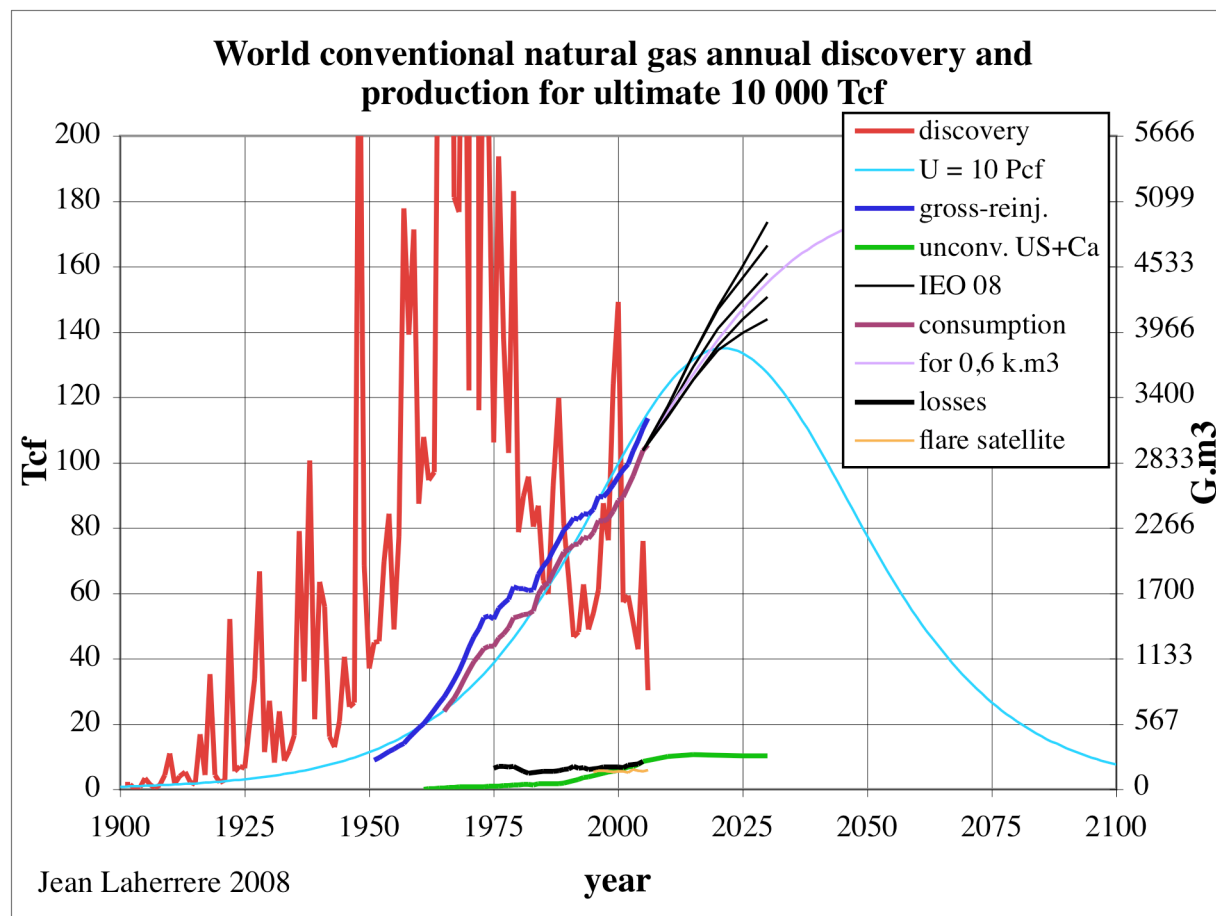
Les decouvertes mondiales cumulees de gaz sont proches de l'ultime (10 000 Tcf= 10 Pcf). Les **reserves restantes techniques** plafonnent depuis 1980 alors que les **reserves dites prouvees** ont double depuis 1980! Figure 31: decouverte et production mondiale cumulees de gaz conventionnel



La encore les economistes, ne disposant que sur des valeurs politiques, raisonnent sur des evolutions complètement fausses

Le pic des decouvertes de gaz conventionnel se situe vers 1970 et le pic de production (gross-reinjected) sera vers 2020 a moins de 140 Tcf/a. Le **non-conventionnel US+Canada** (vert) est prevu par EIA plafonner des 2015. Les pertes (en noir) ne décroissent guere !

Figure 32: decouverte et production mondiale annuelle de gaz conventionnel

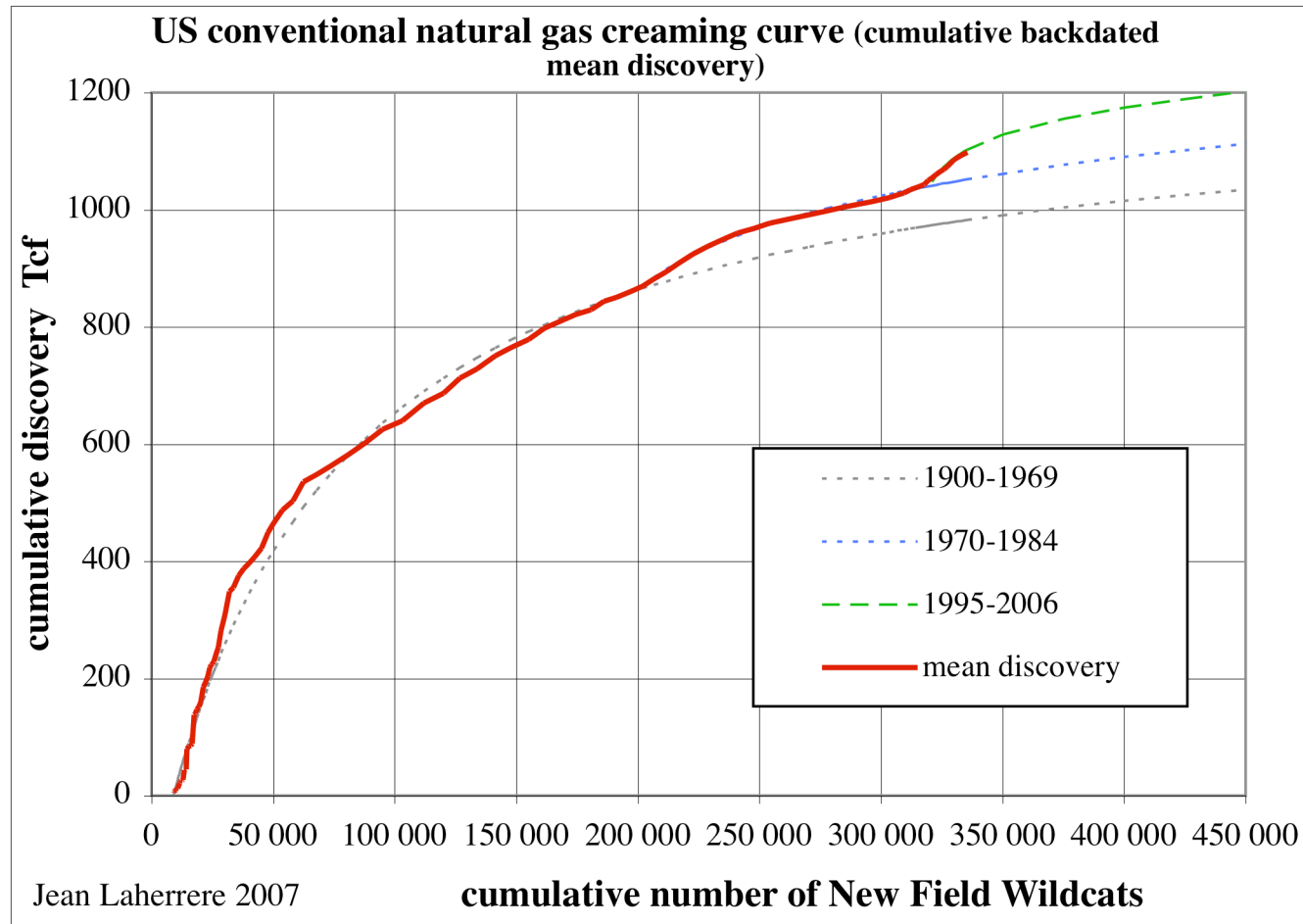


Les previsions EIA 2008 pour la production (marketed) du gaz mondial en 2030 varie entre 145 et 175 Tcf/a. Celle du low economy est en ligne avec mes previsions.

-2-2 US

La courbe d'ecremage du gaz conventionnel US a trois cycles et l'ultime, sauf nouveau cycle, serait de 1200 Tcf

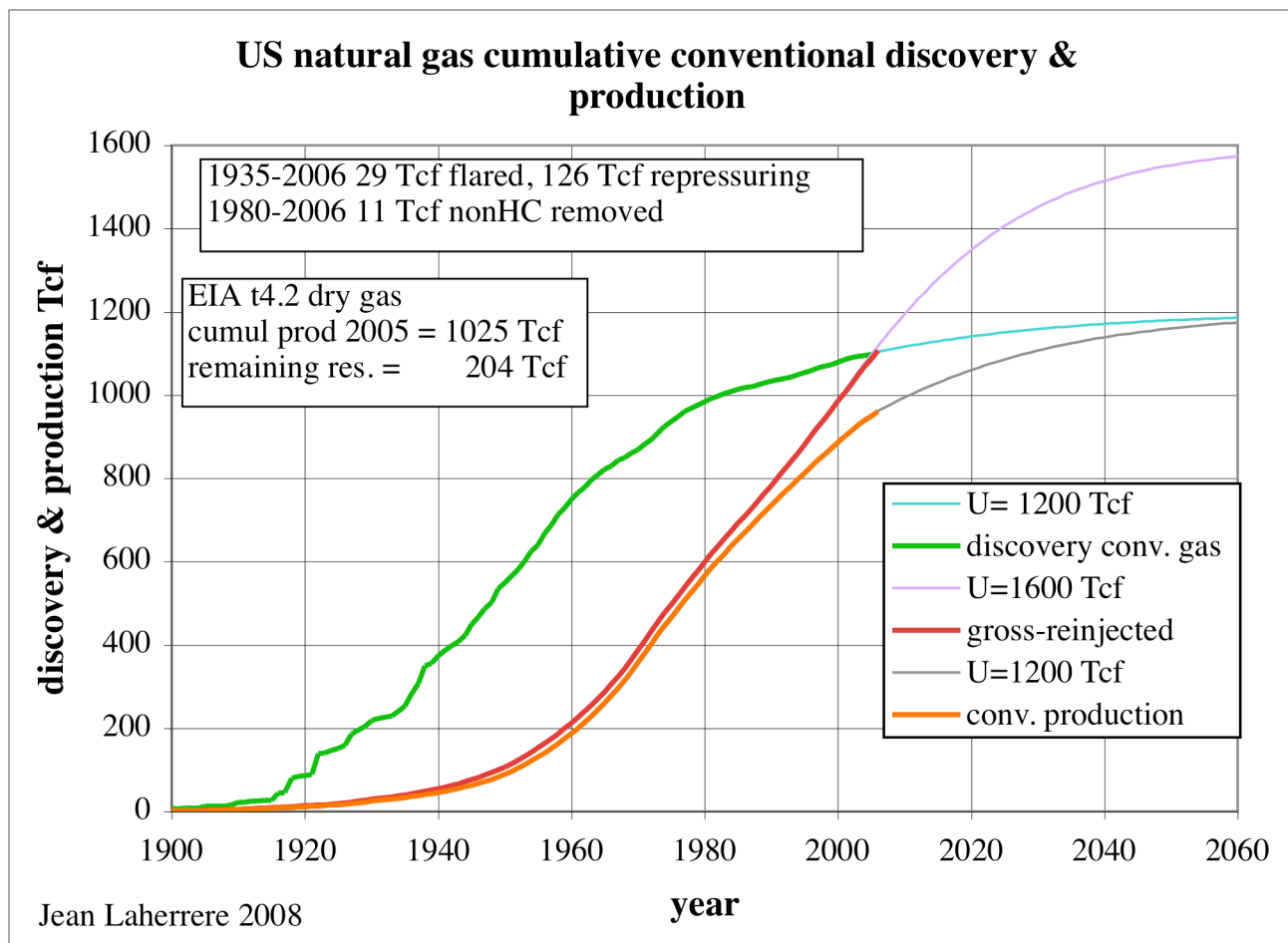
Figure 33: US: courbe d'ecremage du gaz naturel conventionnel



Mais la production du gaz non-conventionnel a pris une grande importance grace aux nombreux puits horizontaux et a la fracturation intensive. La determination des reserves de gaz non-conventionnel est tres difficile, confondu avec les ressources. Ce qui importe est **la taille du robinet** et pour combien de temps.

