

## **Bilan de mes présentations de 2004 à 2014**

Les affirmations sans données n'ont aucune valeur, mais l'interprétation des données demande un sens critique sur leur fiabilité et de l'imagination dans leur présentation.

Les graphiques (images) sont essentiels, mais il faut bien les expliquer :

La meilleure façon de prouver que les prévisions que je vous montre ont des chances de se réaliser est de comparer mes prévisions anciennes aux élèves OSE avec la réalité :

- HEC 2004 «Problèmes énergétiques d'aujourd'hui et de demain« Table Ronde « Et l'énergie dans 20 ans ? »
- Sophia 2007 «Production future, réserves des combustibles fossiles»
- Sophia 2008 « Production future (réserves) des combustibles fossiles»
- Sophia 2009 «Production future (réserves) des combustibles fossiles en 2009 et ses impacts»
- Sophia 2010 «Perspectives énergétiques en 2010» 25 octobre
- Sophia 2011 «Energie, Nature et les hommes»
- Sophia 2012 « mise à jour Energie, Nature et les hommes du cours 2011»
- Sophia 2013 «Actualisations de mes cours depuis 2007 »
- Sophia 2014 «Quoi de neuf dans la production d'énergie »

Il faudrait ajouter mes présentations au Club de Nice de 2014, 2013, 2012, 2011, 2010, 2009, 2008, 2007, 005.

Les adresses internet se trouvent sur ma biblio [http://aspofrance.viobloga.com/files/JL\\_biblioMay2015.pdf](http://aspofrance.viobloga.com/files/JL_biblioMay2015.pdf)

J'ai choisi les textes (mis en italique) et les graphiques les plus intéressants de ces 9 présentations en ajoutant un graphique actualisé si nécessaire et quelques mots de commentaires :

**-HEC 2004**

*-what was born will die: sun, earth, mankind, and civilization*

*-constant growth has no future in a limited world: bacteria doubling every half an hour in a world without constraints will occupy the solar system in one week and the universe in 11 days!*

*-several peaks and symmetrical cycles as Atlantic cod rise, fall and extinction*

Figure 1: Cod landings for Northern Atlantic Fisheries Organization

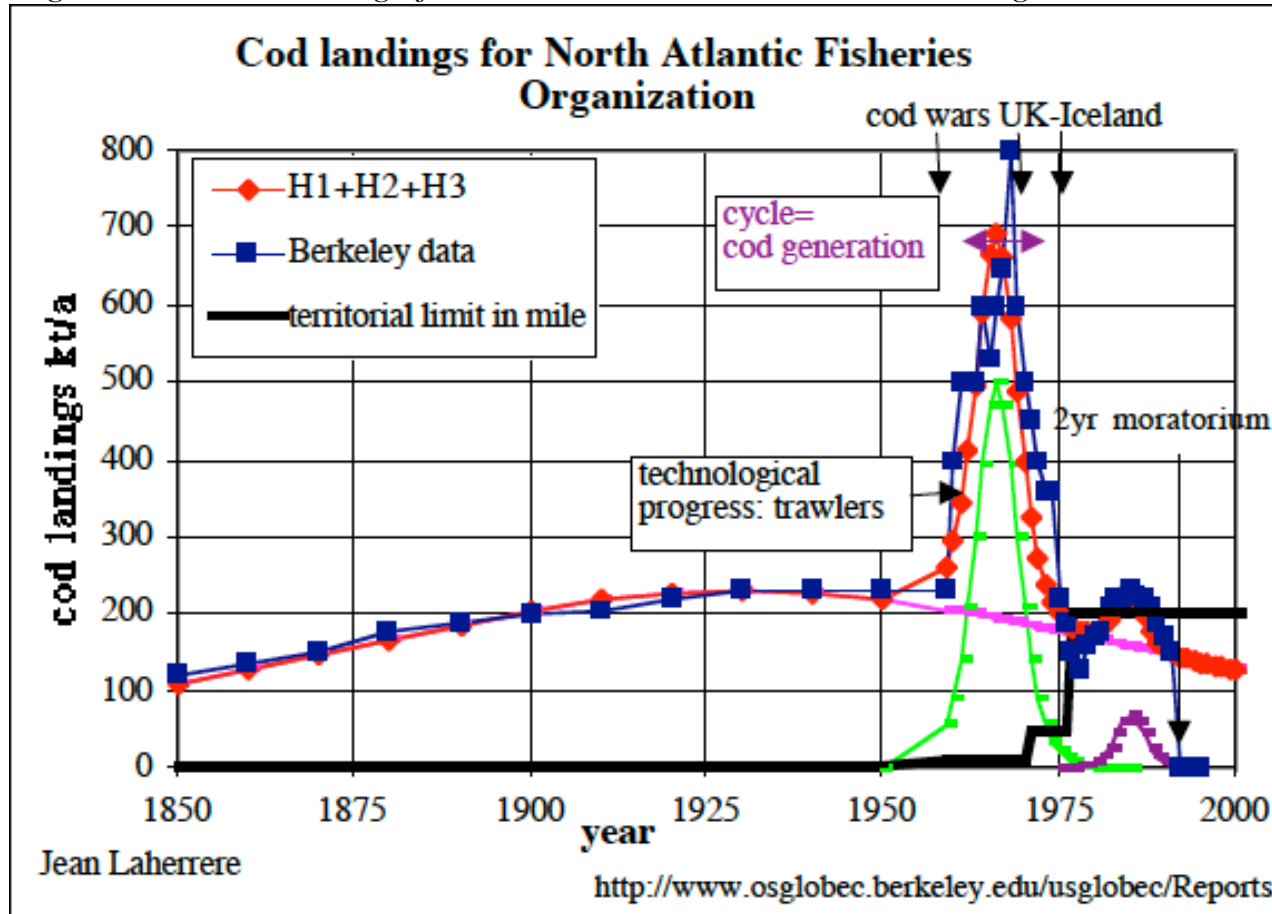
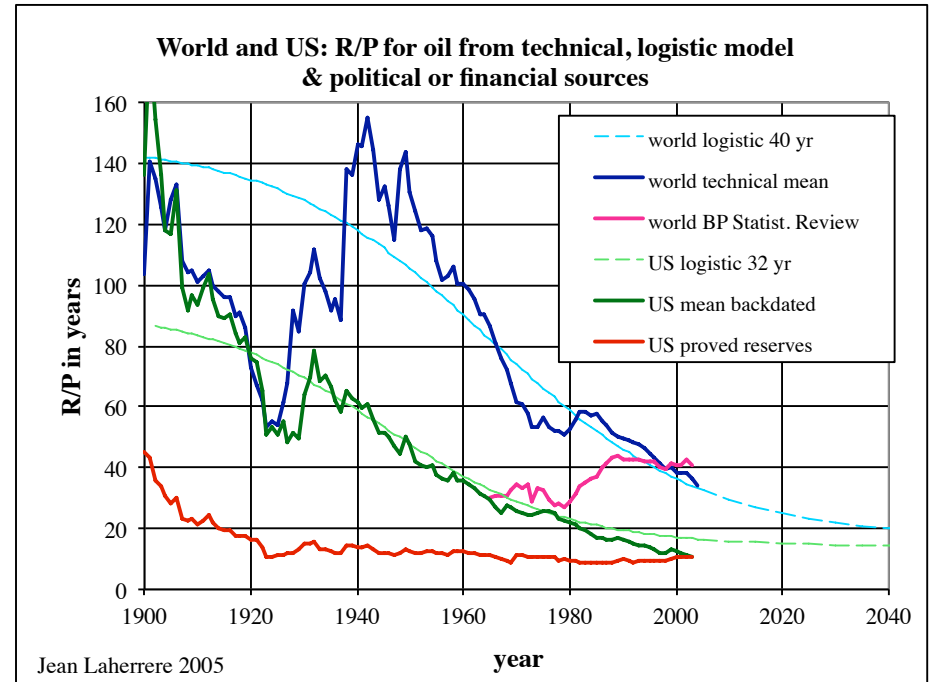
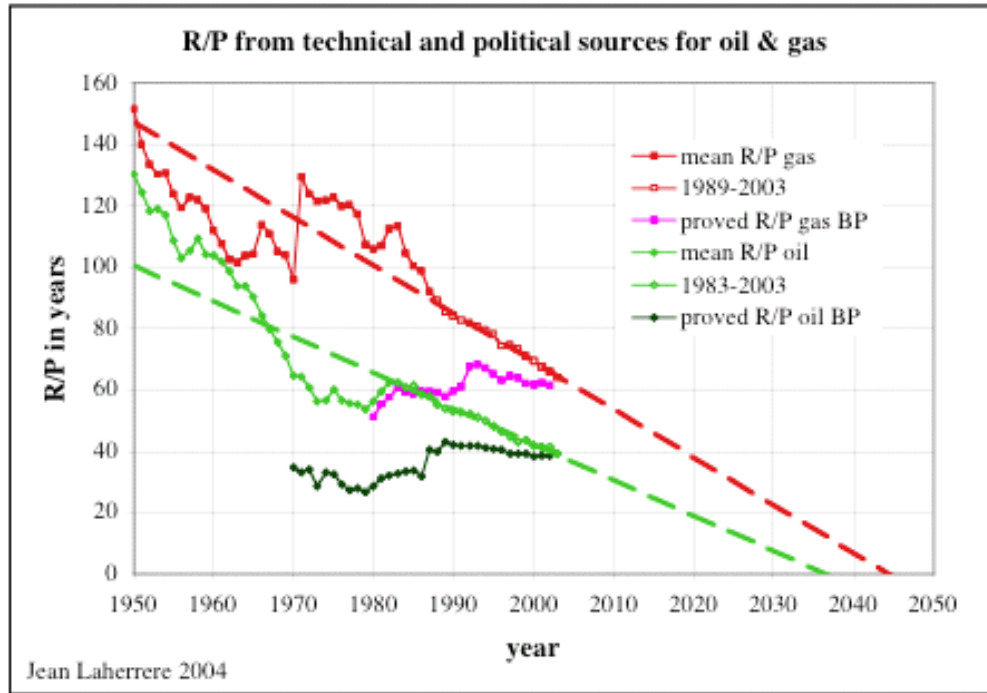


Figure 12: R/P from technical and political sources for oil & gas

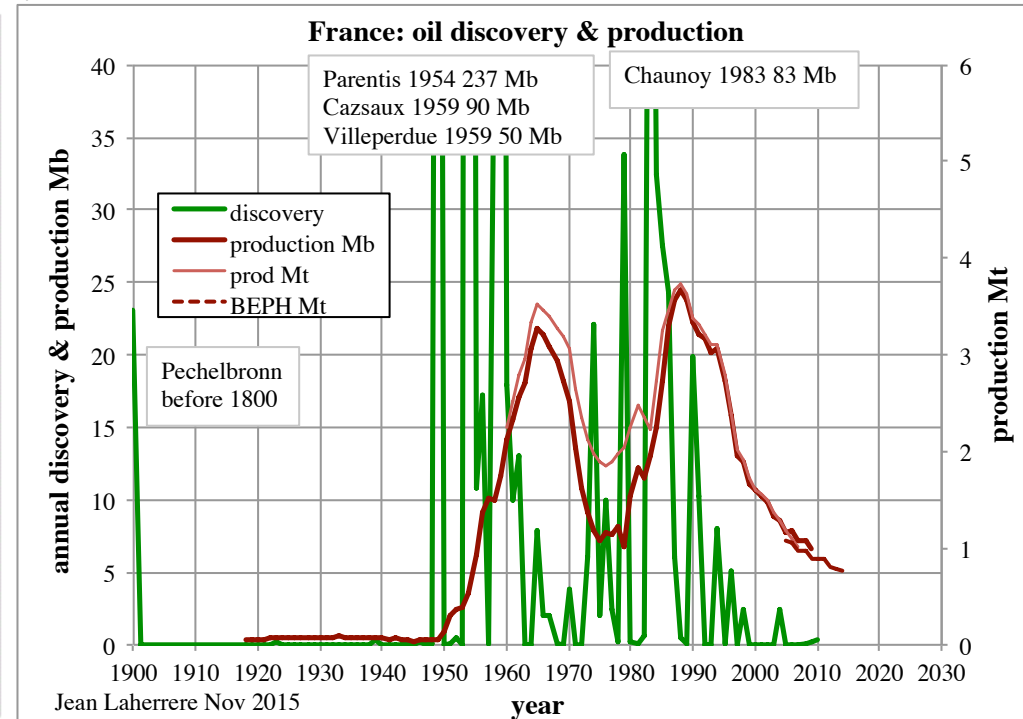
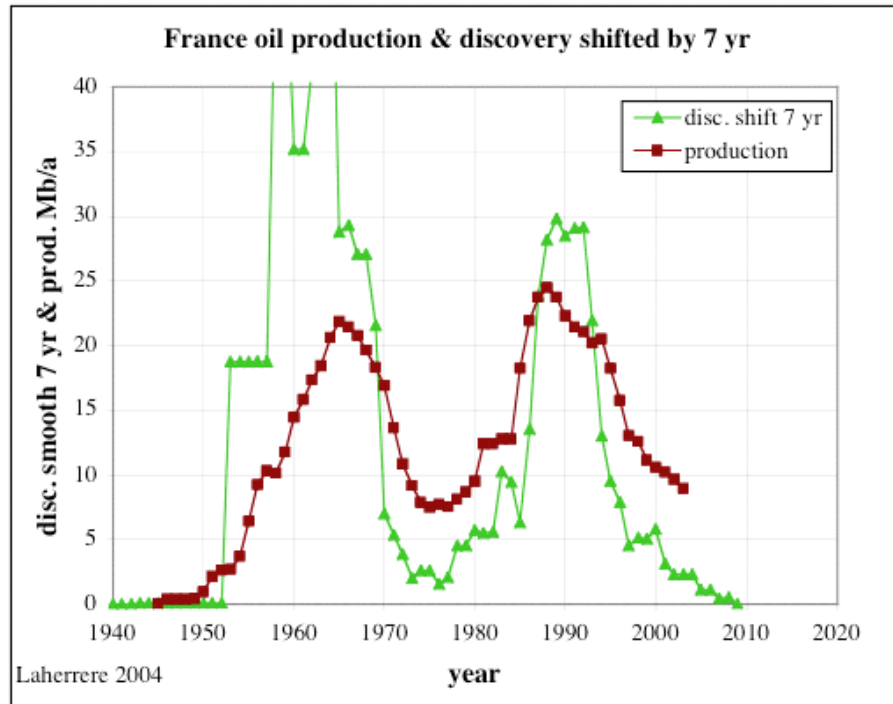


En 2004, j'ai utilisé une extrapolation linéaire, pensant que les réserves seraient nulles en 2050, mais un papier d'Emmanuel Broto (ASPO Pisa 2006 « General method to set up infinite limit of R/P ») a montré que le R/P tend vers une asymptote et non vers zéro : [ce graphique 2004 est donc faux, car le modèle est faux](#)

Le graphique de 2005 tend vers une asymptote de 20 ans pour les réserves techniques du monde 2P (prouvé + probable). On ne peut pas estimer quand les réserves seront nulles. Le R/P aux US est de 10 ans environ depuis 80 ans et cela continuera jusqu'à la fin : le dernier baril sera produit avec en réserves 10 barils qui deviendront alors des ressources.