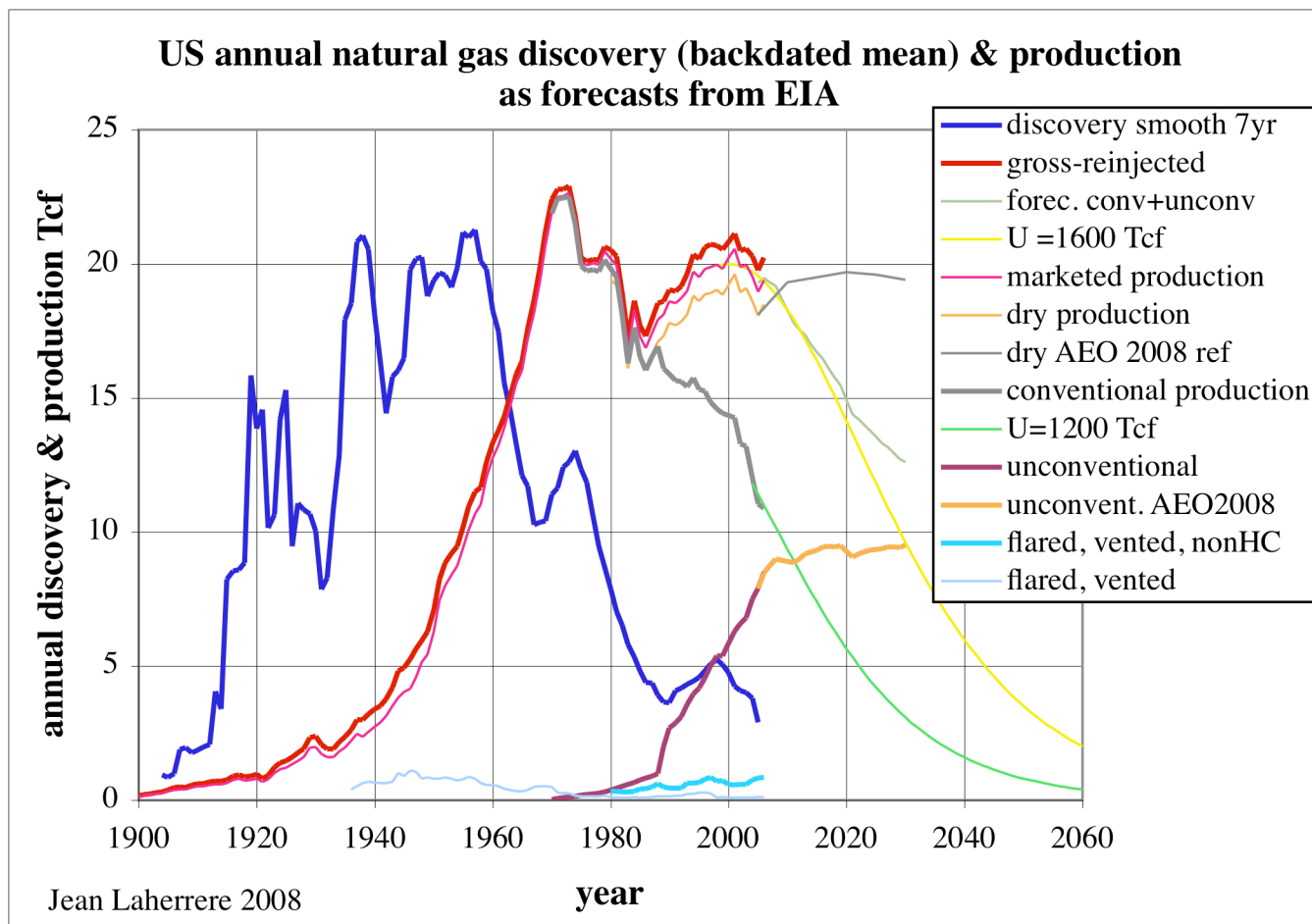
La production cumulee de gaz conventionel est modelisee pour $U = 1200$ Tcf et la production gross-reinjected (incluant le non-conventionnel) pour $U = 1600$ Tcf (une valeur plus elevee ne changera guere les 20 prochaines annees)

Figure 34: US: decouverte conventionnelle cumulee et production de gaz



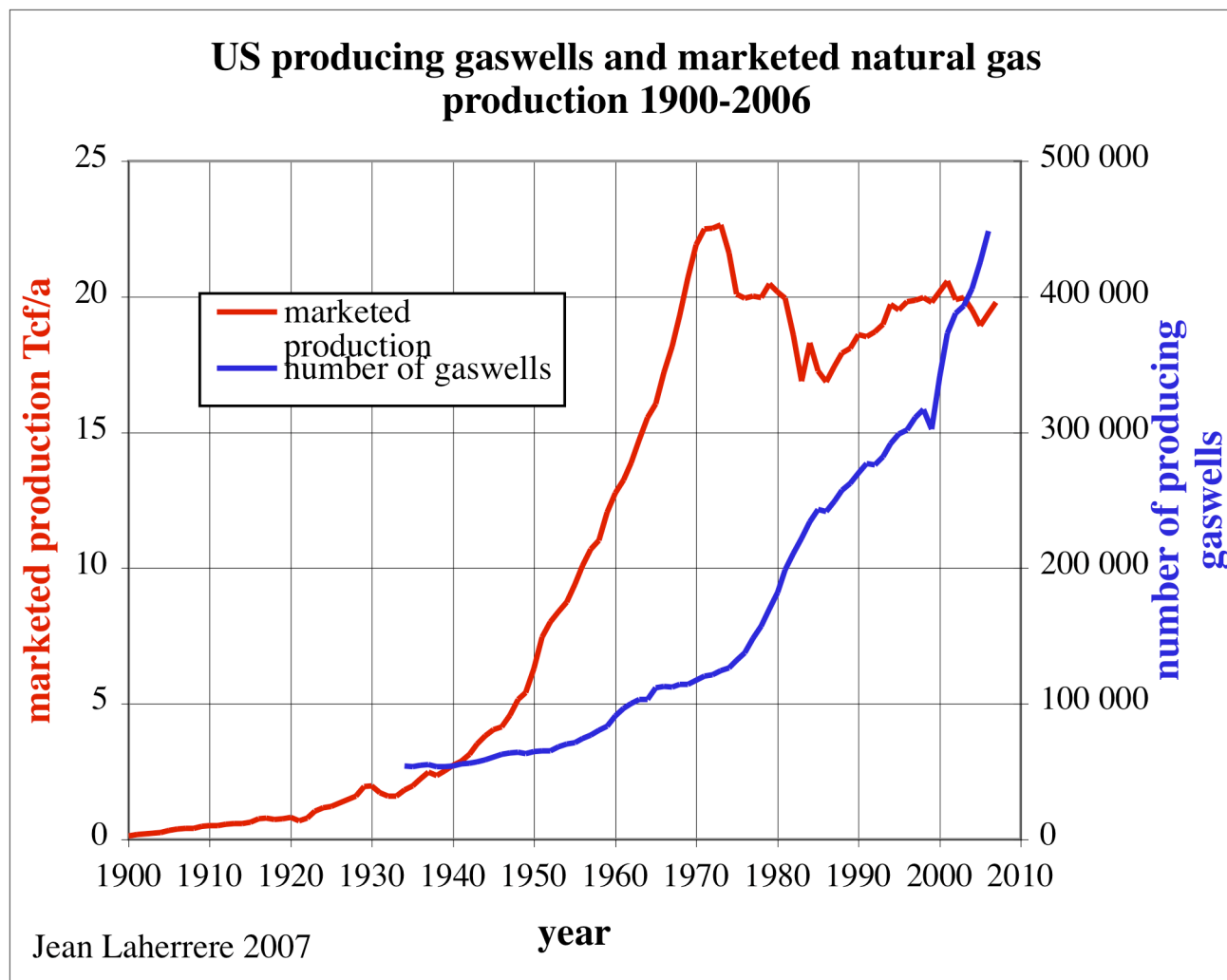
La production annuelle du gaz naturel aux US montre des cycles importants avec un pic principal en 1970 ; le dernier étant celui du gaz nonconventionnel qui a explosé depuis 1988, mais qui va plafonner des 2008 d'après EIA. Le déclin (ondule) de la production se produit depuis le pic secondaire de 2000, malgré les prévisions optimistes de l'EIA/AEO 2008.

Figure 35: US: découverte et production annuelle de gaz avec prévisions d'après ultimes et EIA/AEO 2008



Le nombre de producteurs de gaz etait de 110 000 en 1970 pour une production de 22 Tcf, mais en 2006 ils sont 450 000 producteurs pour 20 Tcf. Nombreux sont marginaux, mais il coute cher de les arreter!

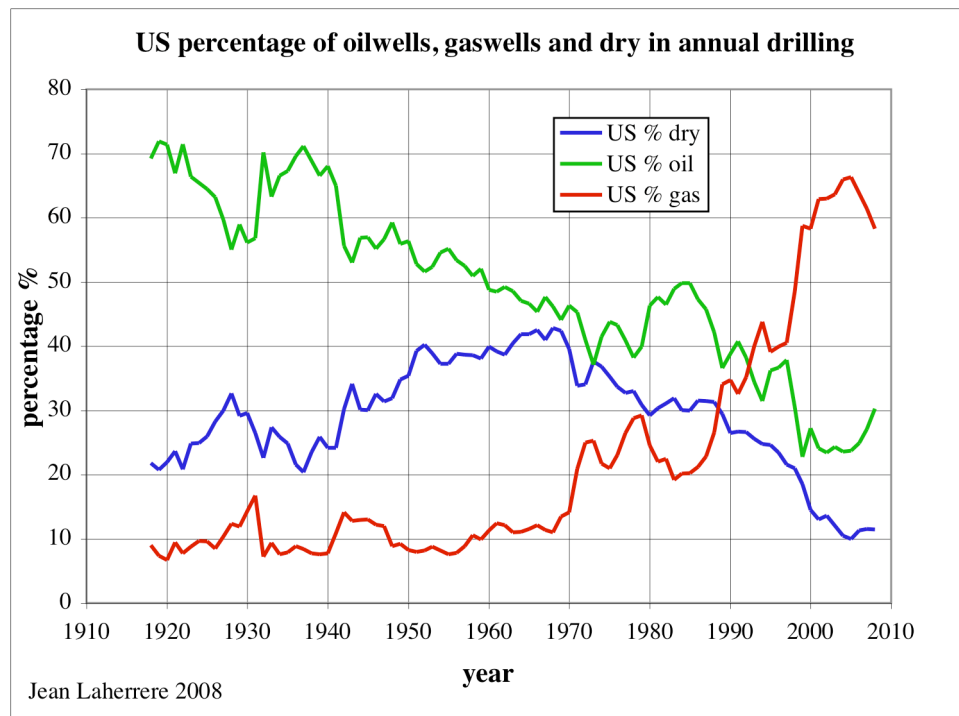
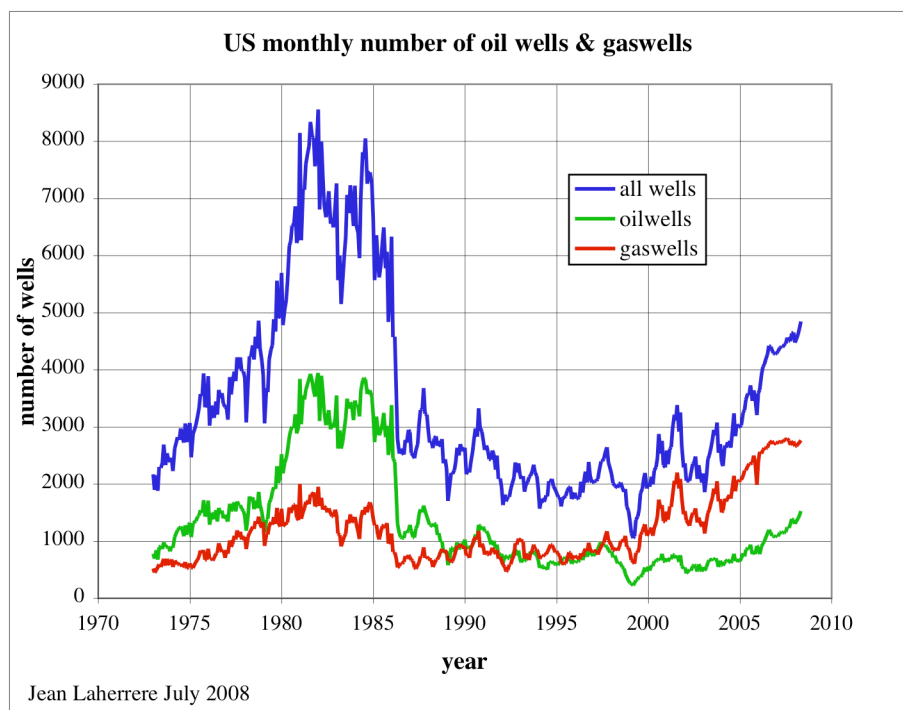
Figure 36: US: production de gaz et nombre de producteurs



Le nombre de puits fores pour le gaz a depasse celui des puits fores pour le petrole depuis 1998

Figure 37: US: nombre annuel de puits fores

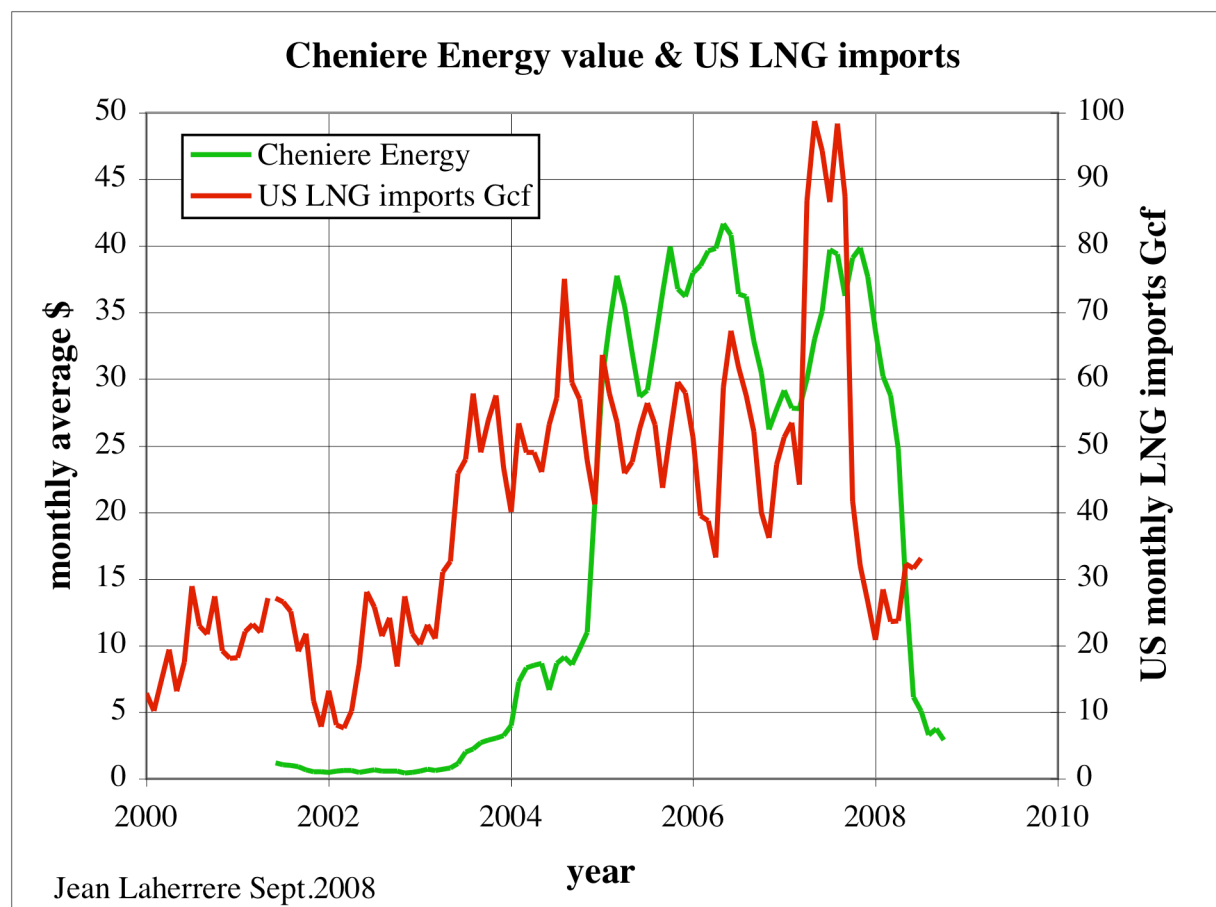
Figure 38: US: pourcentage du nombre de puits de petrole, de gaz et de puits secs



Le pourcentage des puits fores annuellement pour le gaz est passe de 10% en 1970 a un pic de 65% en 2005. Il baisse depuis 2 ans au benefice des puits pour le petrole non-conventionnel (Bakken)

Avec le declin de la production conventionnelle, l'importation du gaz liquefie qui stagnait a ete l'objet de nombreux projets d'usine aux US en 2001 et le principal acteur a ete une petite compagnie Cheniere qui a vu son action multiplie par pres de 100, mais le rush sur la production non-conventionnelle a fait degringoler les importations de gaz liquefie, et par suite le prix du gaz et l'action Cheniere !

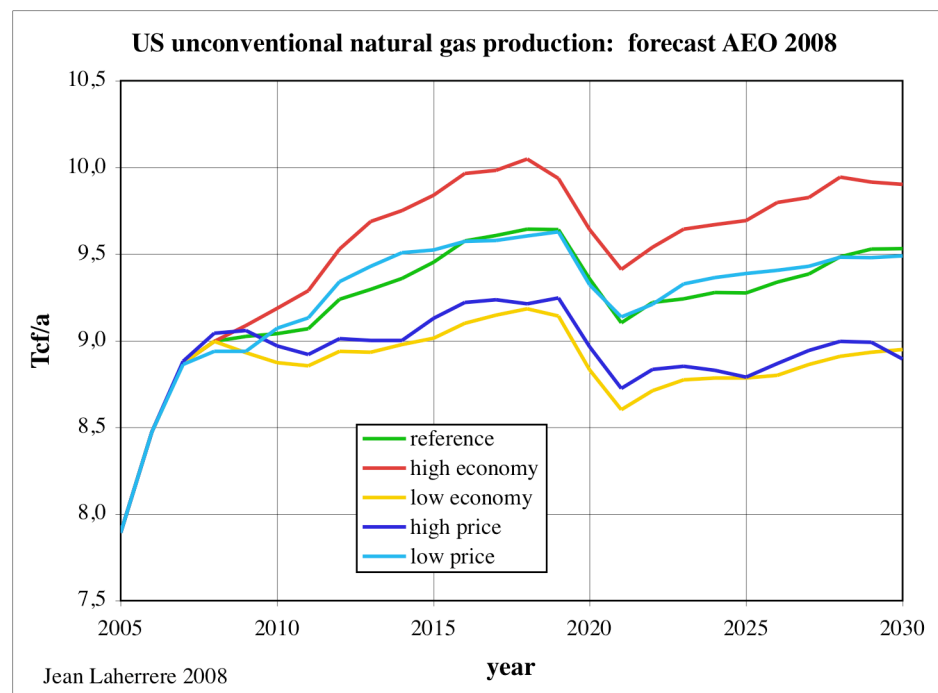
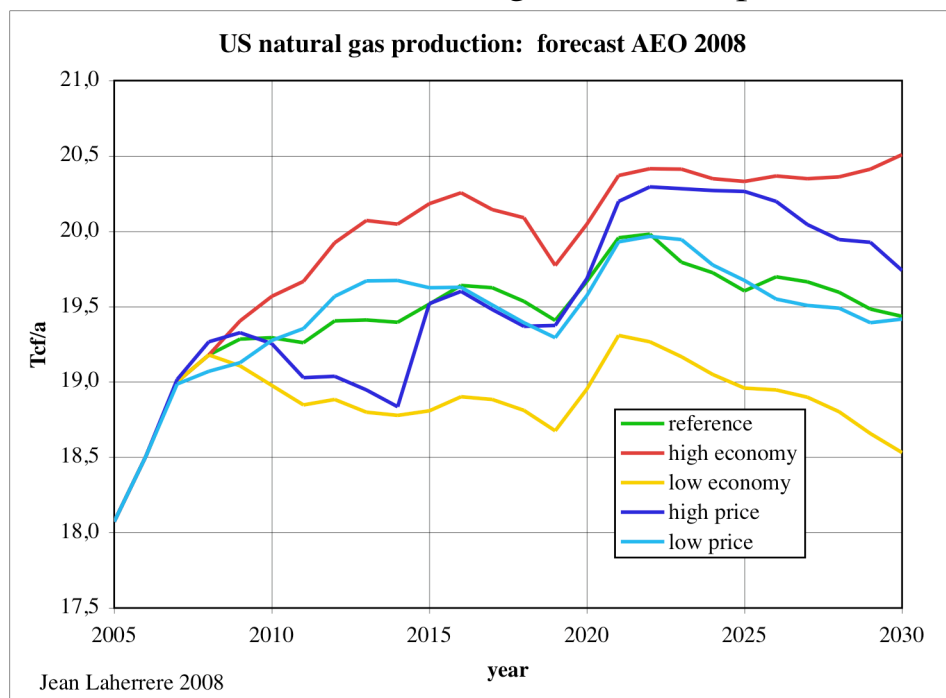
Figure 39: US: valeur action *Cheniere energy*= LNG et importations de gaz liquefie



Les previsions USDOE/EIA 2008 de la production de gaz US sont variees et differentes de la notre (figure 34)