France oil discovery displays two discovery cycles as production and a shift of 7 years (France was more in needs than the US and developed as soon as possible their discoveries) that gives a good fit in peaks between discovery and production

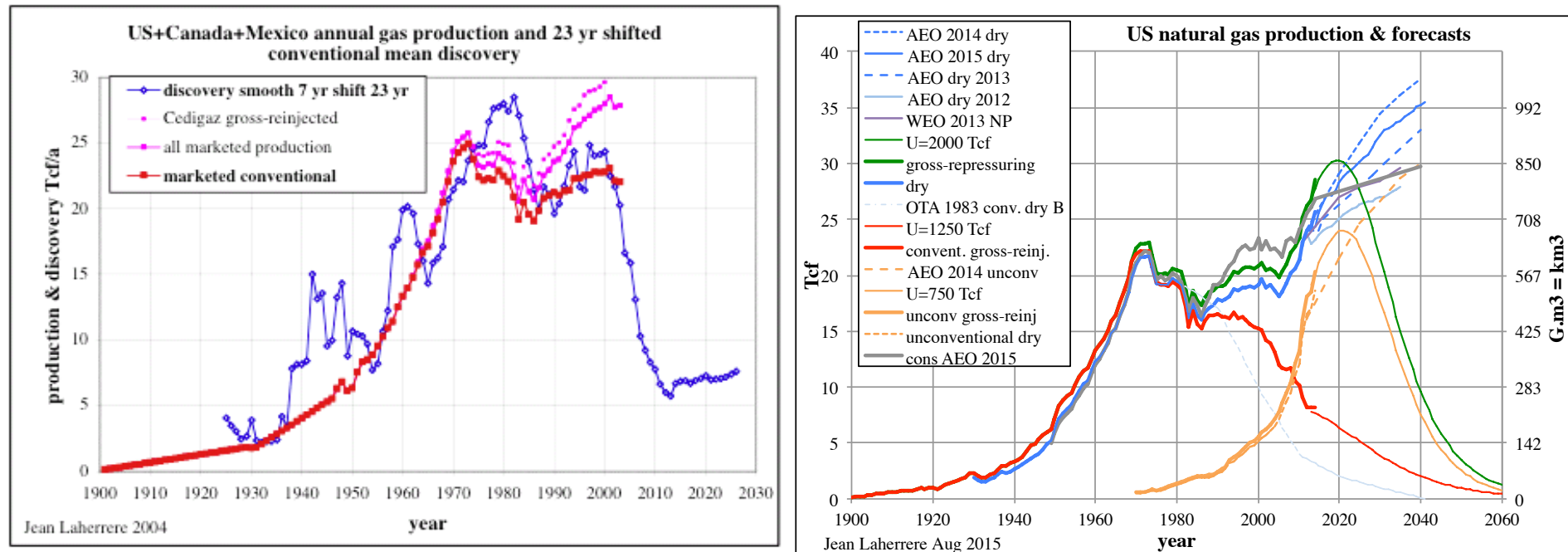
Figure 15: France oil production and shifted discovery



La production jusqu'en 2014 est en ligne avec le graphique de 2004 ou la production suit avec 7ans de retard les découvertes.

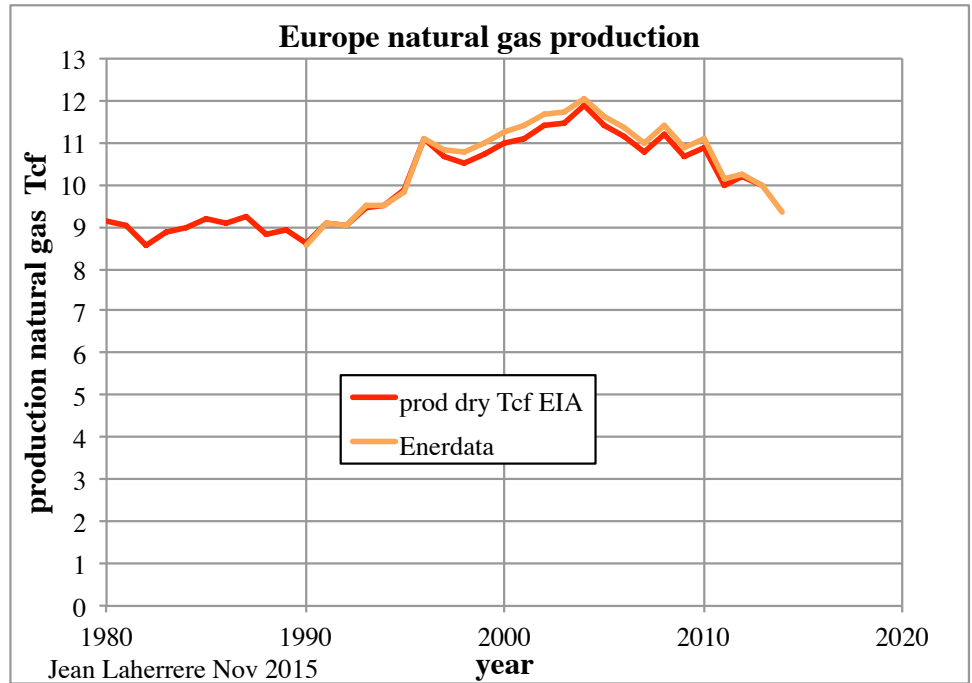
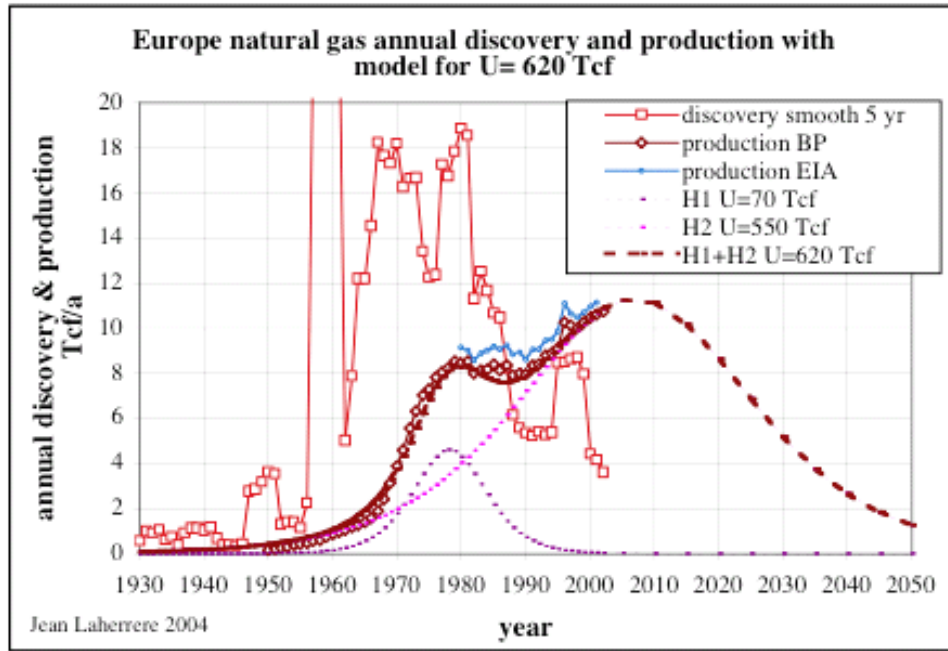


Figure 28: US+Canada +Mexico annual conventional gas production and shifted discovery



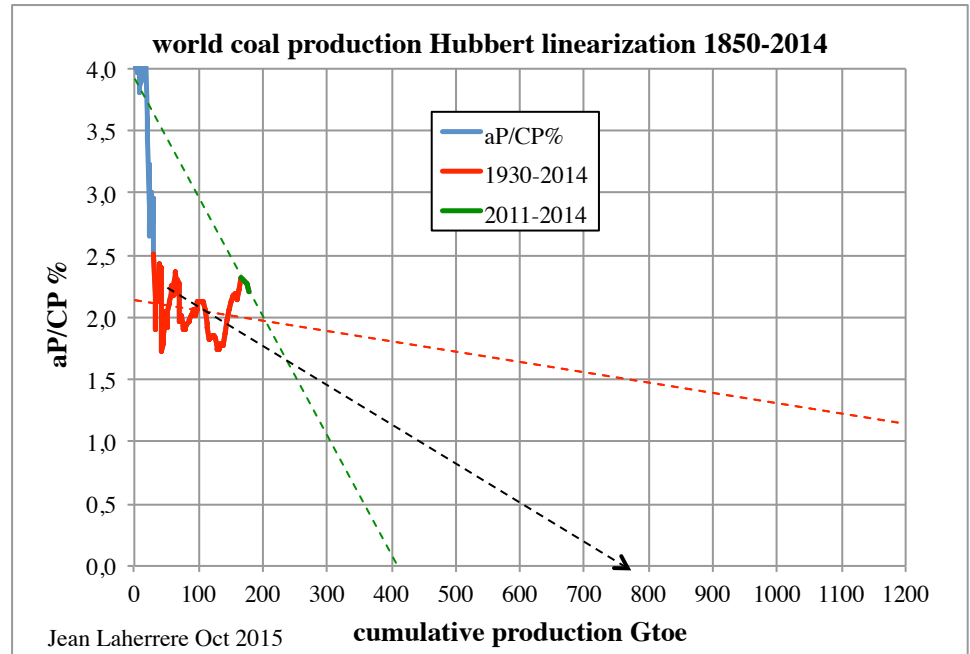
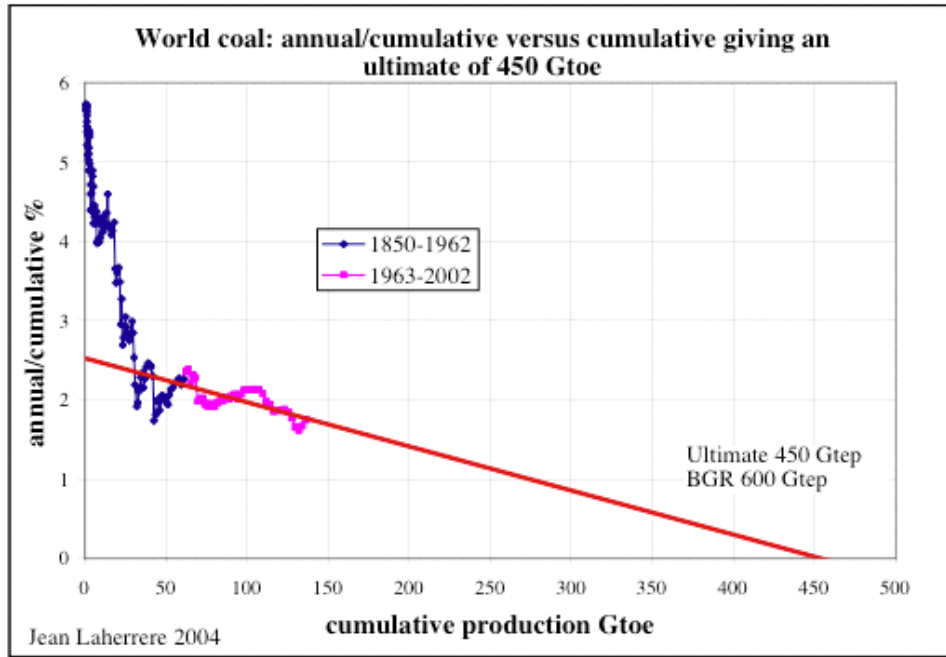
L'idée est que la production suit avec un certain décalage la courbe des découvertes comme le montre les découvertes et la production en France. Pour le gaz conventionnel d'Amérique du nord en rouge en 2004 doit décliner pour suivre le déclin des découvertes décalée de 27 ans : le graphique de 2015 montre que la production de gaz conventionnel décline bien comme prévu en 2004.

Figure 30: Europe annual gas production and discovery



En 2004 je prévoyais un pic de la production de gaz en Europe vers 2005, la courbe en 2015 confirme cette prévision.

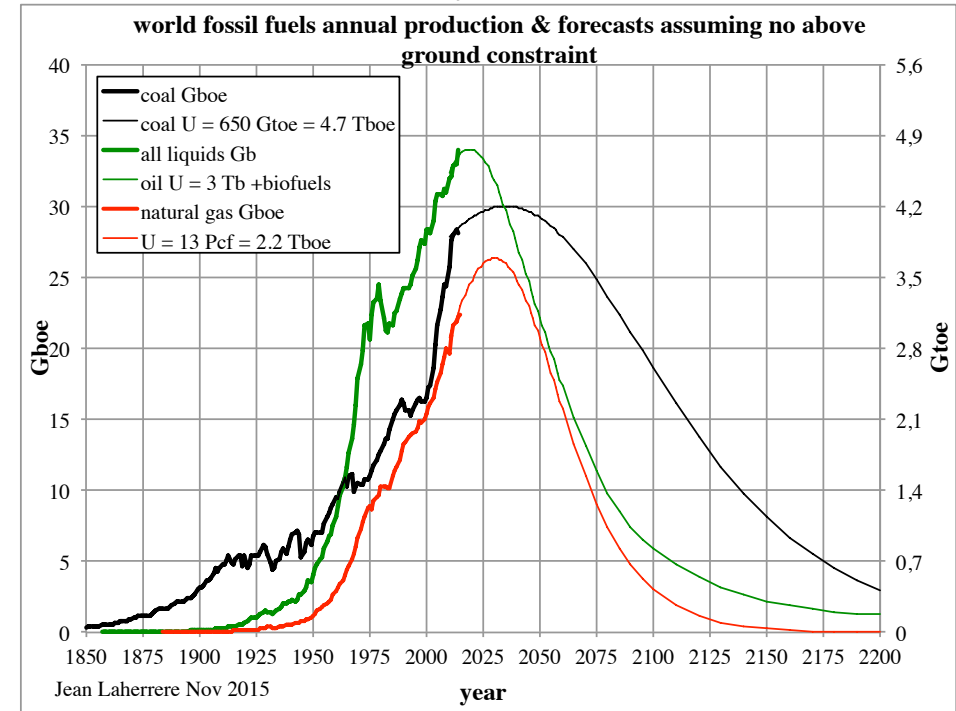
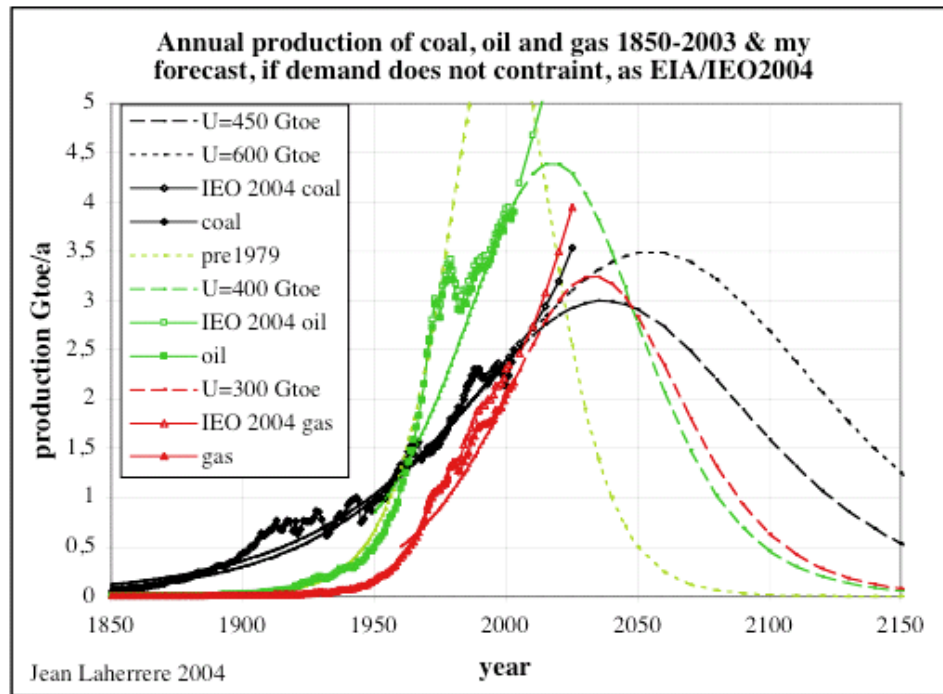
Figure 35: World coal annual/cumulative versus cumulative production giving an ultimate of 450 Gtoe



L'extrapolation linéaire de la croissance en pourcentage de la production versus la production cumulée est un pis-aller pour estimer les réserves ultimes la tendance en 2004 allait vers 450 Gtep, l'extrapolation en 2015 est chaotique et ne peut rien estimer.