Figure 40: US: previsions EIA/AEO 2008 de la production de gaz

Figure 41: US: previsions EIA/AEO 2008 de la production de gaz non-conventionnel

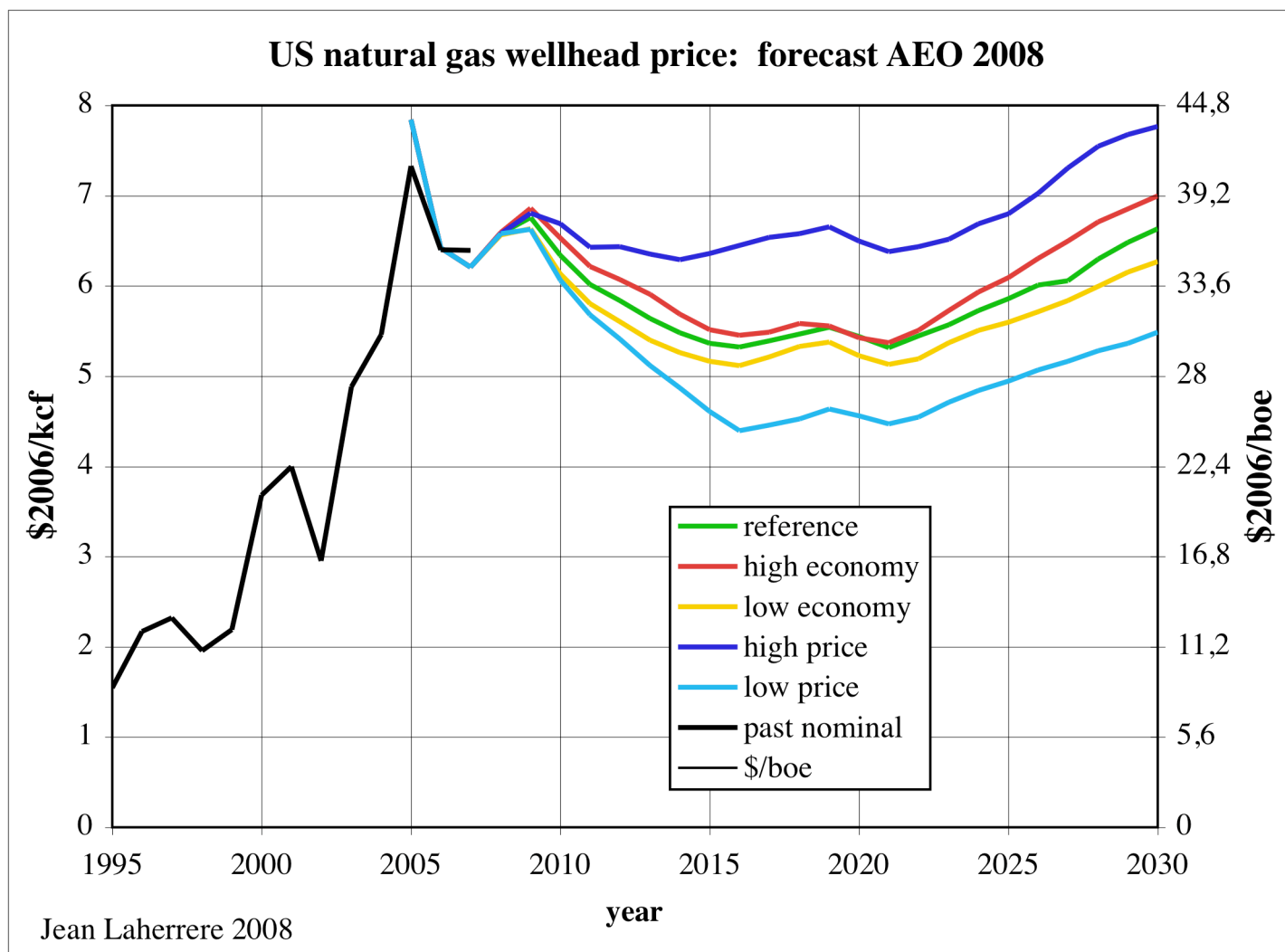


La fourchette en 2030 varie de 18,5 Tcf a 20,5 Tcf, en gros plutot plateau

En effet la croissance recente etait celle du non-conventionnel qui en 2007 represente presque la moitie (9 sur 19 Tcf) mais qui va culminer vers 2020 , malgre les declarations de ressources considerables par certains organismes

Les previsions EIA du prix du gaz en 2030 varient de 5,5 a 7,7 \$2006/kcf (en equivalent petrole 31 a 44 \$/bep!)

Figure 42: US: prevision EIA/AEO 2008 du prix du gaz

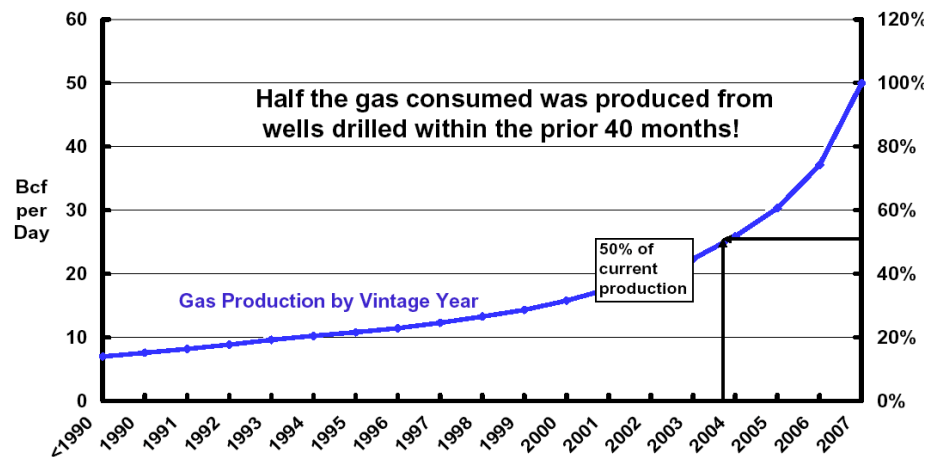


Ces previsions comptent sur le succes du non-conventionnel et semblent bien optimistes, au vue de l'equivalence avec le prix du brut et des couts marginaux de la production de brut

Mais la moitié de la production provient de puits forés il y a moins de 40 mois. La production ne se maintient que par une activité de forage importante (figure 37)

Figure 43: US: contribution des puits fore a la production du gaz d'après IHS (Stark 2008)

US Vintaged Daily Gas Production Contribution to December 2007 Volume

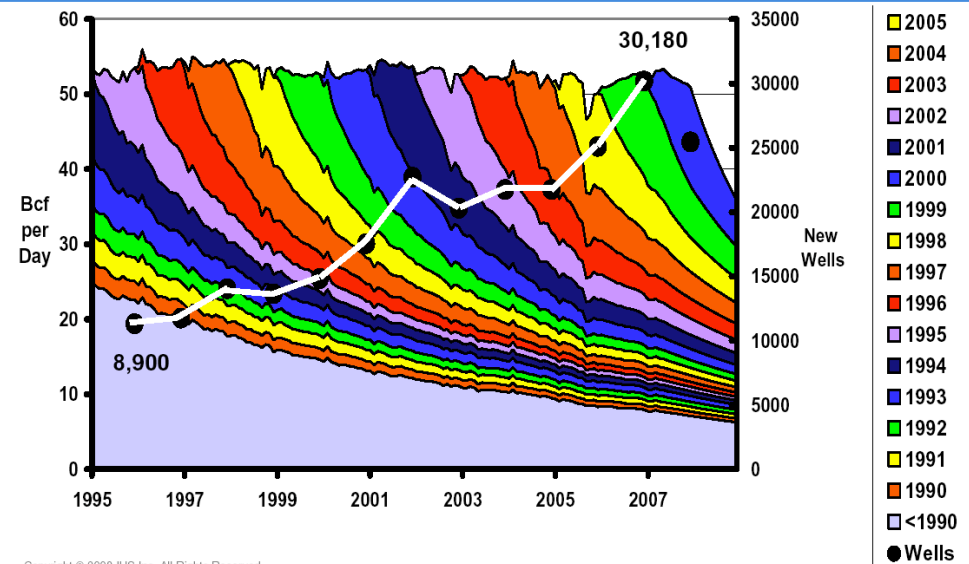


Copyright © 2008 IHS Inc. All Rights Reserved.

AAPG April 22, 2008



U.S. Lower 48 States Vintage Gas Production Profile With Annual New Gas Well Completions



2

Copyright © 2008 IHS Inc. All Rights Reserved.

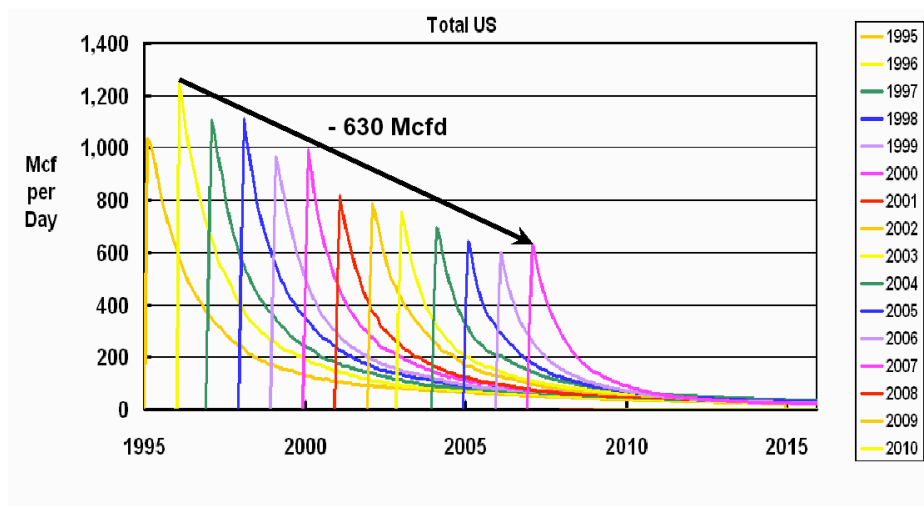
AAPG April 22, 2008

le declin des dernieres annees s'accelerent

Figure 45: US: profil de production du puits moyen de gaz d'après IHS

Figure 46: US: reserves par puits

U.S. Average Well Production Profiles

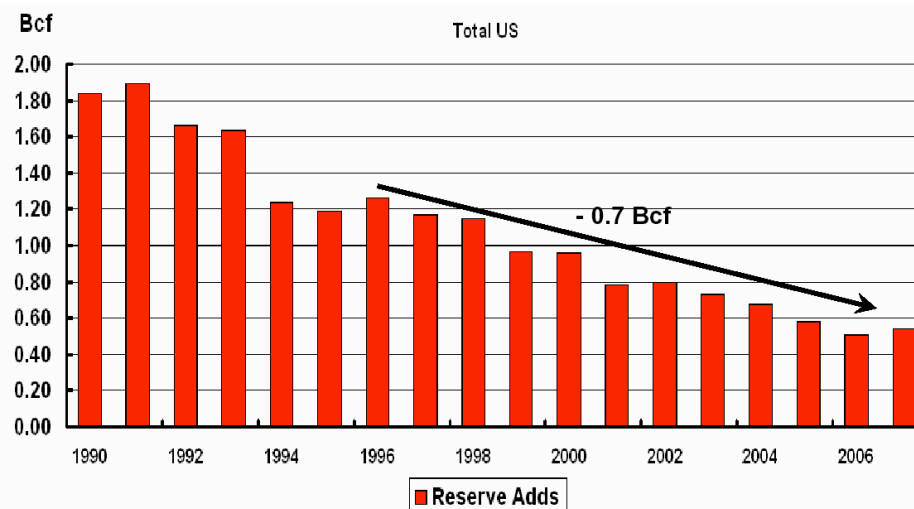


Copyright © 2008 IHS Inc. All Rights Reserved.

AAPG April 22, 2008

5

U.S. Average Reserves Per Well



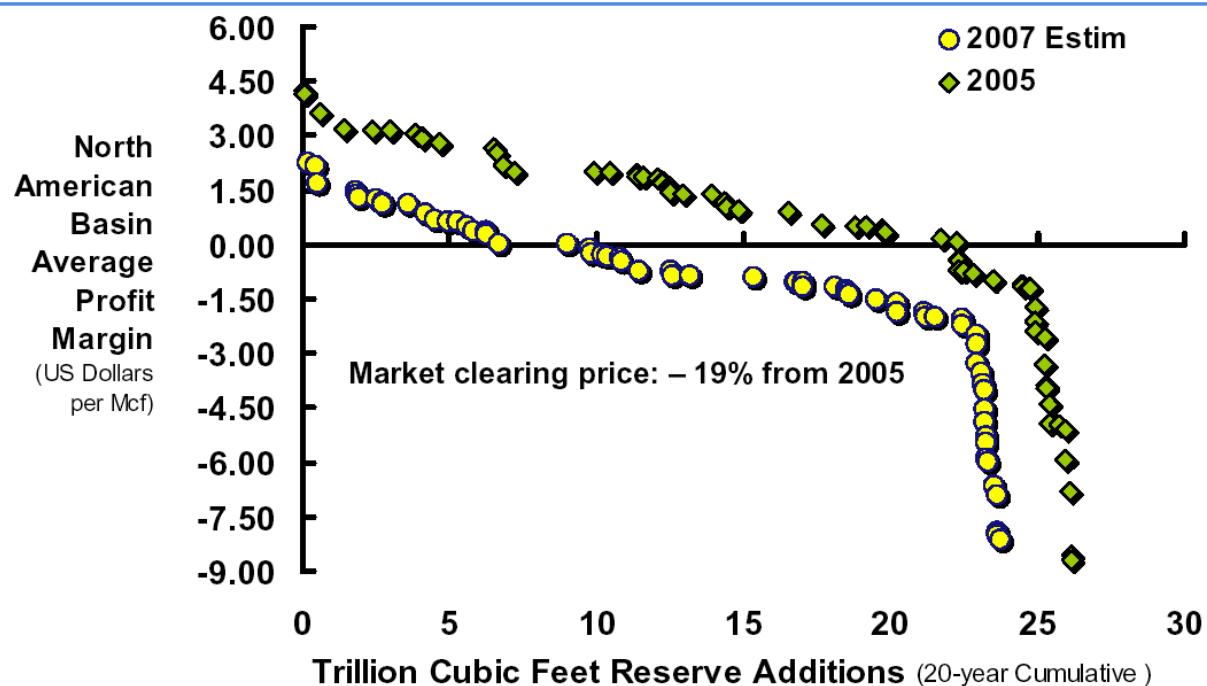
AAPG April 22, 2008

La production et les reserves par puits declinent depuis 1995!

De 2005 a 2007 de nombreux bassins americains sont passes sous la barre de rentabilite: seulement un quart le serait.

Figure 47: US: seuil de rentabilite des bassins americains en 2005 et 2007

How Many 2007 Basins Meet 10 Percent IRR Hurdle?



Copyright © 2008 Cambridge Energy Research Associates, IHS Energy
NAG_RT_Fall2007_CostSection_FinalCharts.xls

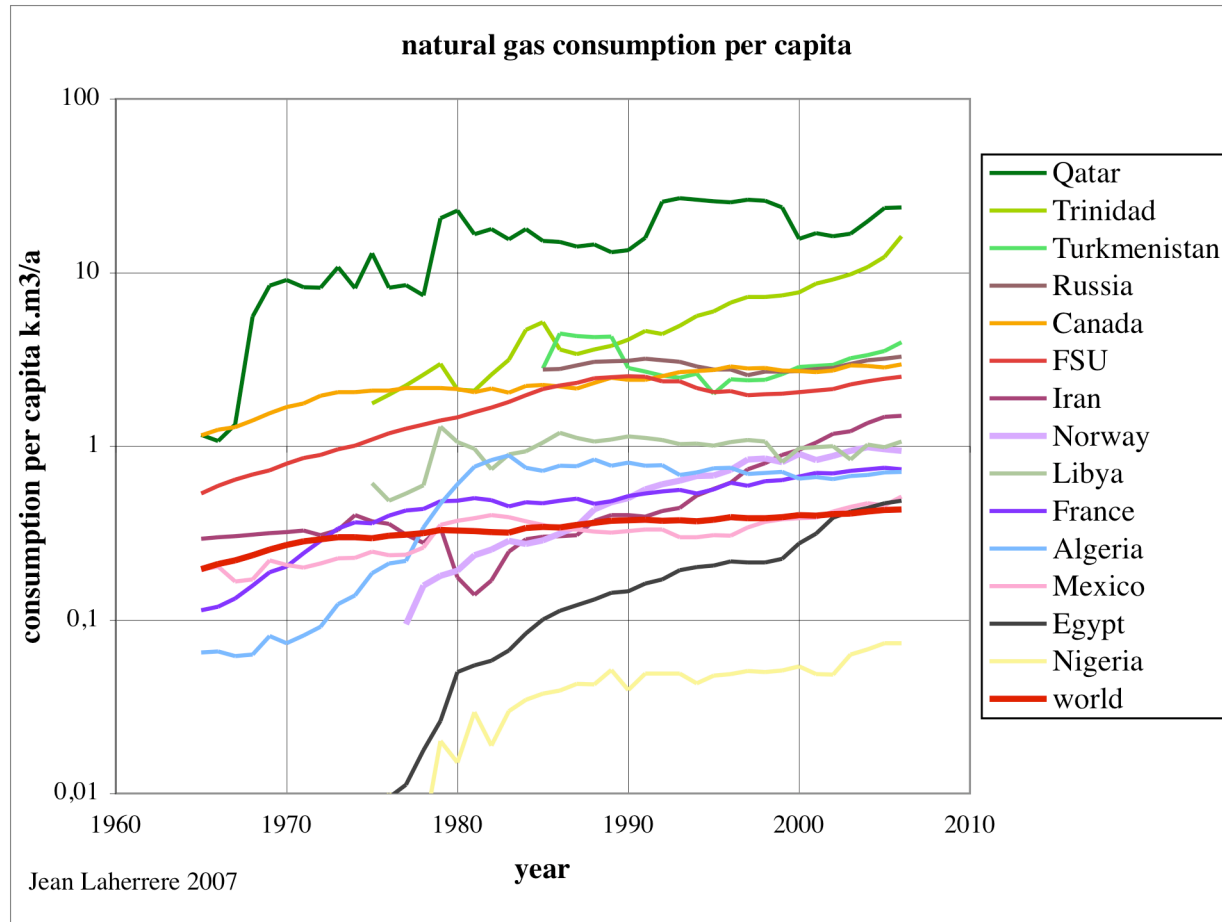
AAPG April 22, 2008

10

-2-3- moyenne mondiale par habitant

La consommation de gaz par pays et par habitant varie énormément, surtout pour les pays qui ont des usines de traitement du gaz, comme Qatar et Trinidad

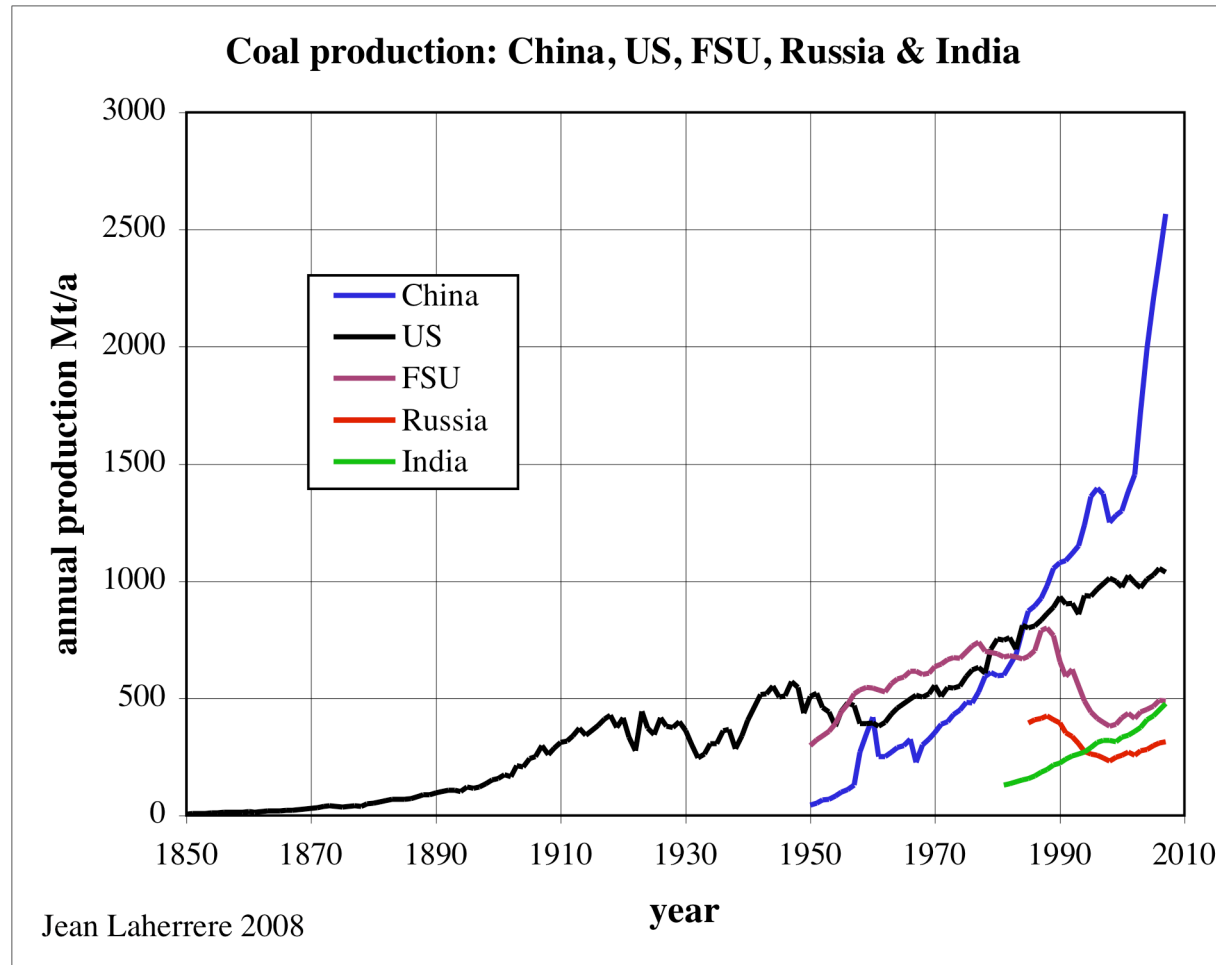
Figure 48: consommation de gaz par habitant et par pays ([échelle log](#))