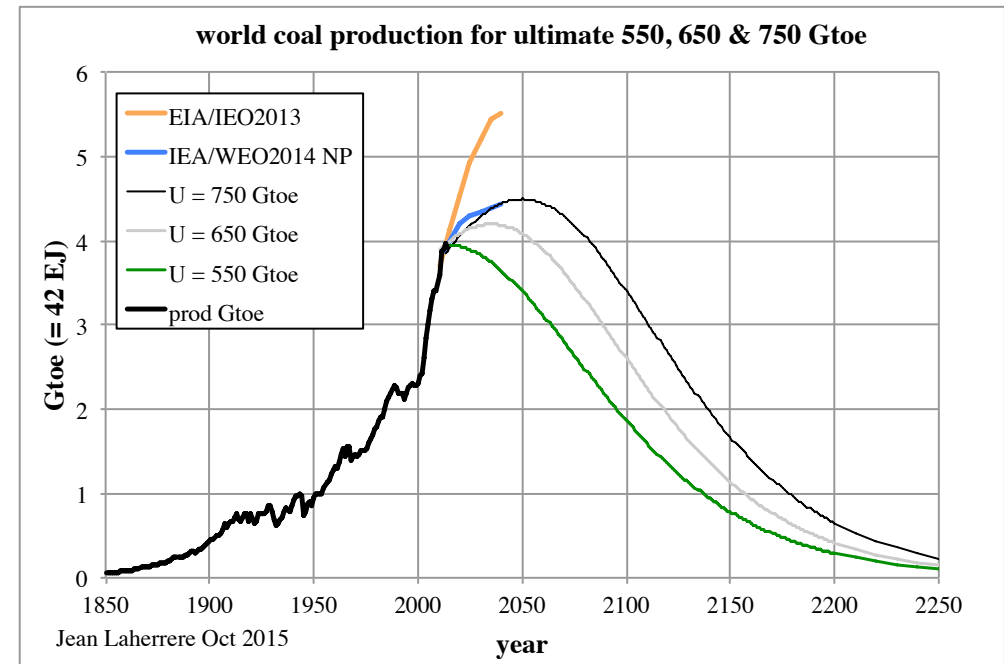
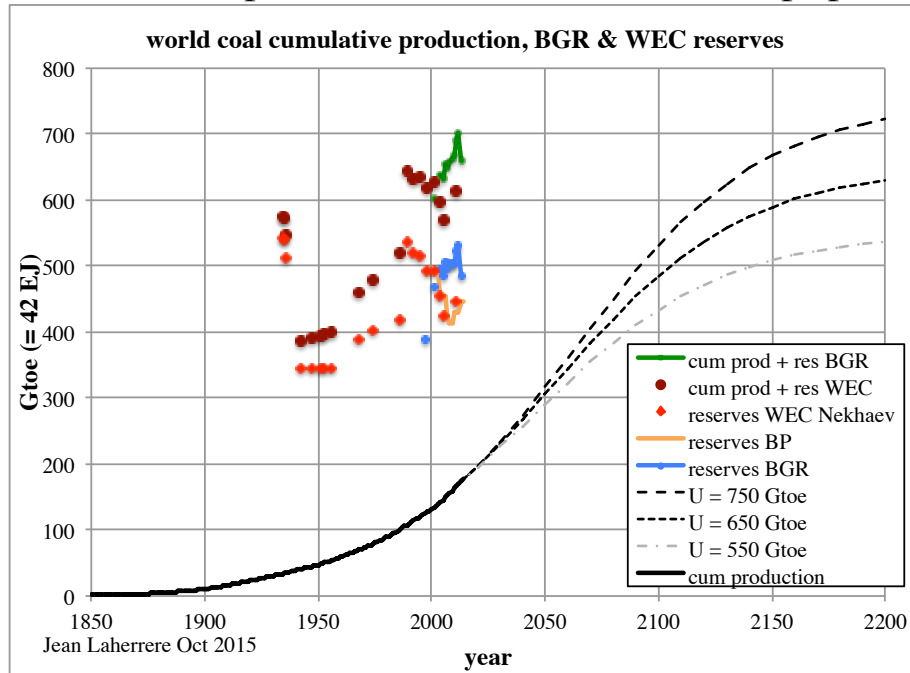
Coal is modeled with Hubbert curve for two ultimates (450 and 600 Gtoe) as the oil for 400 Gtoe (3 Tb) and gas for 300 Gtoe (12 Pcf). Coal peak is reached in 2035 (U=450 Gtoe) & 2055 (U= 600 Gtoe), far from the reported 250-year life in most medias.

Figure 36: World annual production of coal, oil and gas with models and USDOE forecasts



La prévision 2015 est différente surtout pour le charbon suite à l'explosion de la production en Chine de 2001 à 2014 ; L'ultime mondiale de charbon est passé de 450-600 Gtep en 2004 à 750 Gtep en 2010 et retour à 650 Gtep en 2015 avec fourchette 550-750.

Les estimations des réserves restantes mondiales de charbon sont difficiles et les meilleurs sources sont le BGR (Bureau des ressources & géosciences en Allemagne) et le WEC (Conseil Mondial de l'Énergie) : elles sont extrapolées pour obtenir une fourchette des ultimes 550-750 Gtep qui donnent un pic de charbon différent allant de maintenant à 2050. Les prévisions de l'USDOE/EIA 2013 semblent irréalistes et celles de l'AIE/WEO 2014 New Policies proches de mon ultime 750 Gtep (pic 2050)



Le charbon est le combustible fossile le plus abondant, le moins cher à produire et le plus polluant : il a été le premier à être produit et sera sans doute le dernier

-Energy mix

-some energy figures in Mtoe

volcanic eruptions date	energy Mtoe
Tambora 1815	20 000
Krakatoa 1883	24
St Helens 1980	20
Hiroshima bomb 1945	0,003
World oil production 2003	3 700
World primary energy 2003	10 000

-basic human needs: air = oxygen, water, food = energy, substitute= animals, *slaves (Roman Empire had 3 million slaves for 4 million free people)*, fuels, nuclear, solar, wind, waterpower, geothermy,

-energy mix, usually only commercial when many countries rely on non-commercial energy: wood, dung, *prehistoric societies were estimated to use 0.3 toe per capita to compare to 0.5 for India and 1.7 toe/cap for the world average today*

-draught animals are omitted, as horses to carry humans in a carriage when horsepower is counted in cars  
In the US (Ayres et al 2002) work animals peaked during the First World War at 27 millions and declined until 1960 replaced by about 8 millions tractors.

-most Europeans cities were built mainly with human muscle (coming from food) and watermills (500 000 in Europe in 1800).

-food would be added in the energy mix, but about 13 energy unit of fossil fuel is expended per energy unit of food supplied to each American (Pimentel et al 2003).

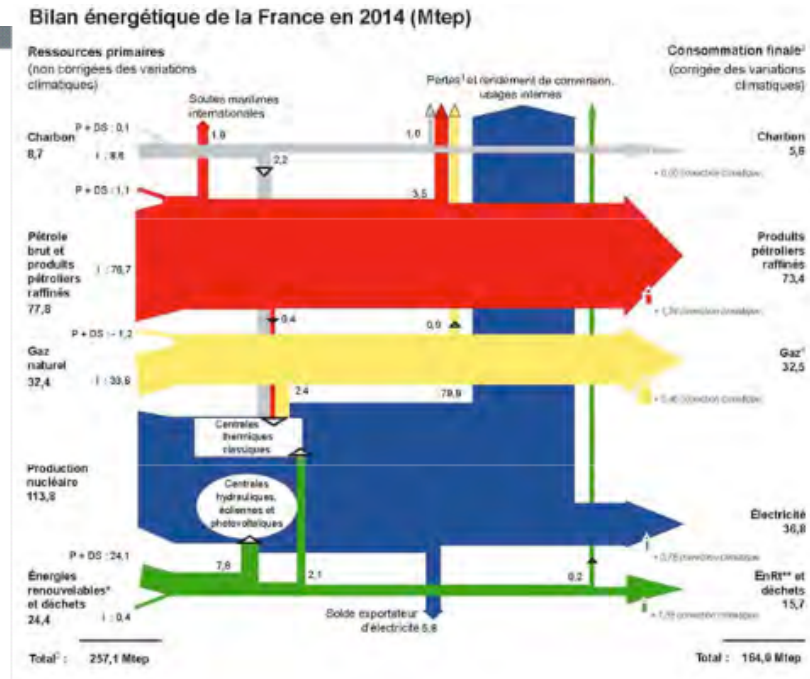
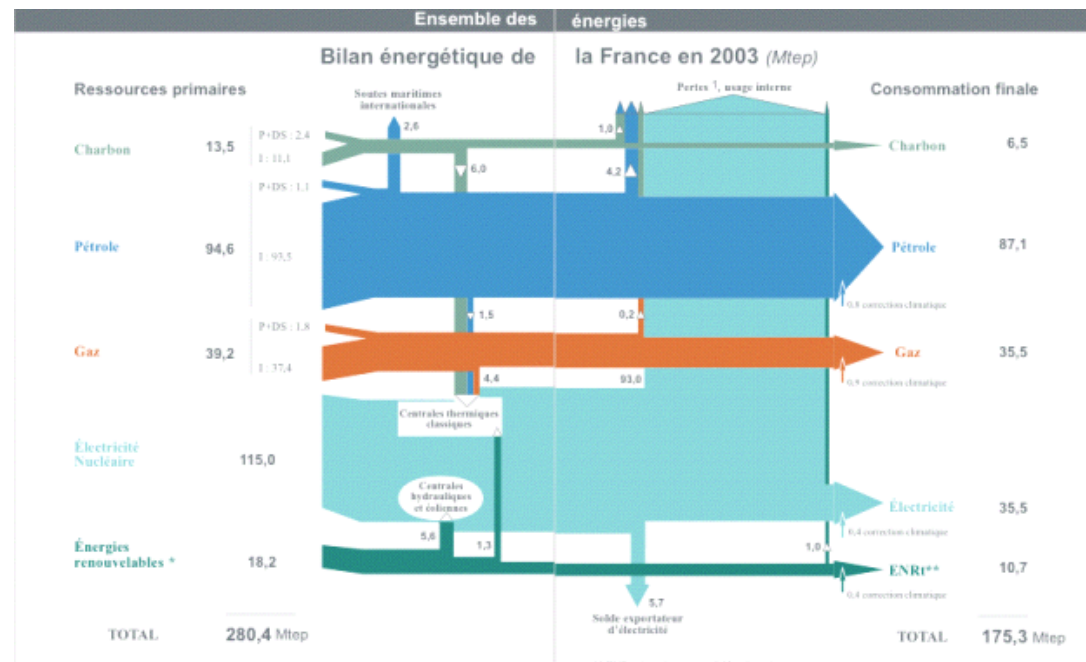
-loss between input (primary resources) and output final consumption) (as between the starting line where all equals and the arrival line where only one winner).

-energy chart for France

The loss for 2003 between primary energy (280 Mtoe) and final energy (175 Mtoe) is quite important.

Figure 39: France energetic flow in 2003 from 280 Mtoe to 175 Mtoe

en 2014



	2003	2014
entrée Mtep	280	257
sortie Mtep	175	165
%	63	64

En 11 ans, il n'y a donc aucun progrès notable pour améliorer notre efficacité !

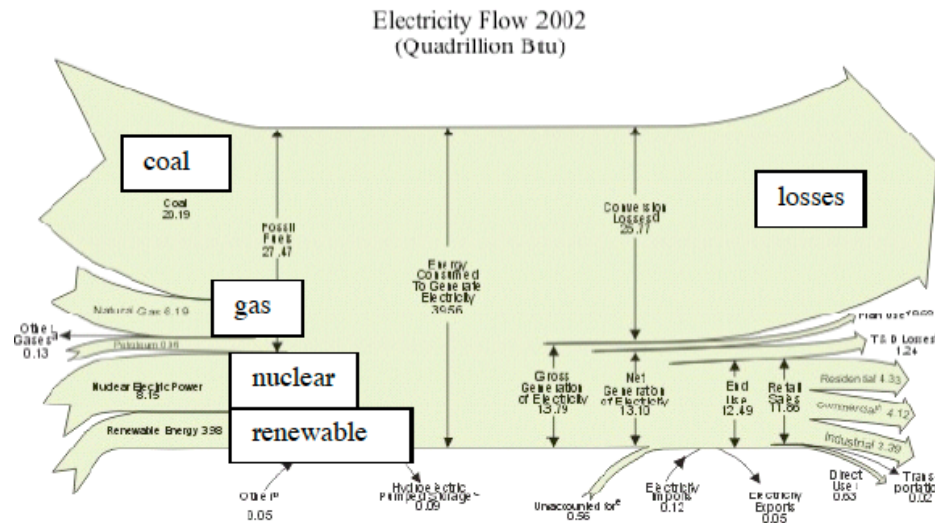


-US electricity flow: losses represent 65 %

Figure 40: US electricity flow in 2002

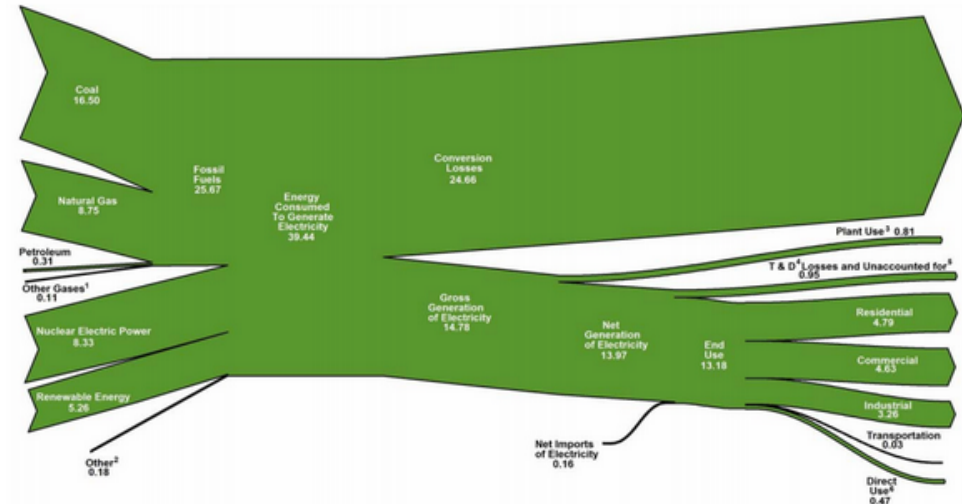
US Electricity flow 2002

Annual Energy Review 2002  
Posted: October 24, 2003  
Next Update: October 2004



en 2014

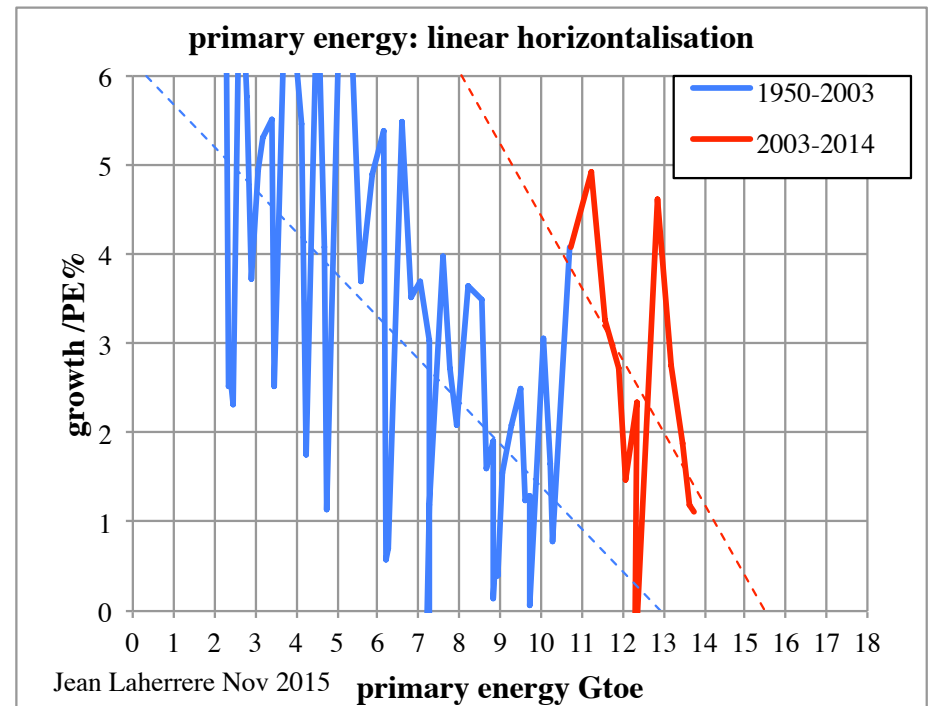
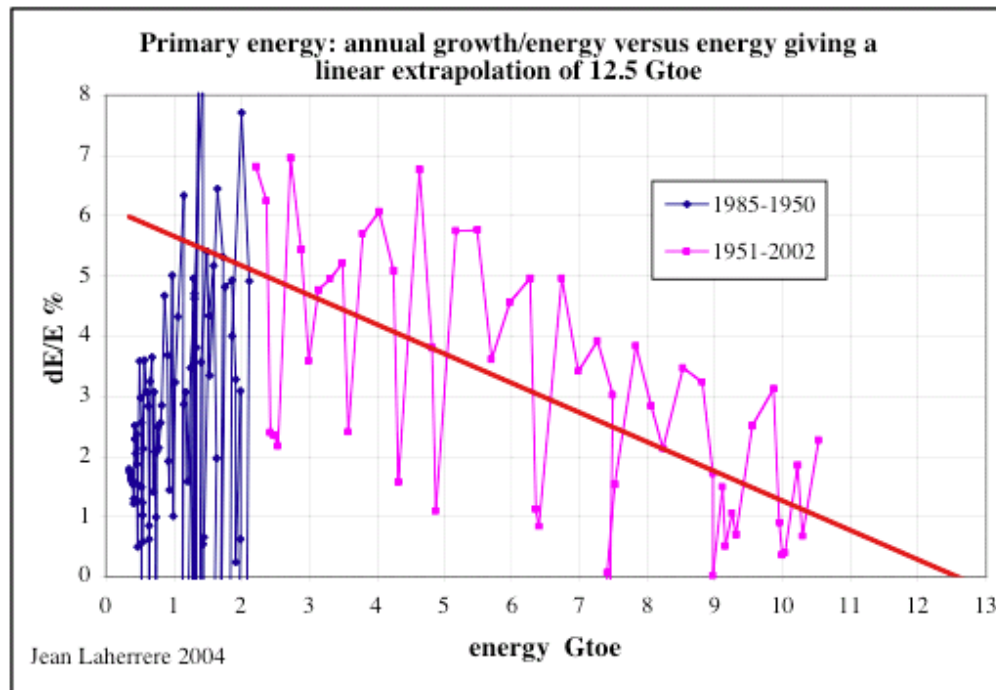
**U.S. Electricity Flow, 2014**  
(Quadrillion Btu)



pertes en 2014 63% contre 65% en 2002: peu de progrès en 12 ans  
L'homme comme la Nature gaspille beaucoup !