-3-charbon

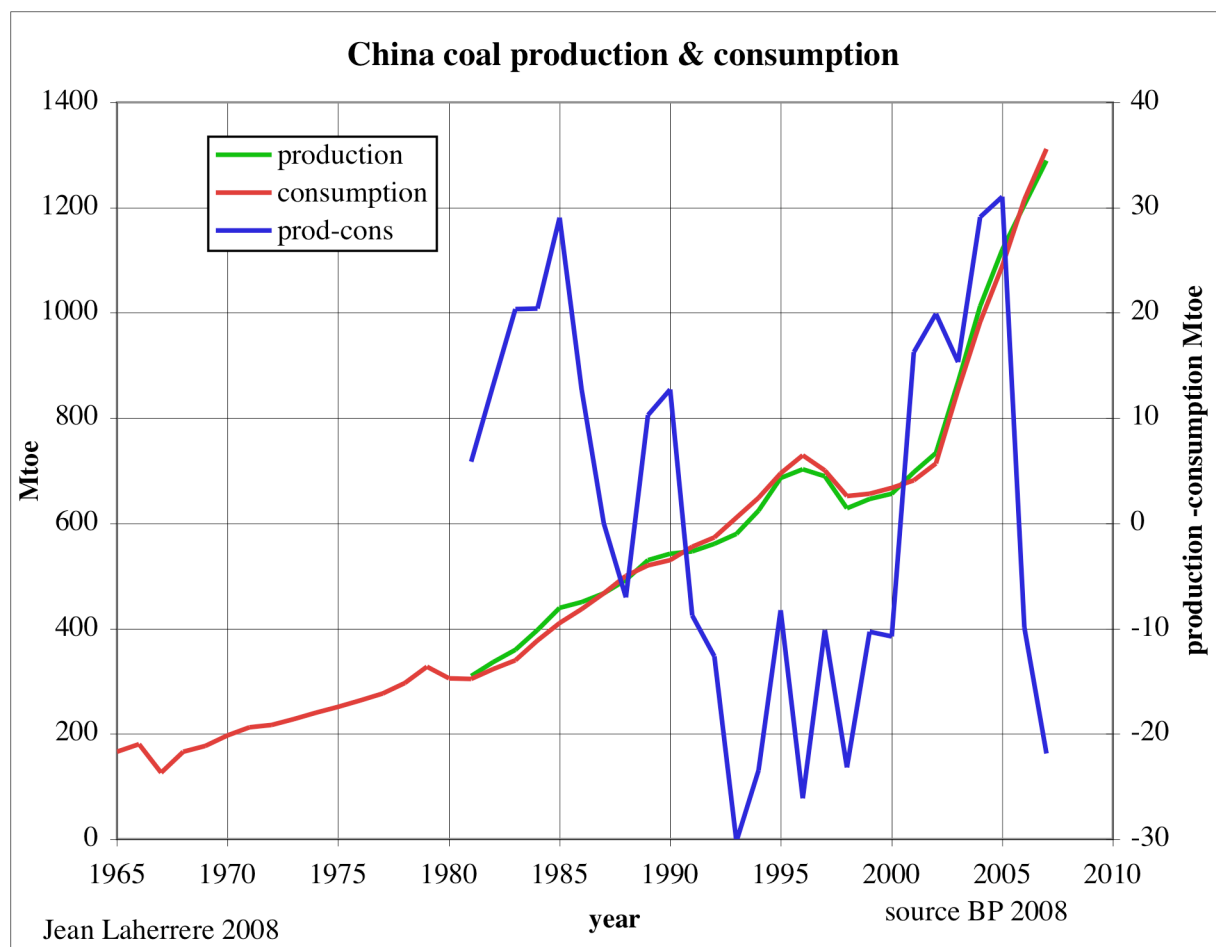
Les principaux pays producteurs sont la Chine, les US, l'ex-URSS et l'Inde

Figure 49: production de charbon en Chine, ex-URSS, Russie et Inde



La production de charbon a bondi en Chine, mais quid du futur?

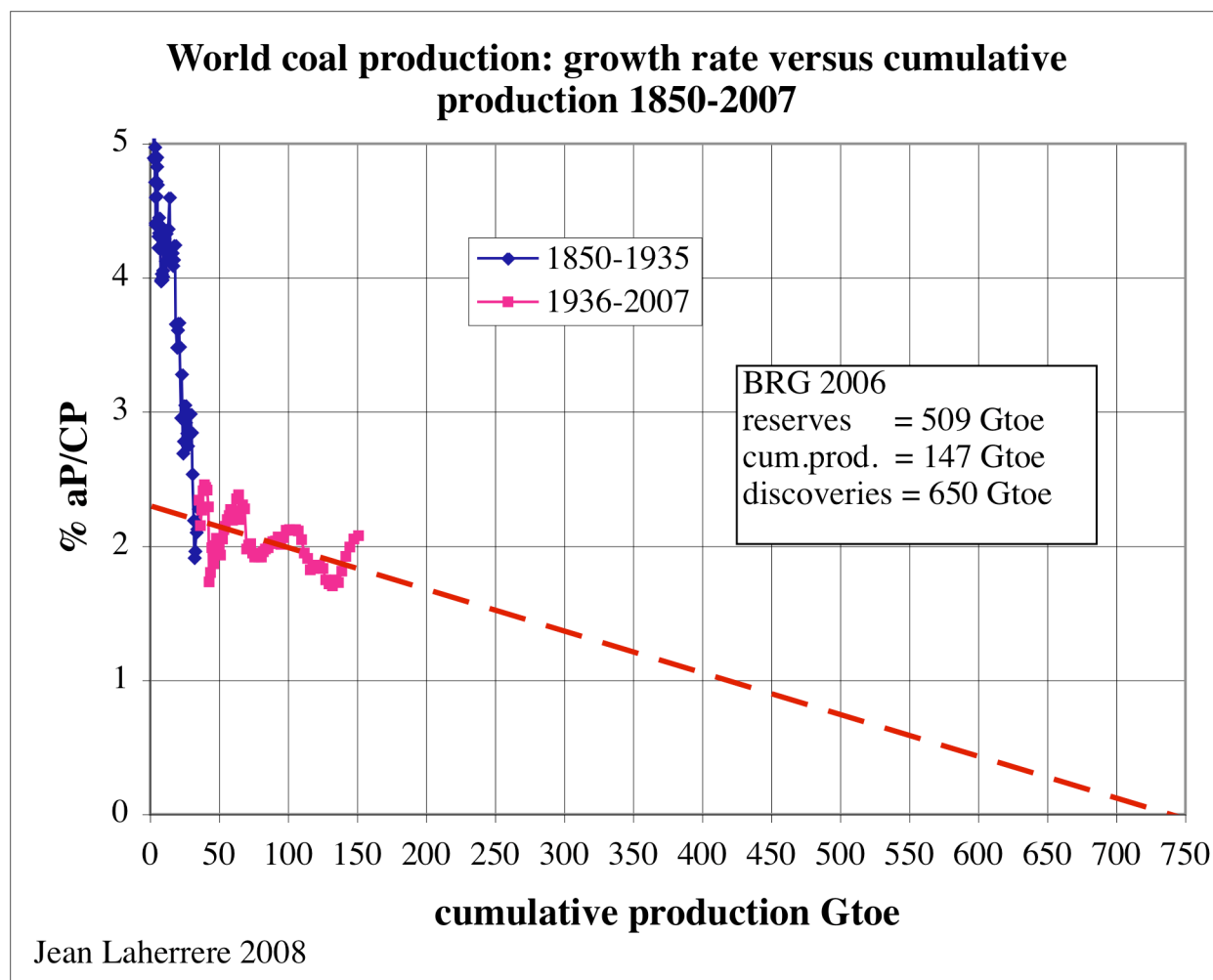
Figure 50: production et consommation de charbon en Chine



La Chine doit maintenant importer du charbon et arrête les nouveaux projets de CTL (hors les 2 en cours de completion a Shenhua pour moins de 100 000 b/d)

Pour la production mondiale de charbon, la linearisation d'Hubbert est incertaine

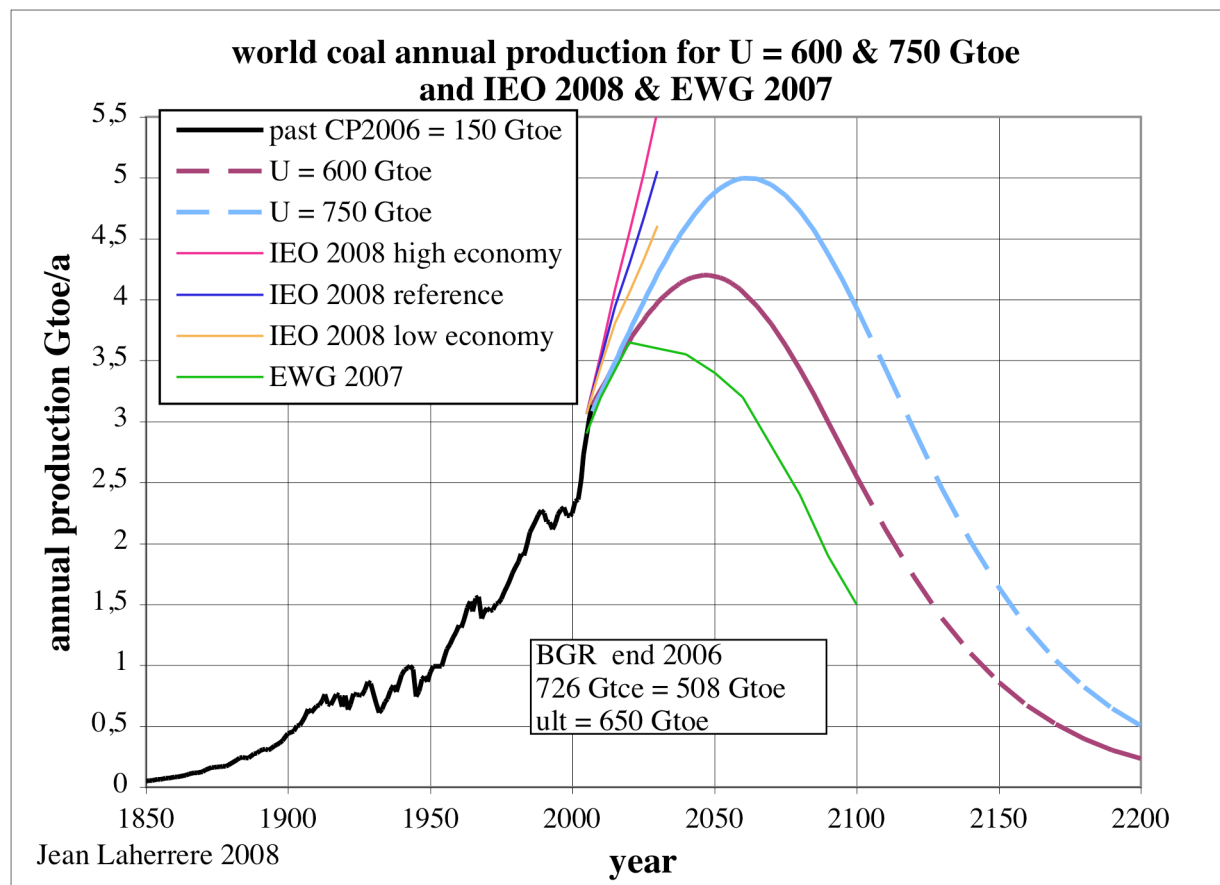
Figure 51: production mondiale de charbon: Linearisation d'Hubbert



L'extrapolation d'un trace chaotique est très peu fiable, de même que les estimations officielles sur les réserves. Le BGR (Geosciences Allemagne) estime les découvertes à 650 Gtep, mais l'EWG (energy watch group = autres experts énergétiques allemands) est plus pessimiste.

La production future est modélisée avec les 2 ultimes de 600 et 750 Gtep.

Figure 52: production mondiale annuelle de charbon et prévisions pour U=600 & 750 Gtep et EIA & EWG

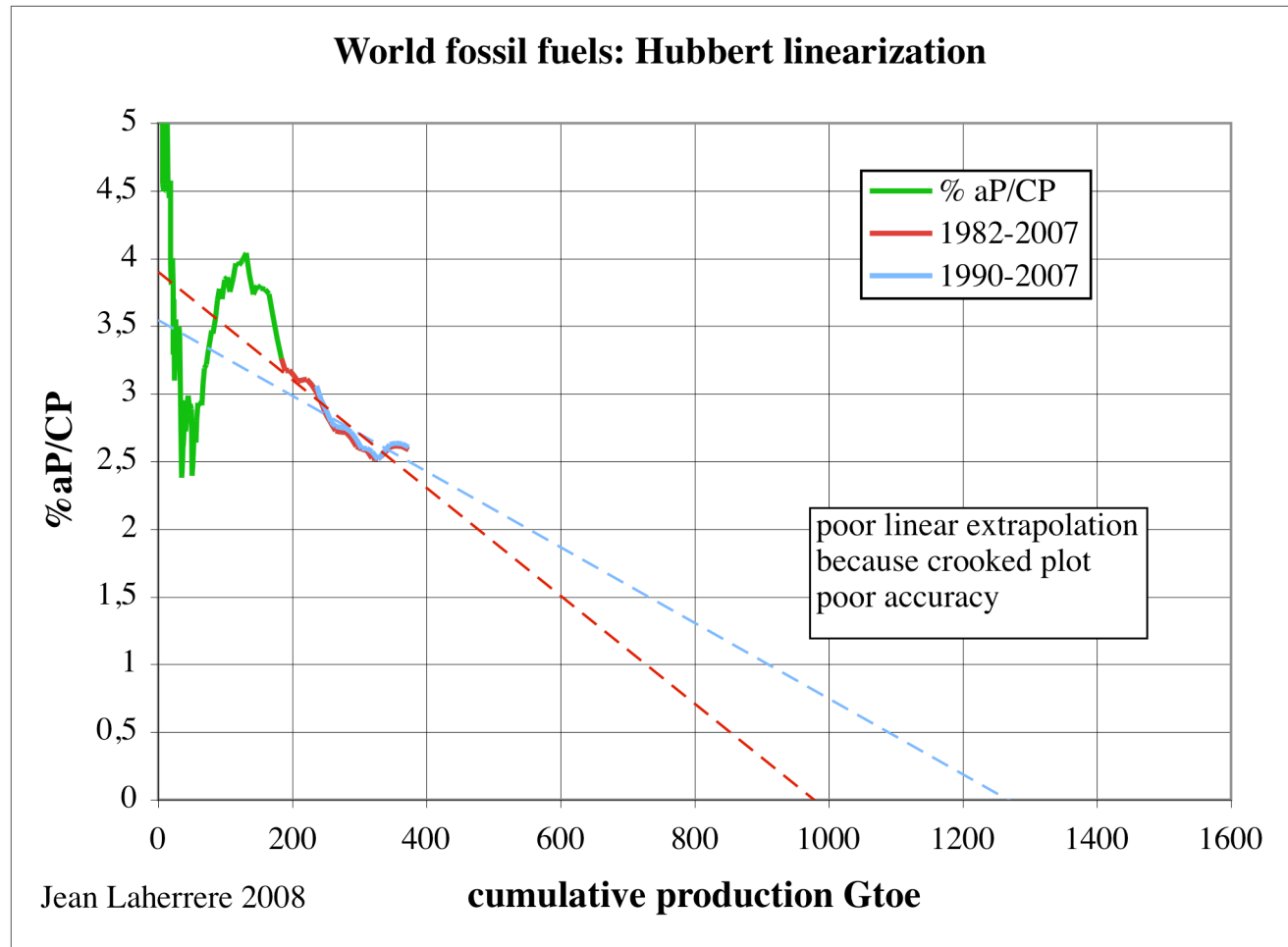


Le pic de production serait proche de 2050, alors que l'EWG le met vers 2025.

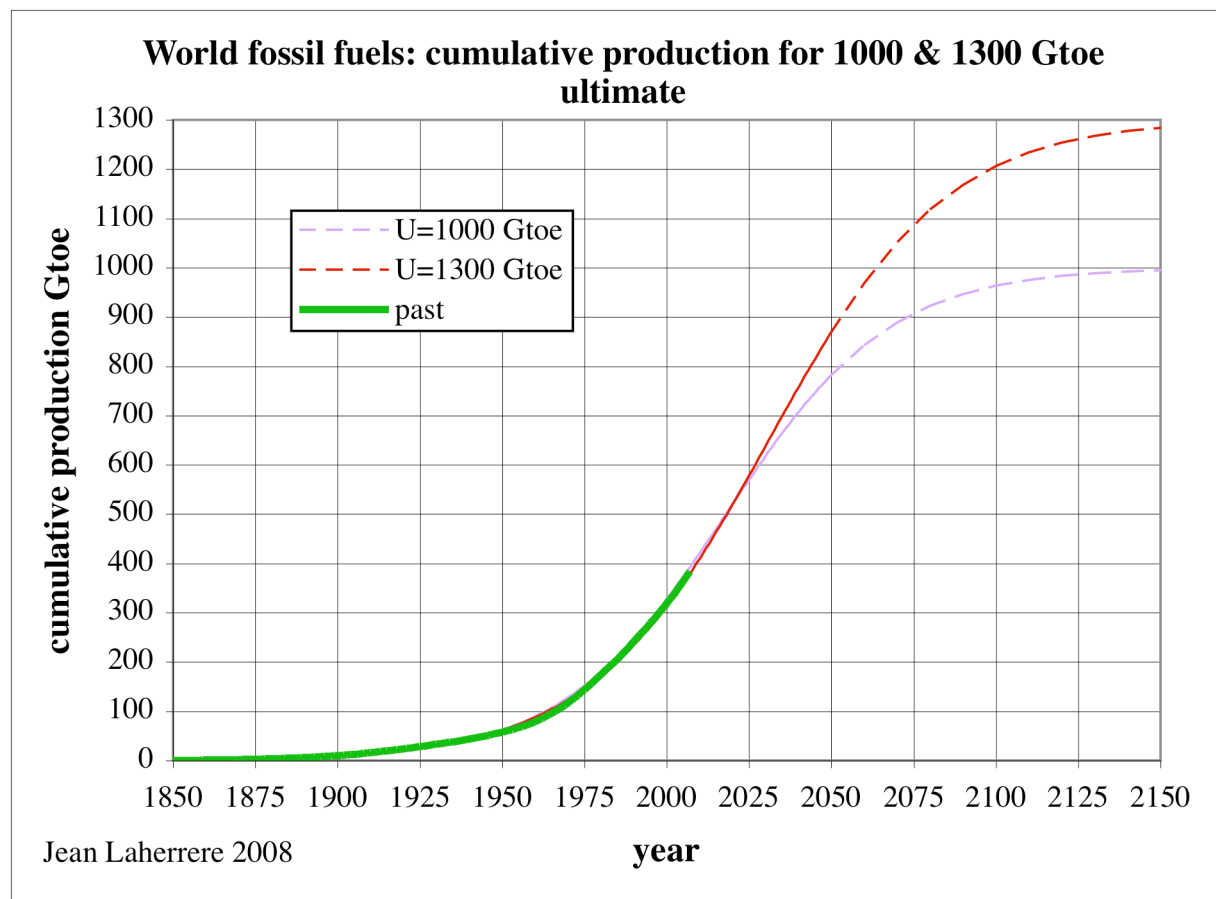
-4-combustibles fossiles = CF

La linearisation d'Hubbert est bancale, tendant vers un ultime de la production de CF entre 1000 et 1300 Gtep

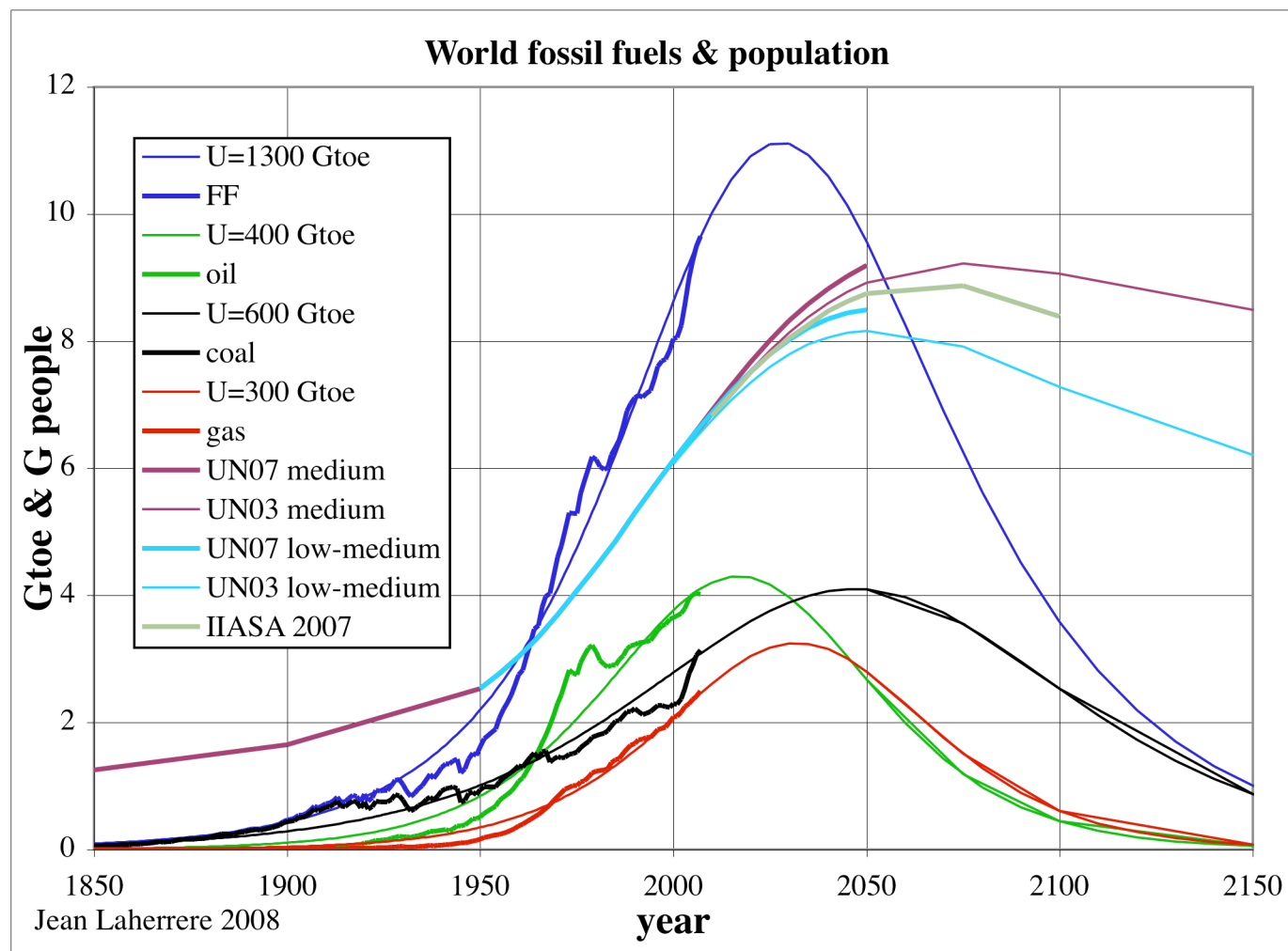
Figure 53: production de CF et linearisation d'Hubbert



La production cumulee des CF est modelisee facilement avec $U=1000$ ou $U=1300$ Gtep
Figure 54: production cumulee de CF et prevision pour $U=1000$ et 1300 Gtep