Figure 44: world primary energy annual growth/energy versus energy giving an extrapolation of 12.5 Gtoe en 2015

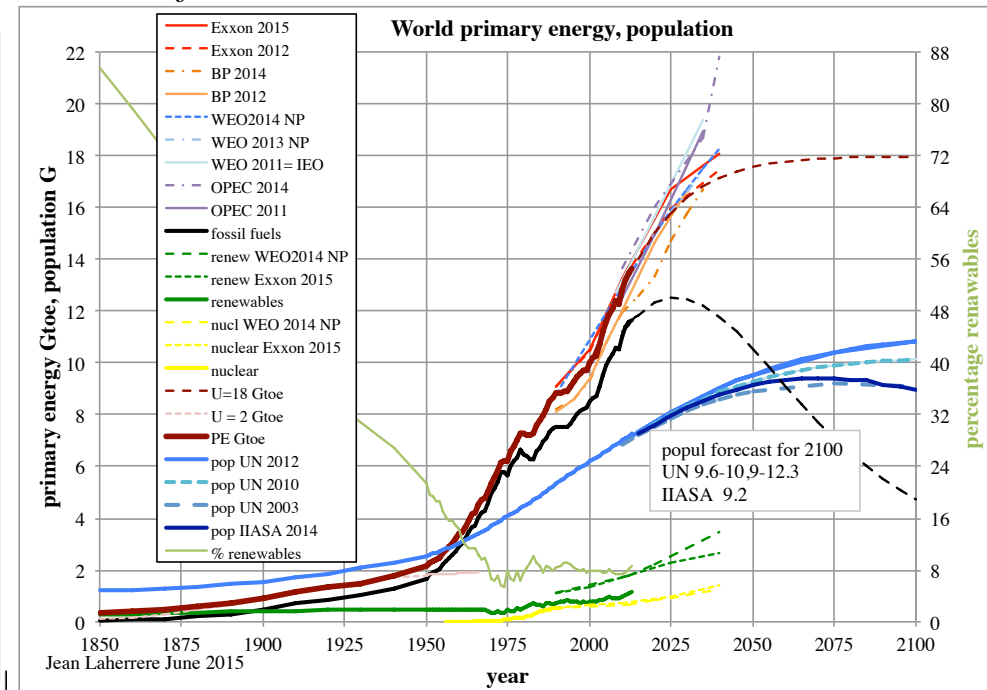
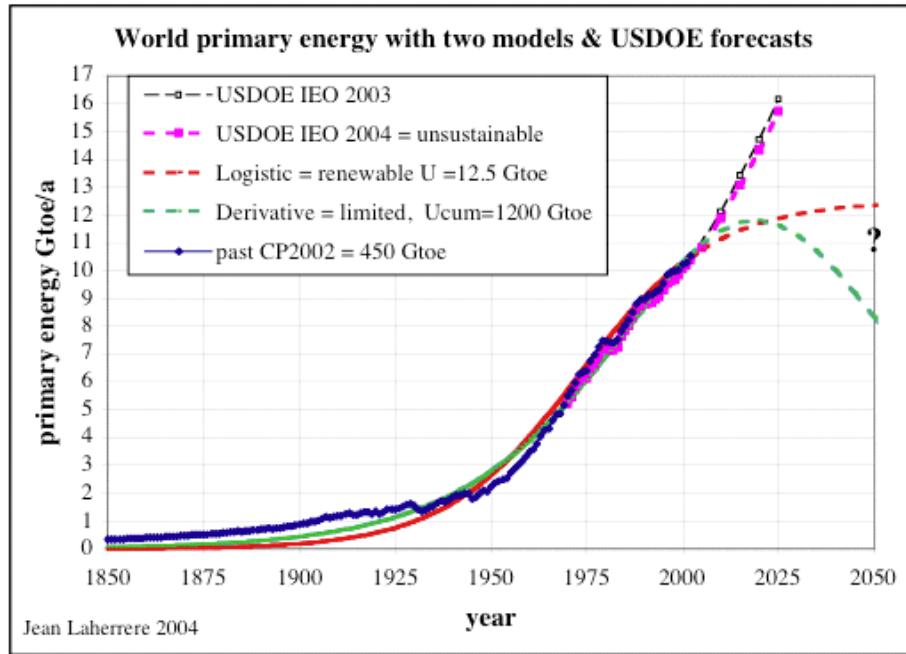


En 2004, l'extrapolation linéaire pour la période 1951-2002 tend vers 12,5 Gtep, en 2015 il tend pour la période 2003-2014 vers 16 Gtep

L'énergie primaire va bien vers une asymptote mais elle dépend beaucoup de la population dont la prévision est difficile : voir plus loin

Figure 45: World primary energy with two models and USDOE forecast

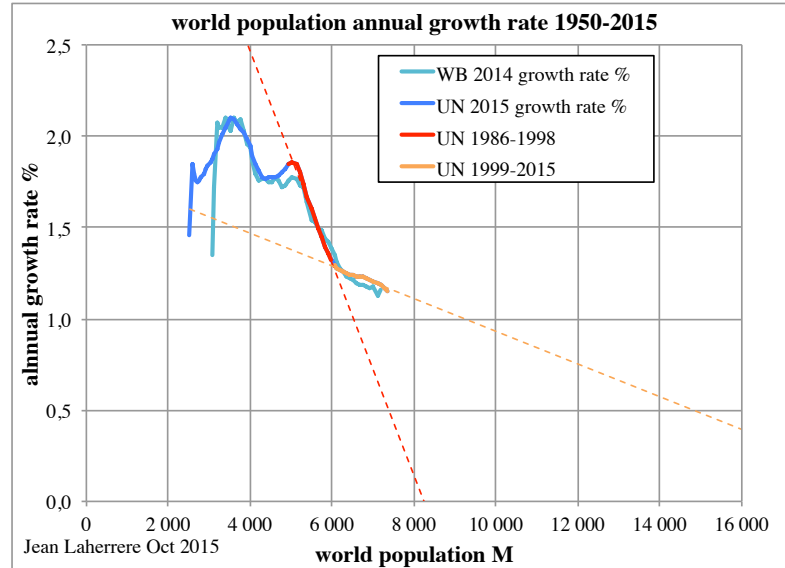
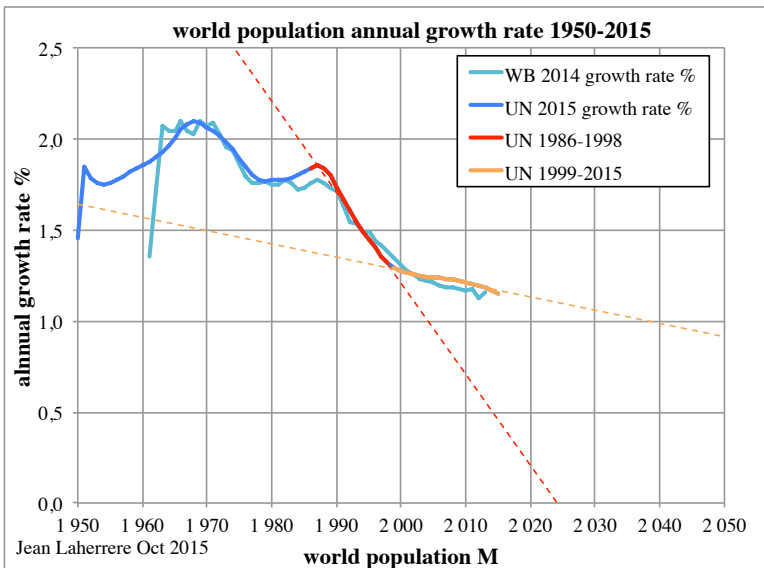
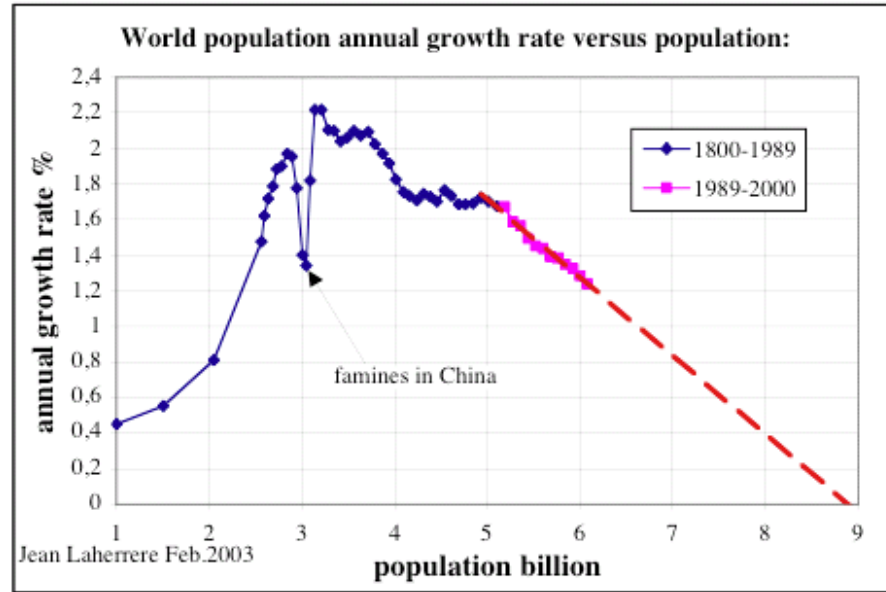
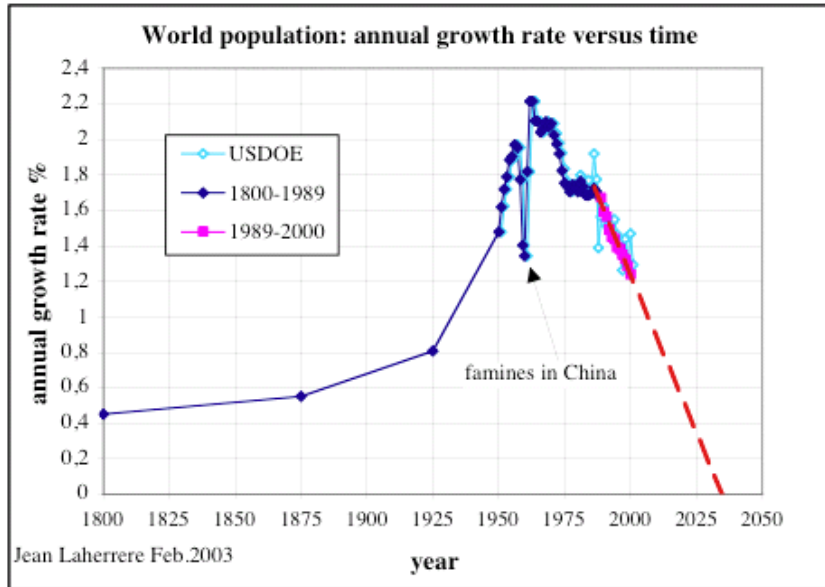
en 2015



L'énergie primaire mondiale varie principalement avec la population et toute prévision doit prendre en compte celle de la population, prévision incertaine car basée sur des vœux pieux sur la fécondité  
En 2004 l'ultime pour l'énergie primaire est 12,5 Gtep, en 2015 il est 18 Gtep

Figure 48: World population 1800-2000 annual growth versus time

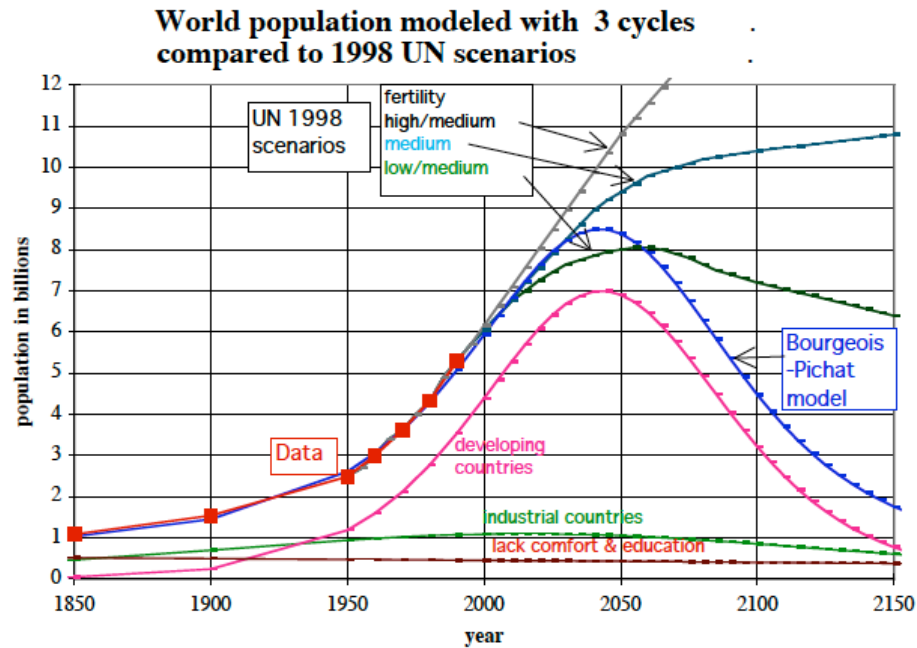
Figure 49: World population 1800-2000: annual growth versus population



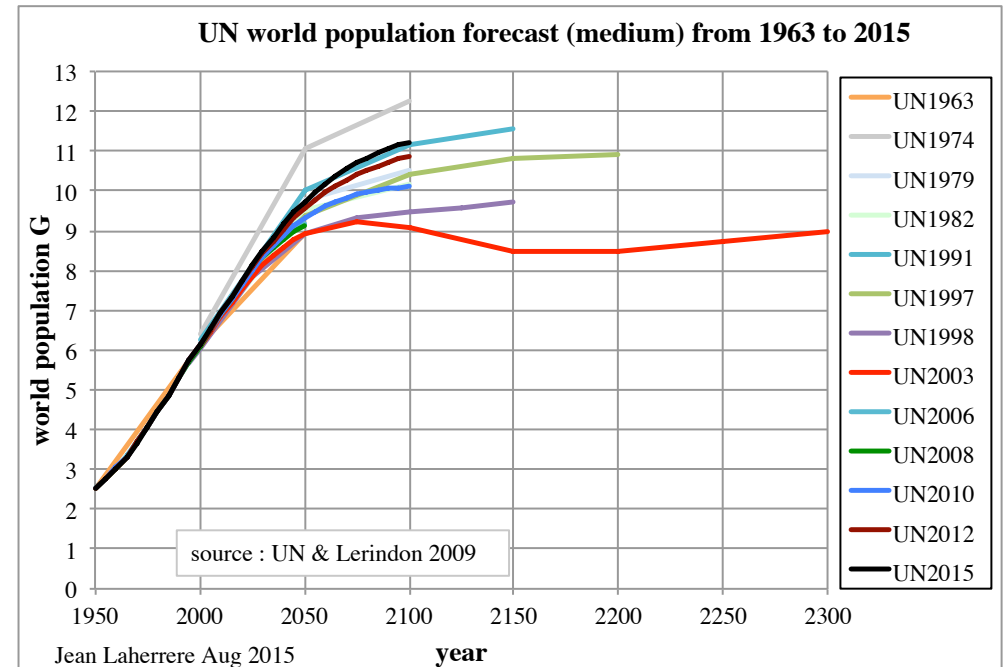
rien ne va plus

*Bourgeois-Pichat head of the INED (Institut National d'Etudes Demographiques) in 1988 modeled the world population with two symmetrical curves, one for the industrial countries and one for the developing countries. In 1999, I used 3 cycles adding a lack of education and no comfort countries in order not to go to complete extinction*