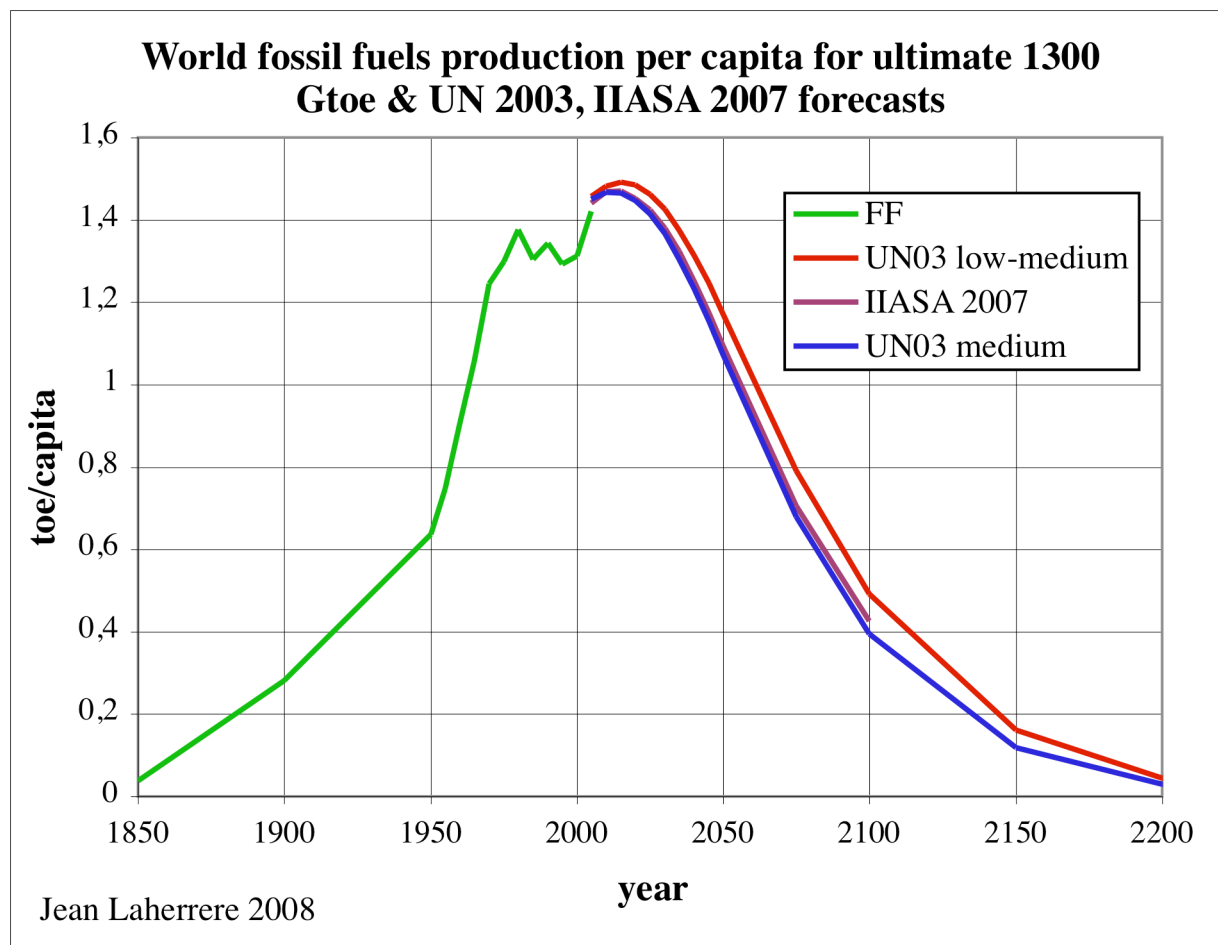
A partir des ultimes: charbon 600 Gtep, petrole 400 Gtep et gaz 300 Gtep, on peut (avec l'hypothese de non contrainte autre que l'offre) prevoir un pic pour chacun, avec aussi un [pic de la population autour de 2050](#)
 Figure 55: production mondiale annuelle de **petrole, gaz et charbon** et population 1850-2150 (UN et IIASA)



Pic du petrole vers 2015, du gaz vers 2025, du charbon vers 2050 comme la population.

La production (ou consommation) mondiale des CF par habitant a grimpe brutalement dans les années 50 mais a plafonné depuis 1975 à 2000 à 1,3 tep/hab, on peut prévoir que la consommation pourra rester à 1,5 tep pendant encore 20 ans pour décliner fortement ensuite ; Il faut profiter de ces 20 ans pour prévoir le remplacement par d'autres énergies et par une meilleure distribution entre pays riches et pays pauvres.

Figure 56: production de combustibles fossiles par habitant 1850-2200



-5-Energie primaire

Il est difficile de tracer un bon historique de l'énergie primaire depuis plusieurs siècles

Figure 57: energie primaire mondiale 1850-2007

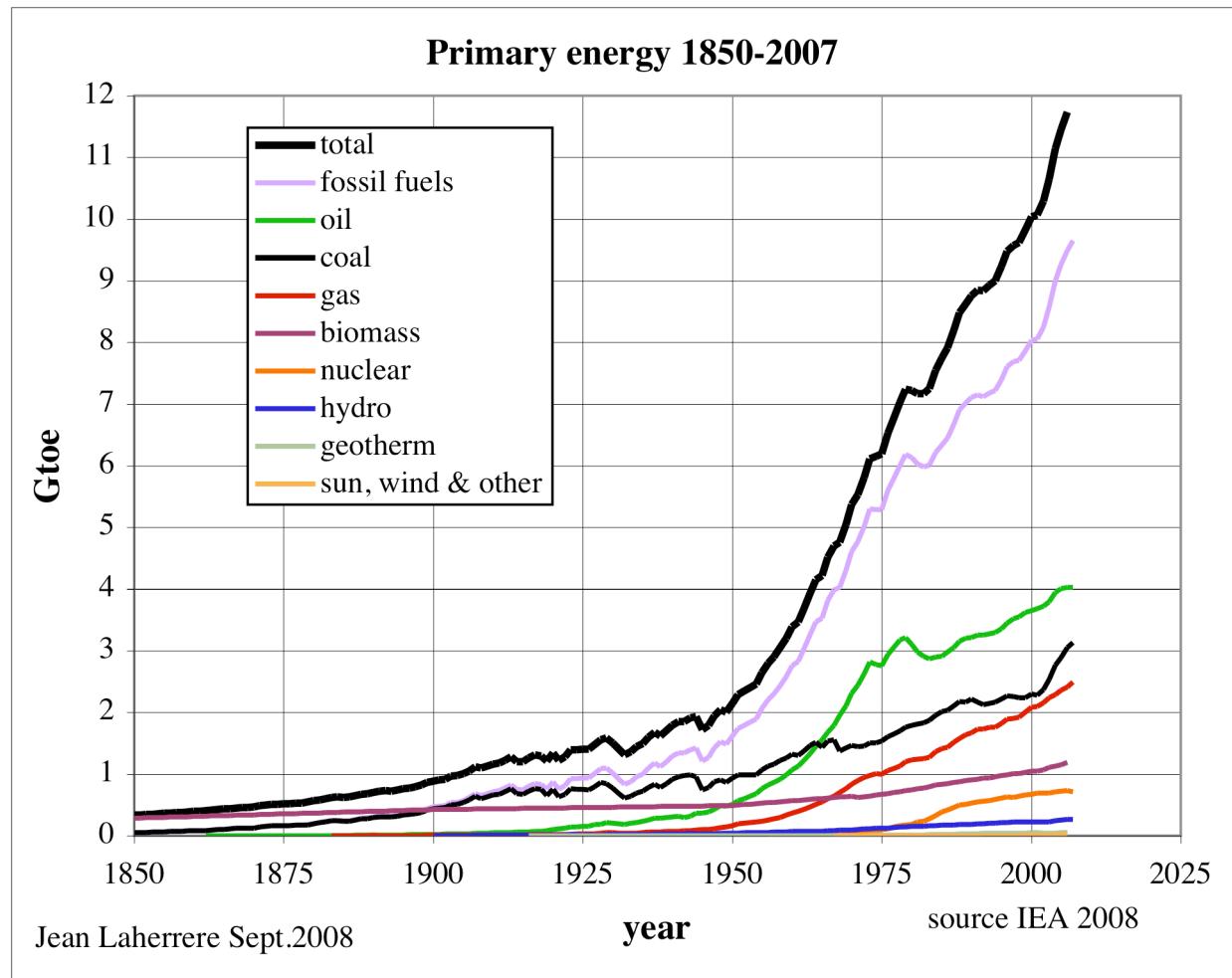


Figure 58: energie primaire mondiale: linearisation d'Hubbert

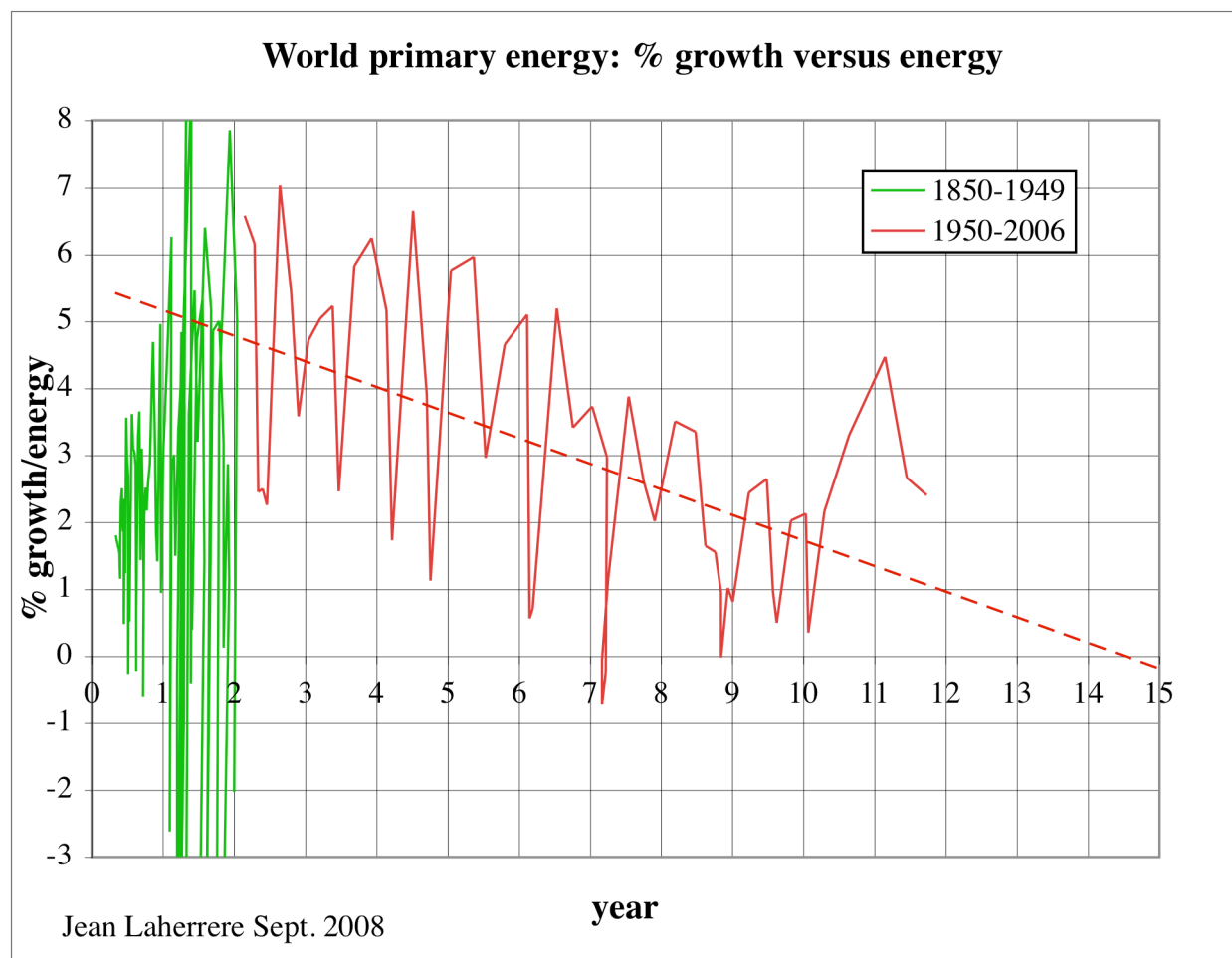


Figure 59: energie primaire et prevision avec courbe en S ou en cloche pour U=15 Gtep