Figure 50: World population forecast in 1999



en 2015



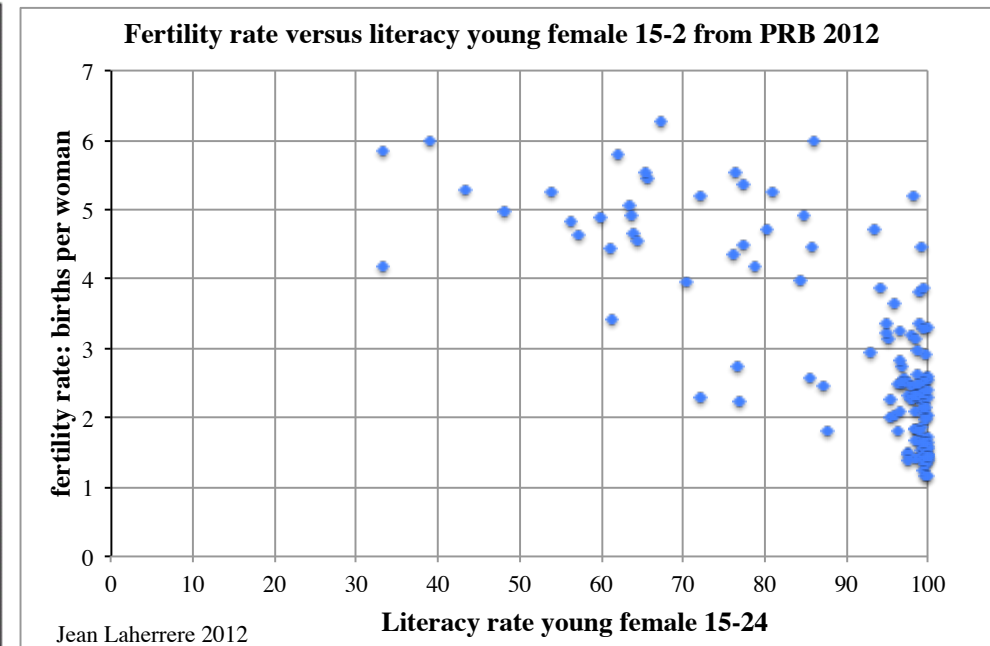
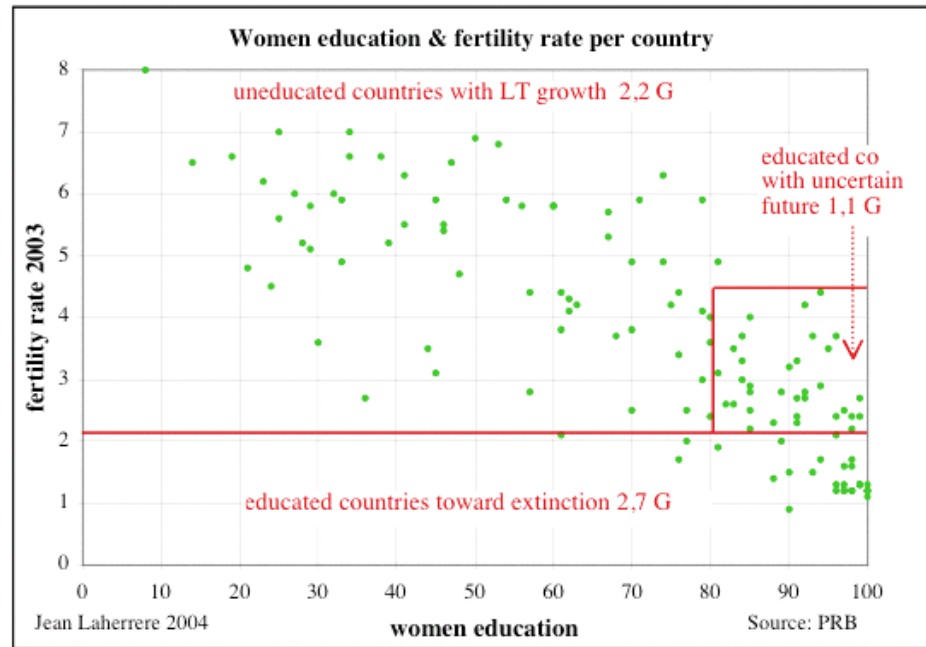
En 1988 Bourgeois-Pichat prévoyait un pic mondial de la population en 2040 à 8,5 G, les Nations-Unies en 2003 prévoyait un pic en 2075 à 9 G, mais en 2015 pas de pic et 11 G en 2100. Cela montre bien que les prévi

Every population forecast is based mainly on the fertility rate, but this rate is badly measured (data from INED and from CIA disagree) and even not reported in some troubled countries such as Somalia, where USCB reports figures with 4 decimals!

The correlation between fertility rate and education of the women is fairly strong

Figure 51: relationship fertility rate and women education

en 2012



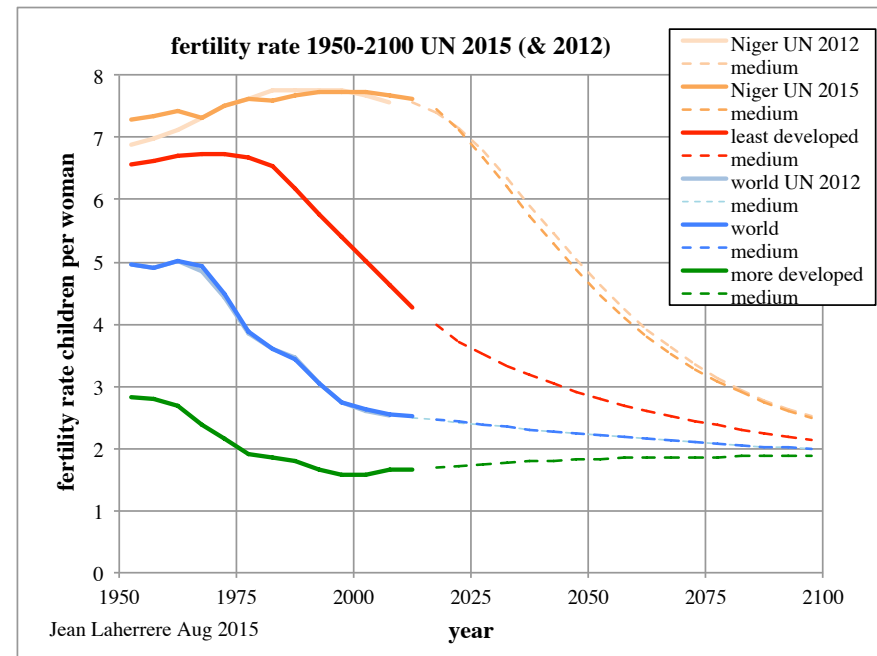
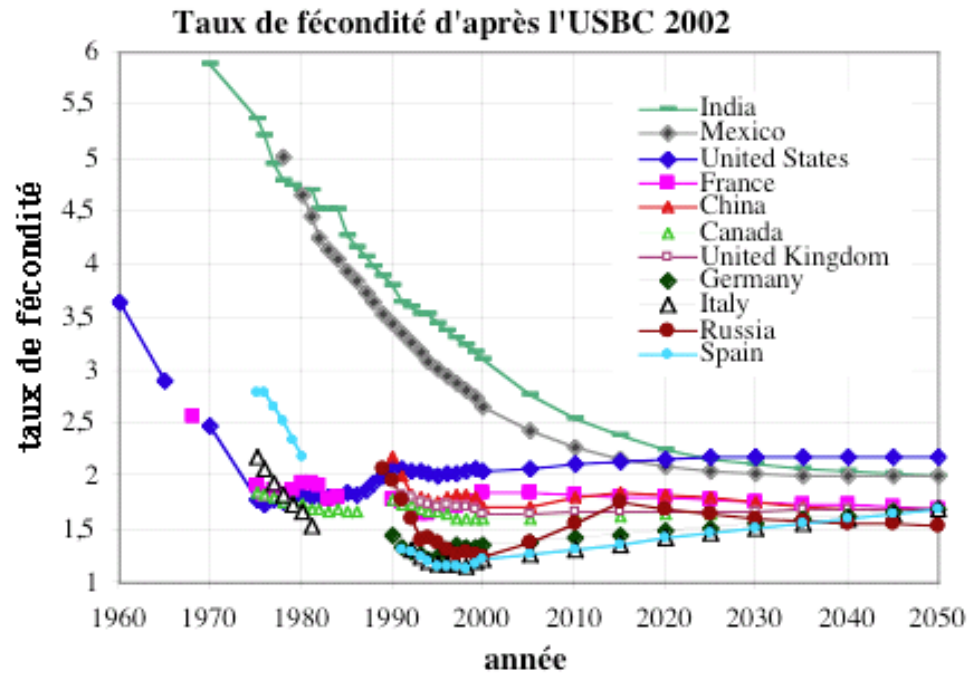
En 2004 plus de la moitié de la population mondiale avait un taux de fécondité inférieur au taux de remplacement de 2,1 enfant par femme, allant vers l’extinction avait un niveau d’éducation des femmes de plus de 80%, alors que les hauts taux de fécondité correspondaient à un bas niveau d’éducation.

En 2012 avec d’autres données, la différence se confirme: niveau faible d’éducation des femmes = haut taux de fécondité.

Avec Boko Haram et les talibans qui tuent les fillettes qui vont à l’école, la situation ne va pas s’améliorer !

Figure 52: Fertility rate forecasts by USCB (Census Bureau

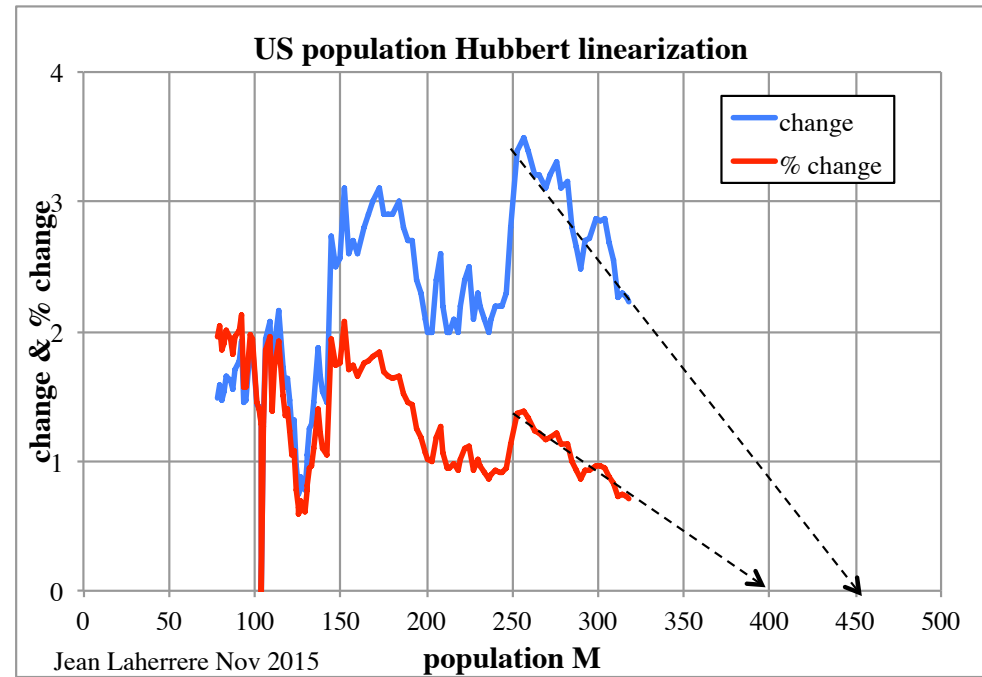
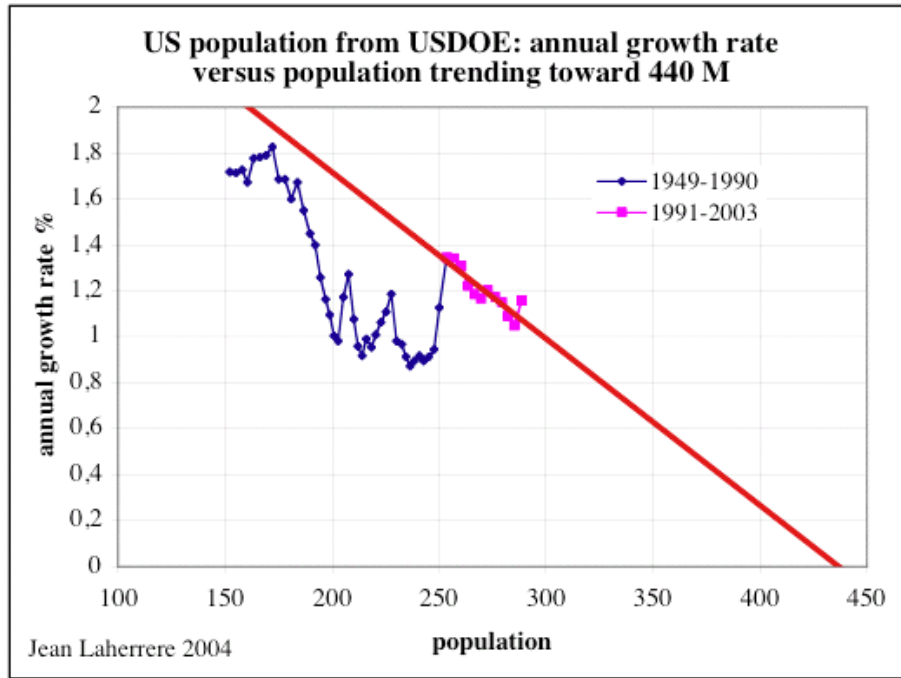
en 2015)



En 2004 le taux de fécondité était prévu aller pour tous les pays vers le taux de remplacement en vue d'obtenir au XXII e siècle une population constante,  
 En 2015 les pays sous développés gardent une fécondité élevée notamment pour le Niger car elle a augmenté depuis 1970 oar rapport à 1950 !

Figure 54!: US population: annual growth versus population

en 2015

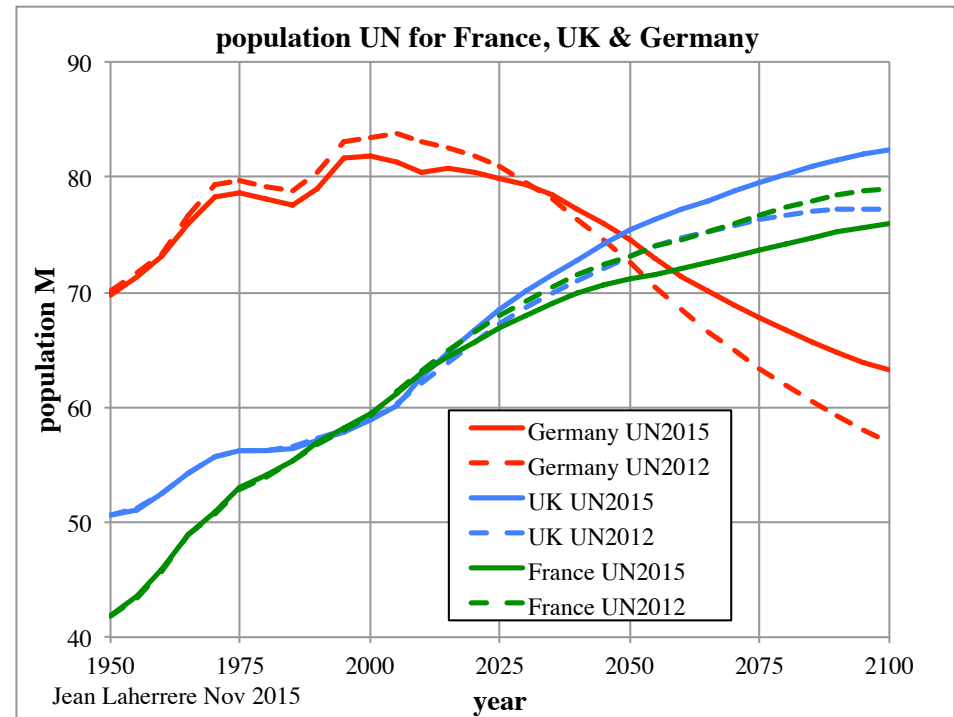
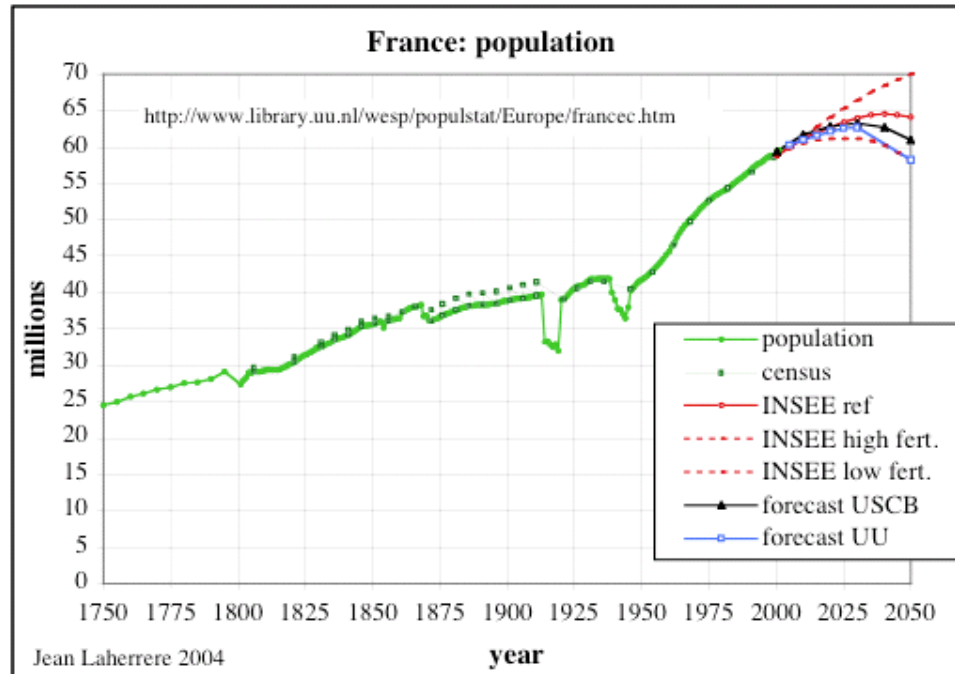


En 2004 la population US devait aller vers un pic de 440 M, en 2015 ce pic reste entre 400 et 450 M

France will peak around 2025 according to forecasts of the Utrecht University, that of INSEE, or USCB (Census Bureau)

Figure 57: France population

en 2015

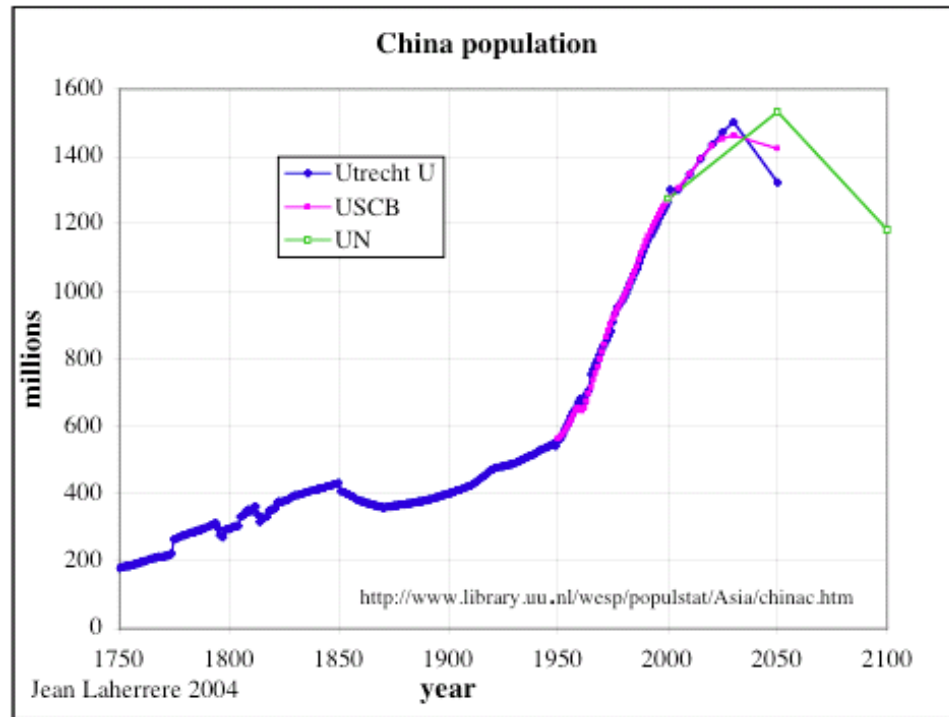


En 2004 la France était prévue avoir un pic en 2030 à moins de 65 M.

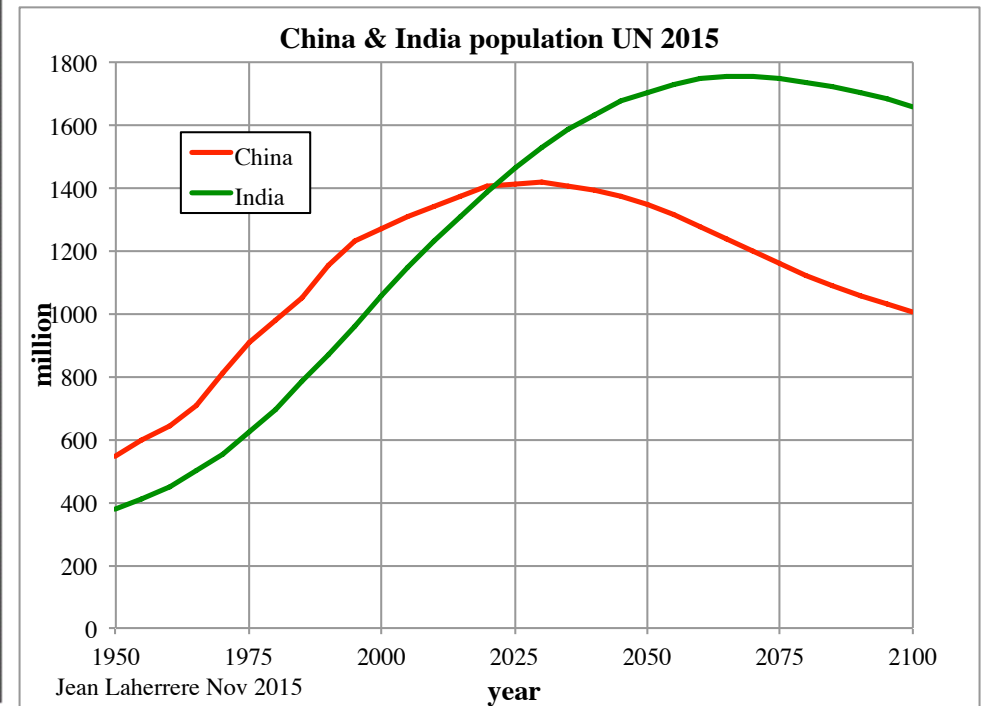
En 2015 la France est prévue avoir 77 M en 2100 (en 2012 c'était 79 M), l'Allemagne est prévue à 63 M en 2100 et le Royaume Uni à 82 M (en 2012 la France était prévue en 2100 dépasser le R-U !)



Figure 60: China population



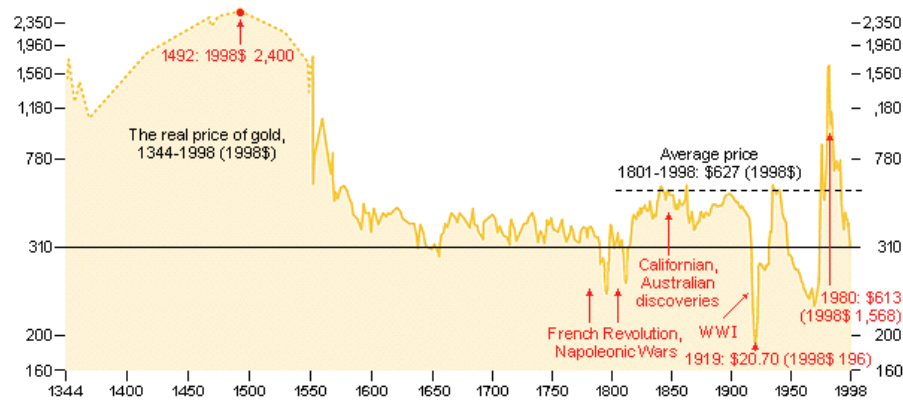
en 2015



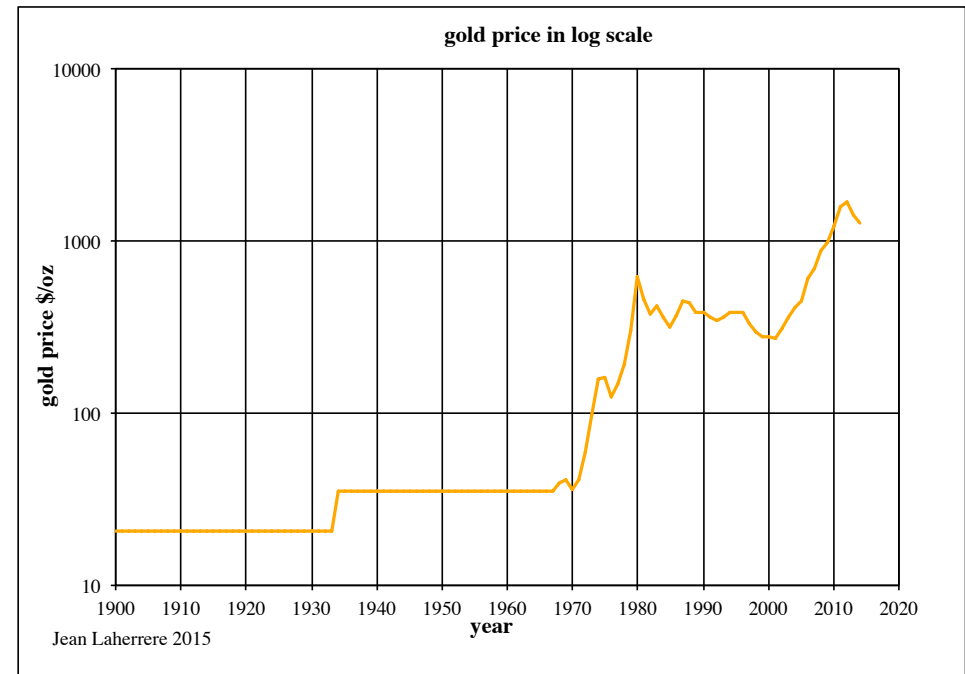
En 2004 la Chine devait culminer vers 1500 M en 2040, en 2015 le pic de la Chine est prévu à 1400 M en 2025 alors que celui de l'Inde est prévu vers 2070 à 1750 M !

Les prévisions démographiques sont aussi difficiles que les prévisions pétrolières !

Figure 64: Gold price 1344-1998  
 Gold displays also a large range of variation

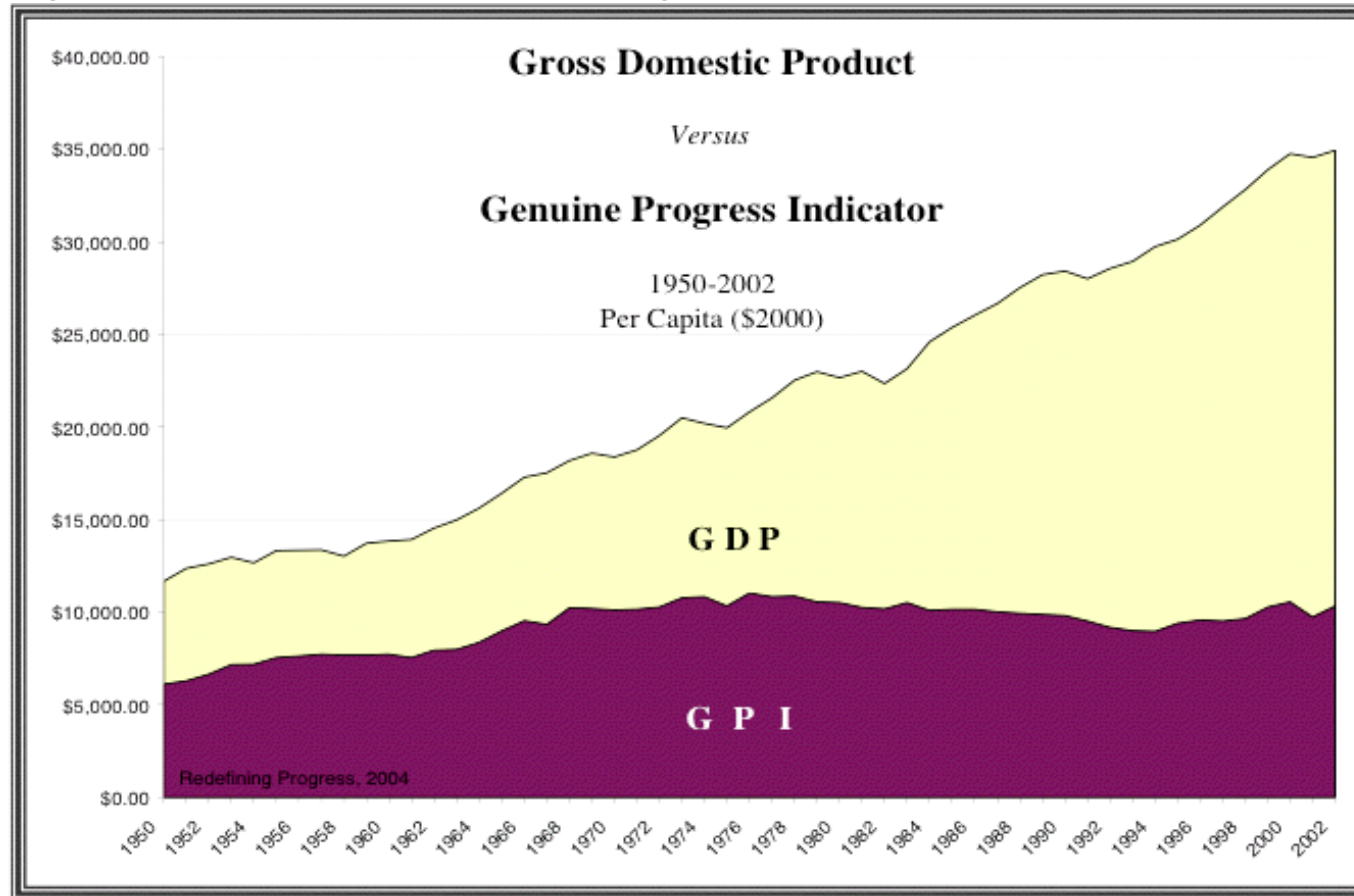


en 2015



Le prix de l'or a atteint son pic à 2400 \$1990/oz en 1492, alors qu'en 1950 il était à 32 \$1950/oz (indexé sur le dollar jusqu'en 1970). Il a atteint un pic de 1800 \$/oz en 2012.

Figure 72: US GDP and Genuine Progress Indicator

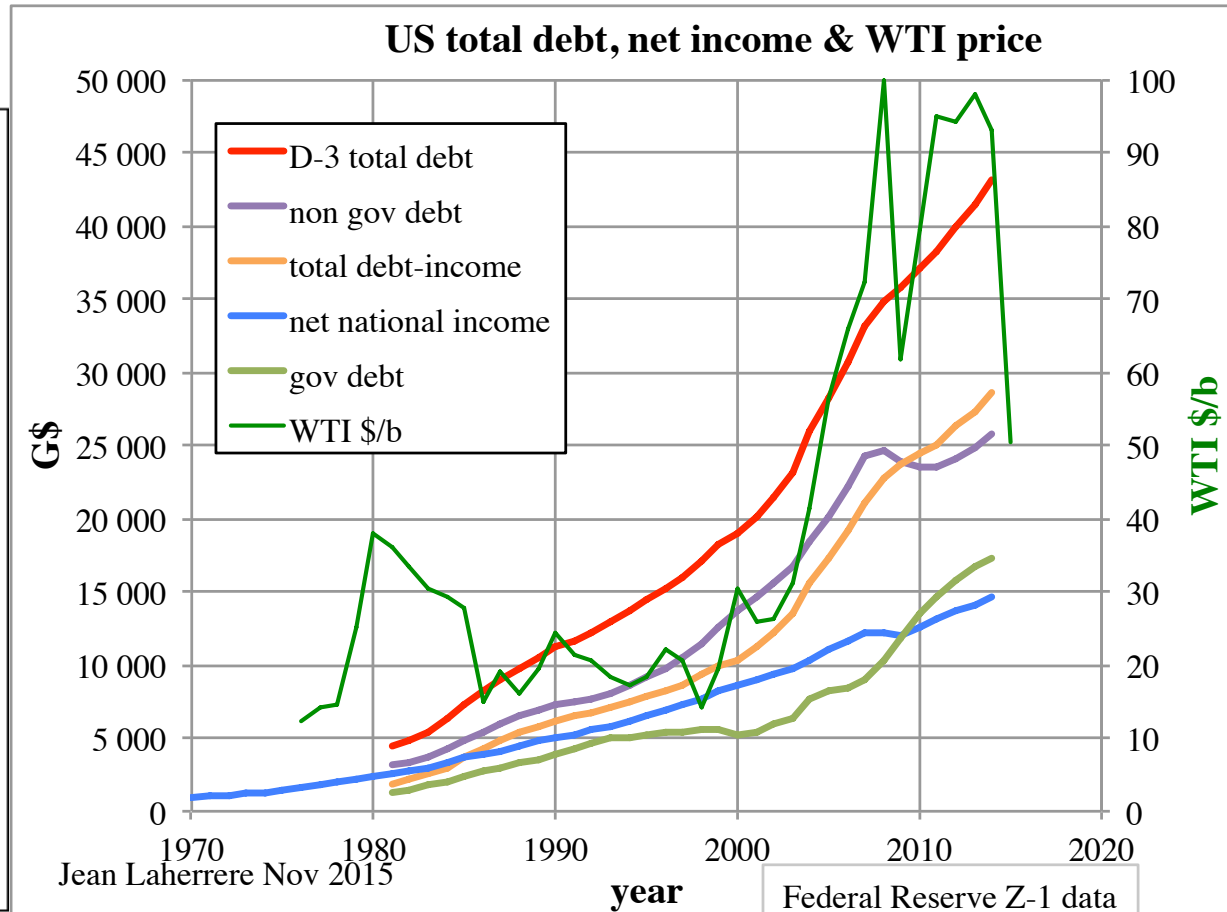
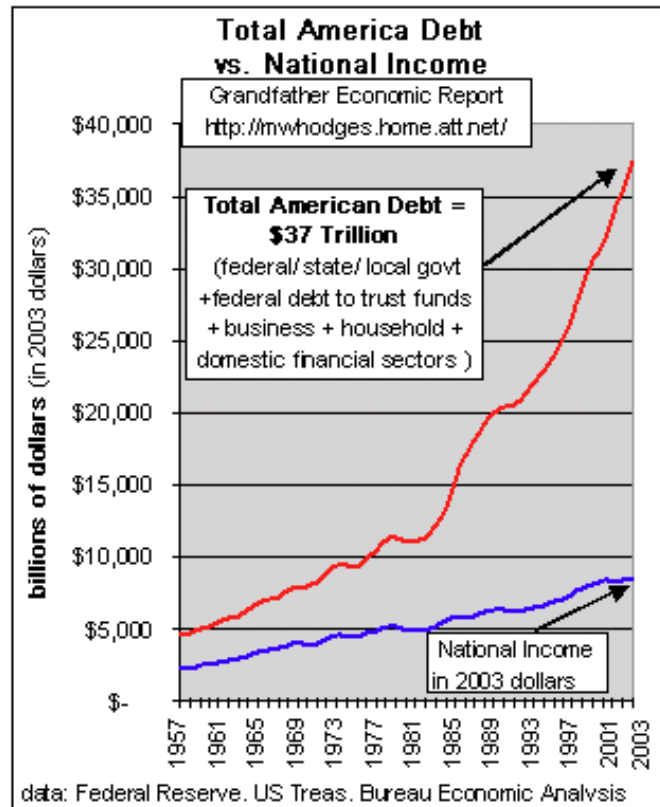


En 2004, le PIB aux US n'a rien à voir avec l'indicateur de progrès = GPI!

En 2015 je n'ai pas trouvé de valeur actualisée du GPI sur le web : c'était donc un gadget !

Total US debt grows much more than income

en 2015



La dette US est en 2014 de 43 T\$, (dont 25 T\$ non-gouvernemental) alors que le revenu net n'est que de 15 T\$

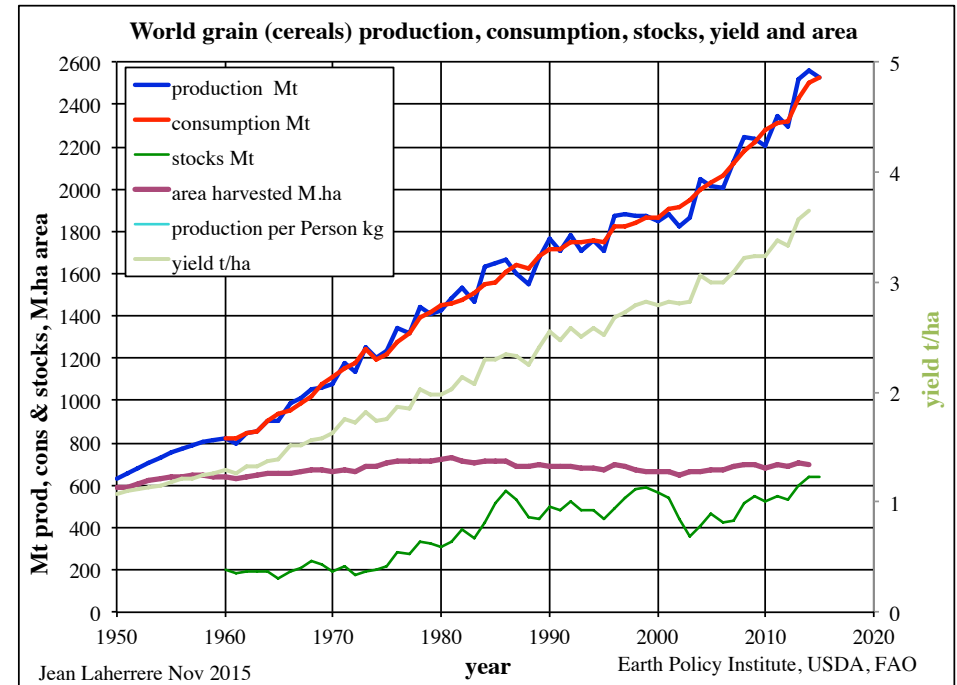
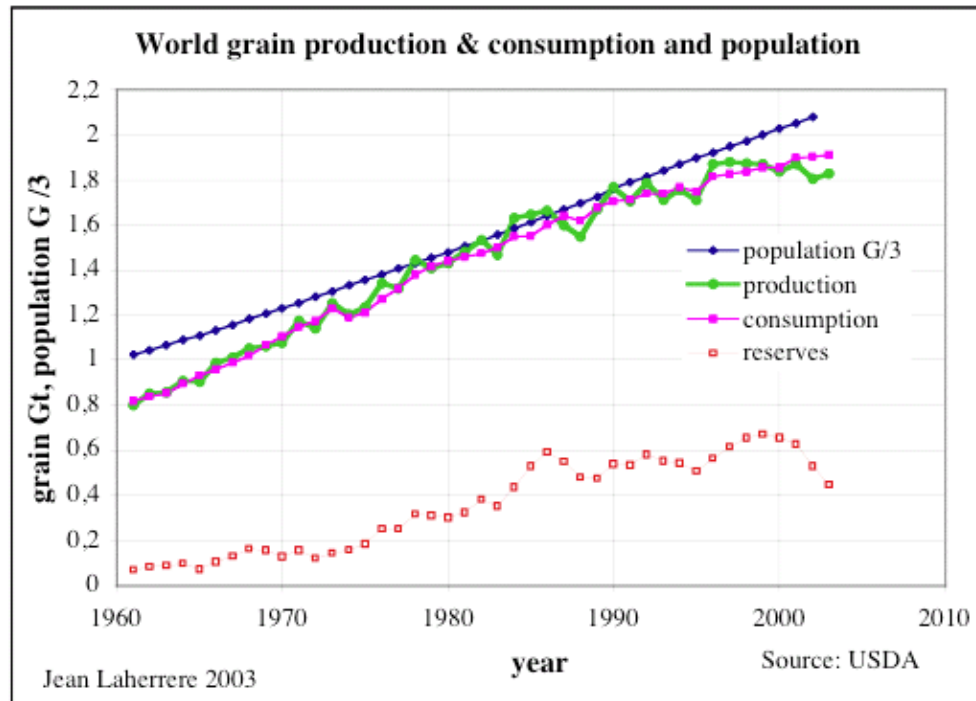
Les Américains pensent que le ciel n'a pas de limite, mais quand cela va-t-il s'écrouler ?

Le système compte que les générations futures paieront la dette, mais où sont les revenus futurs ?

Quand un individu emprunte, il espère des revenus futurs qui permettront de rembourser, mais pas les Etats, car leurs dirigeants ne font que du court terme à savoir celui de leur mandat

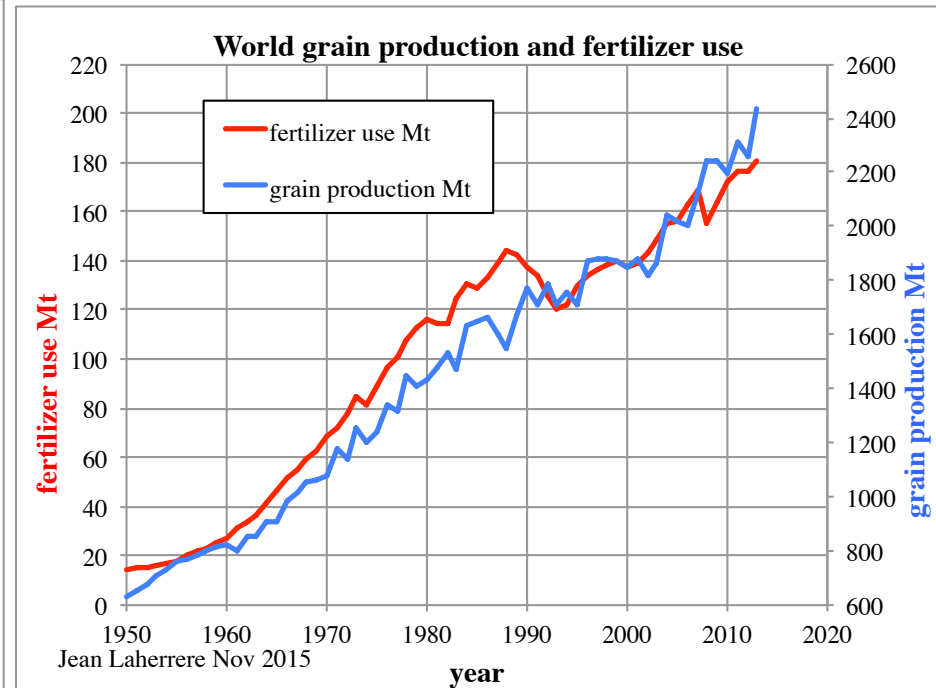
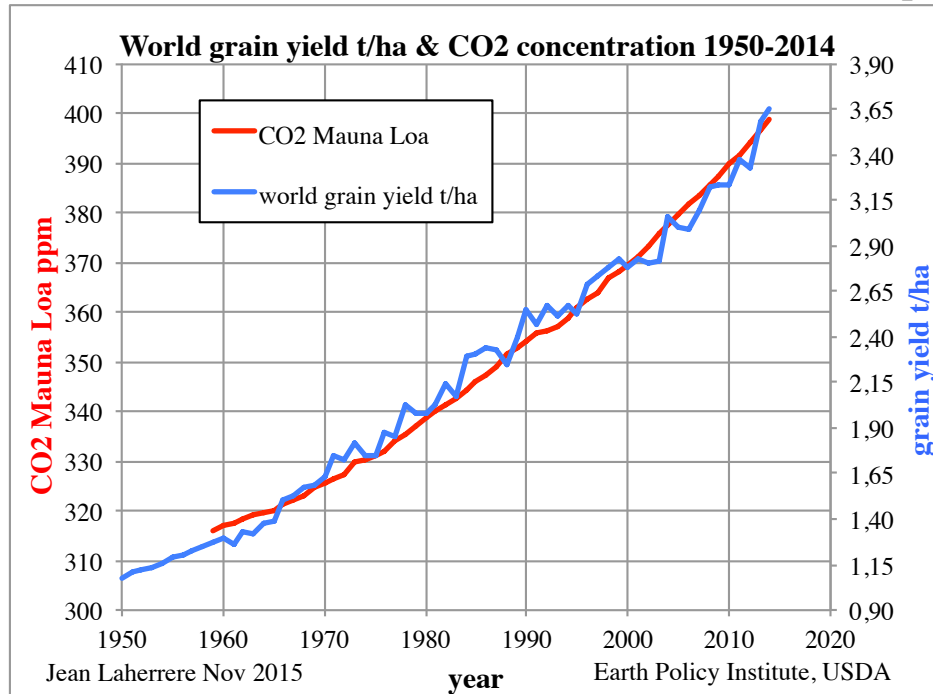
Figure 83: World grain production, consumption, reserves and population

en 2015



En 2004 la production de céréales semble plafonner et les réserves étaient en baisse, mais en 2015 la production a nettement augmenté (avec le CO<sub>2</sub>), alors que la surface cultivée reste constante et les stocks augmentent depuis 2002. **Le rendement mondial des céréales est passé de 1,07 t/ha en 1950 à 2,79 t/ha en 2000 et 3,65 t/ha en 2014**, contrairement aux affirmations de Jouzel (C dans l'air 23/9/2014 *le rendement du blé n'augmente plus ou très peu depuis 15 ans*) et de Jancovici (« Dormez tranquille » 2015 page 49 *baisse de rendement des cultures* et page 115 *la perte de rendement de l'agriculture à cause du changement climatique est déjà à l'oeuvre*)

La corrélation rendement des céréales et CO2 sur la période 1950-2014 est excellente sur le graphique suivant



L'augmentation de la production de céréales depuis 2010 correspond à un usage d'engrais et une superficie quasiment constants.

C'est donc l'augmentation du CO2 qui semble être la cause de l'augmentation de la production de céréales sur les dernières années ! Bien sur il peut y avoir d'autres causes : techniques (meilleures semences)

## **-Sophia 2007**

*-papier 2007 Citations:*

*-Paul Valéry: "Tout ce qui est simple est faux et tout ce qui ne l'est pas est inutile"*

*« Le temps du monde fini commence » Regards sur le monde actuel 1931*

*-Saint Exupéry: "Nous n'héritons pas la terre de nos ancêtres, nous empruntons à nos enfants"*

*-Jean Rostand ? : "Plus je sais, plus je sais que je ne sais pas" Socrate : " je sais que je ne sais pas"*

*-Einstein: "Seules deux choses sont infinies: l'Univers et la stupidité humaine, et je ne suis pas sûr du premier"*

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

*-Kenneth Boulding "Anyone who believes exponential growth can go on forever in a finite world is either a madman or an economist"*

*-Wallace Pratt en 1942: Gold is where you find it, according to an old adage, but judging from the record of our experience, oil must be sought first of all in our minds."*

*-Wallace Pratt en 1952: "Where oil is first found, in the final analysis, is in the minds of men"*

## **-Principes de la nature et de notre société**

*-Tout ce qui naît, croît, atteint un pic, décline et meurt,*

*-Tout est cycle, un cycle disparaît pour être remplacé par un nouveau cycle, tant qu'il y a des ressources*

*-Une croissance continue est impossible dans un monde fini, Nous avons atteint les limites de la planète, Une bactérie double de volume chaque demi-heure et sa croissance sans contrainte de ressources atteindrait le poids de la Terre en 3 jours, le volume du système solaire en une semaine et de l'Univers en 11 jours!*

*-Le mot déclin un terme politiquement incorrect, car contraire aux vœux politiques de la croissance constante pour les 30 prochaines années (dit business as usual),*

*-Dans la société de consommation la croissance est le Père Noël qui résoudra les problèmes futurs et le critère pour juger les dirigeants (bourse) et les politiques (PIB),*

*-Tout ce qui est publié est politique et manipulé, et tout ce qui est technique est confidentiel,*

*-Publier des données dépend de l'image que l'on veut donner à l'extérieur pauvre (devant le percepteur) ou riche (devant banquiers ou actionnaires),  
-Les termes ne sont pas définis a dessein, ne donnant pas de valeur de référence,  
-La fourchette d'incertitude et l'ambiguïté permettent de choisir la valeur adéquate à l'image désirée,  
-Il y a souvent confusion entre réserves (production cumulée future espérée) et ressources (ce qui est dans le sous-sol,  
-La France a encore des ressources de charbon, mais plus de réserves (production future), puisque tous les projets d'exploitation sont rejetés par les populations locales,*

***-publication***

*Publier une donnée est un acte politique et dépend de l'image que l'auteur veut donner,  
Energie, pétrole, conventionnel, nonconventionnel, lourd, raisonnable, durable, dangereux ne sont quasiment pas définis par ceux qui les utilisent, car l'ambiguïté est recherchée,  
Tous les membres de l'OPEP trichent,  
Il faut faire appel à des compagnies d'espionnages (scouts) pour avoir les chiffres techniques, Cela coute tres cher!*



Figure 1: réserves mondiales restantes de pétrole fin 2006 a partir des données politiques et techniques

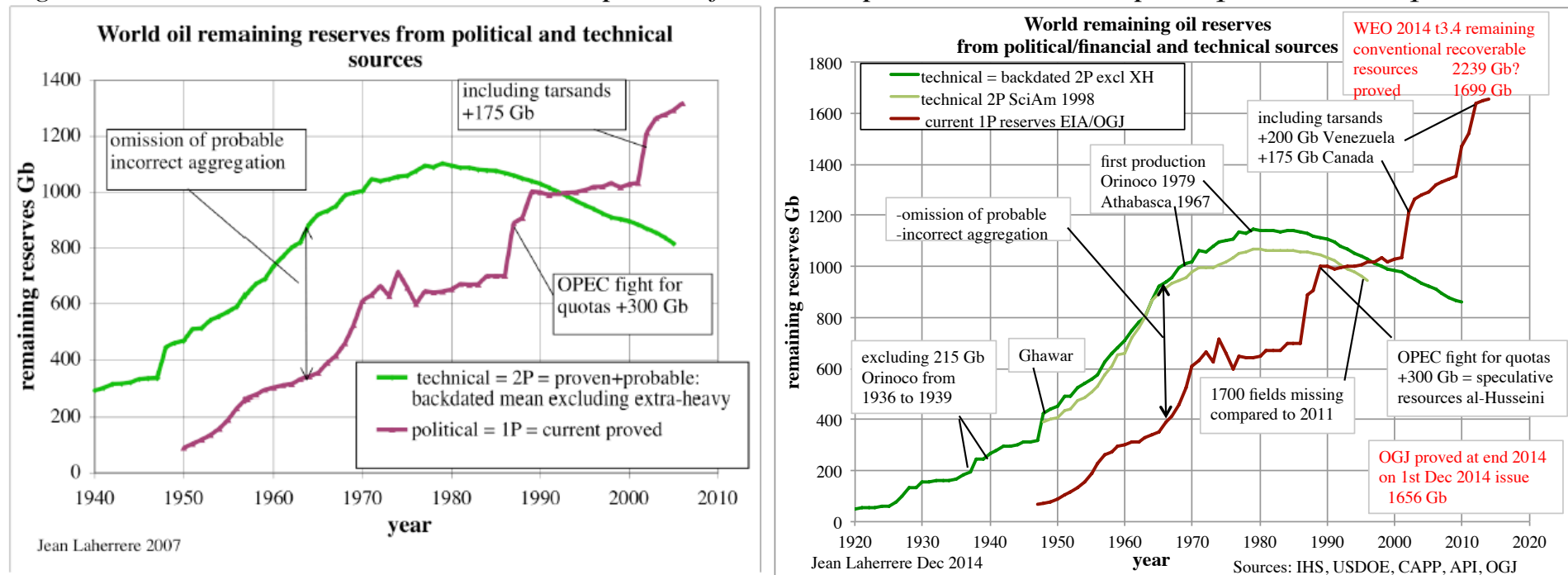
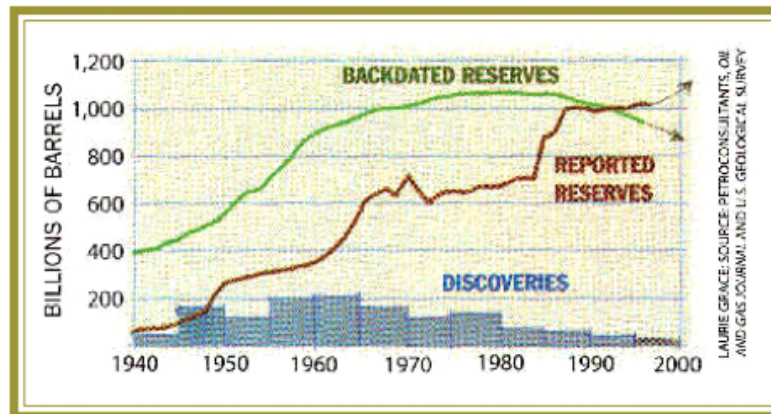


Figure 2: meme graphique en 1998 Scientific American Campbell et Laherrere "The end of cheap oil"



En 2015 la courbe technique (verte) a peu changé, la courbe politique (marron) continue à délirer

*-Bonnes et mauvaises pratiques*

*-de présenter des séries incomplètes en censurant ce qui ne plait pas: long futur et court passe (scenarios GIEC)*

*-de présenter des résultats avec un nombre de chiffres significatifs supérieur a la précision: dans l'industrie pétrolière la précision est jamais de moins de 1%, d'ou il suffit de donner 2 chiffres significatifs*

*-d'ajouter des valeurs avec des précisions différentes: pour la plupart des dirigeants veulent des additions justes alors qu'elles sont fausses :*

*1000+1 = 1001 non, parce qu'il faut arrondir au niveau de la précision (choisir l'unité pour avoir le moins de chiffres), si la précision est 10%, l'addition doit être : 900-1100 + 0,9-1,1 ≈ 900-1100 ou 1000 + 1 ≈ 1000*

*-de convertir dans une autre unité avec une précision différente*

*1000 ft ≈ 300 m et non 304,8 m*

*2000 b ≈ 300 m<sup>3</sup> et non 318 m<sup>3</sup>*

*-d'utiliser incorrectement le préfixe avec exposant*

*En classe de 6e, on apprend que le préfixe est implique avec l'exposant et que km<sup>2</sup> est km au carre, mais beaucoup d'organismes officiels et autres (IFP, Total) utilisent Gm<sup>3</sup> pour milliard de m<sup>3</sup>, qui est en fait un kilomètre cube = km<sup>3</sup>,*

*Gm<sup>3</sup> représente environ un million de fois le volume de la terre = 10<sup>27</sup> m<sup>3</sup>*

*de plus si Gm<sup>3</sup>=10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> alors km<sup>2</sup> = 10<sup>3</sup> m<sup>2</sup> ou 0,1 ha!*

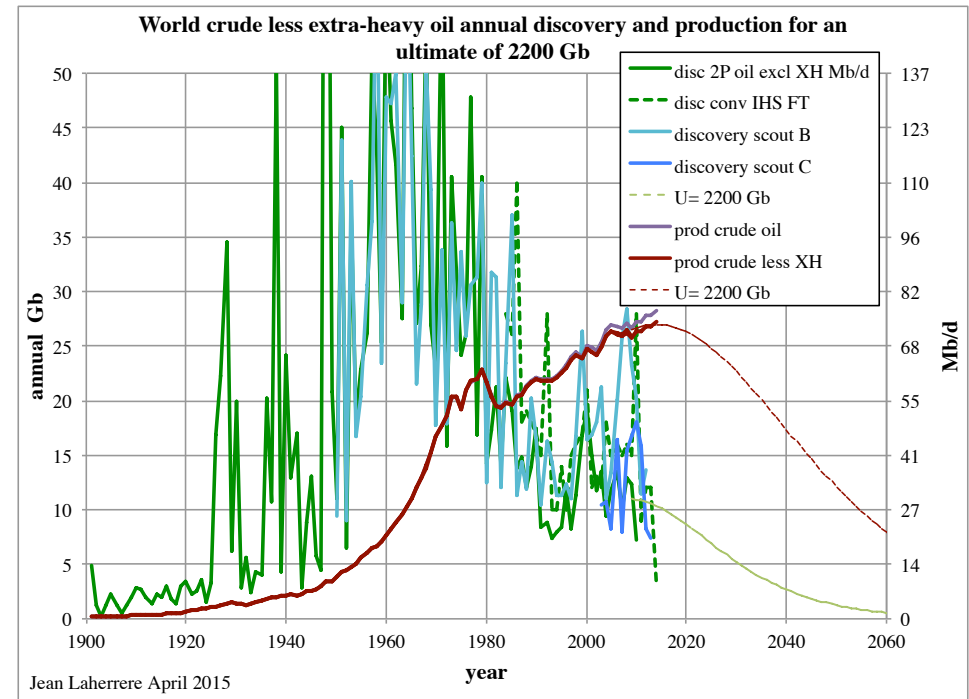
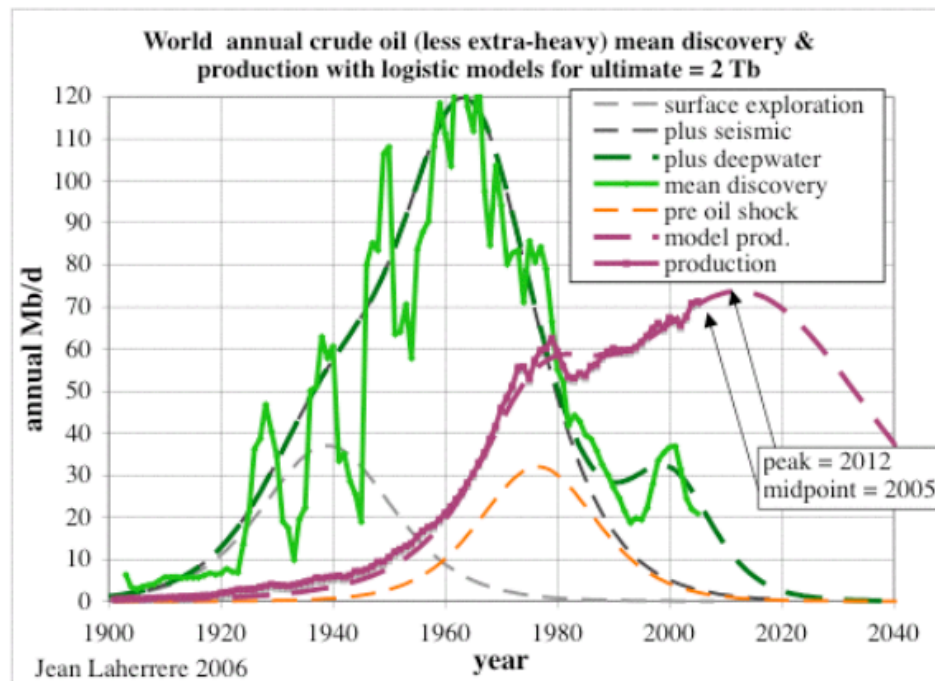
*-éliminer des données qui ne coïncident pas avec sa théorie, en déclarant que c'est un artefact ou du bruit! Le bruit est souvent ce que l'on ne sait expliquer*

*-d'oublier les contraintes de temps*

*Le temps est, après les ressources, la contrainte la plus importante, On ne peut faire un bébé en 1 mois avec 9 femmes! Mc Namara secrétaire d'état US après avoir été patron de la NASA a sorti une loi où, dans les projets frontières, le rapport entre les estimations initiales et les réalisations était de pi pour les couts et de e (nombre Euler 2,7) pour le temps, Cette loi est bien vérifiée depuis plus de 25 ans pour les couts avec les projets exotiques tels que Centre Pompidou, Frigg, oléoduc TransAlaska, actuellement avec Kashagan, Thunder Horse, Sakhaline,*

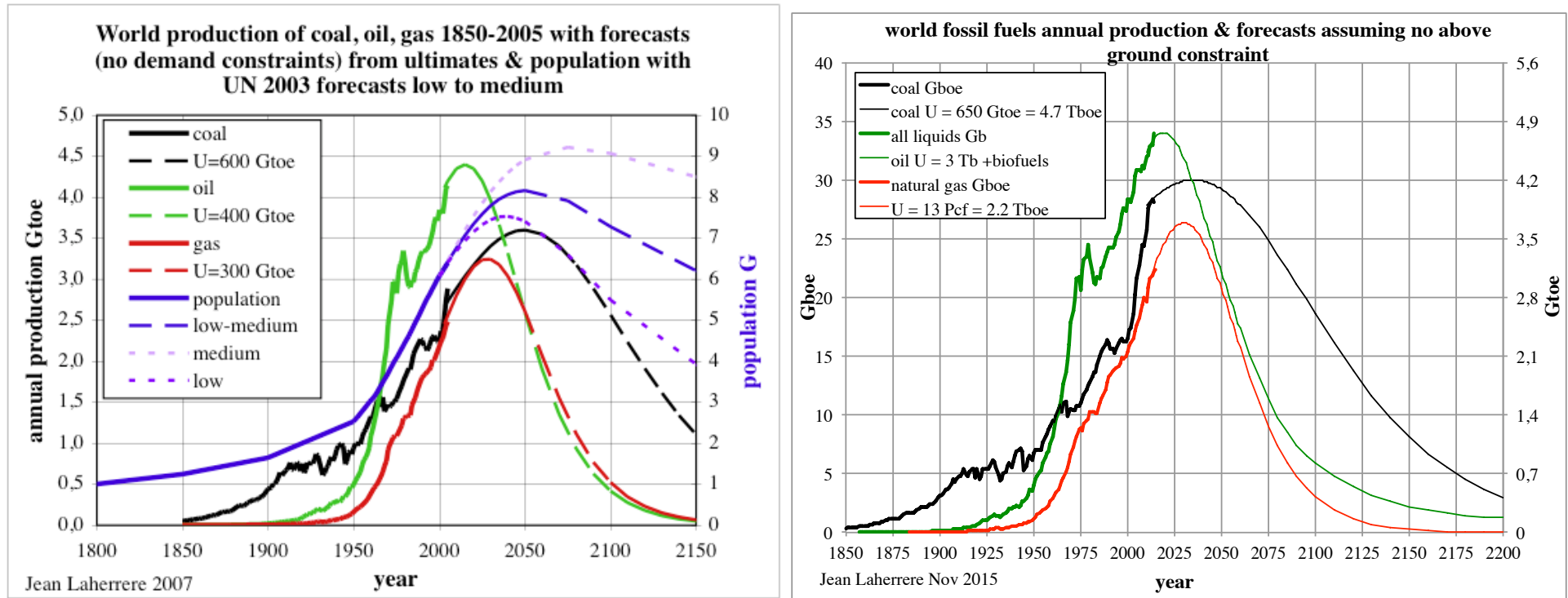
*Le cout est facilement rattrapé avec l'inflation ou l'augmentation du prix du pétrole, mais c'est plus difficile avec le temps. L'explication de cette loi est que pour les projets exotiques la fourchette d'incertitude est grande et que pour voir accepter un projet le cout (et le temps) minimum est proposé, A la fin du projet c'est la valeur espérée (moyenne) qui se réalise et elle est en gros 3 fois le minimum pour une distribution lognormale*

*Figure 46: Monde: brut moins extra-lourd: découvertes et production annuelles avec modèles logistiques pour  $U = 2000 \text{ Gb} = 2 \text{ T}$  (sans contrainte de la demande ou des investissements)*



En 2004 le pic du brut moins extra-lourd était prévu en 2012 avec un ultime à 2000 Gb, en 2015 il est prévu en 2015 avec un ultime de 2200 Gb, le pétrole de roche-mère (shale oil appelé maintenant light tight oil = LTO) a perturbé la donne, mais l'augmentation de l'ultime vient surtout des découvertes dans l'offshore profond sous le sel !

Figure 70: production mondiale annuelle de pétrole, gaz et charbon et population 1800-2150 en 2015

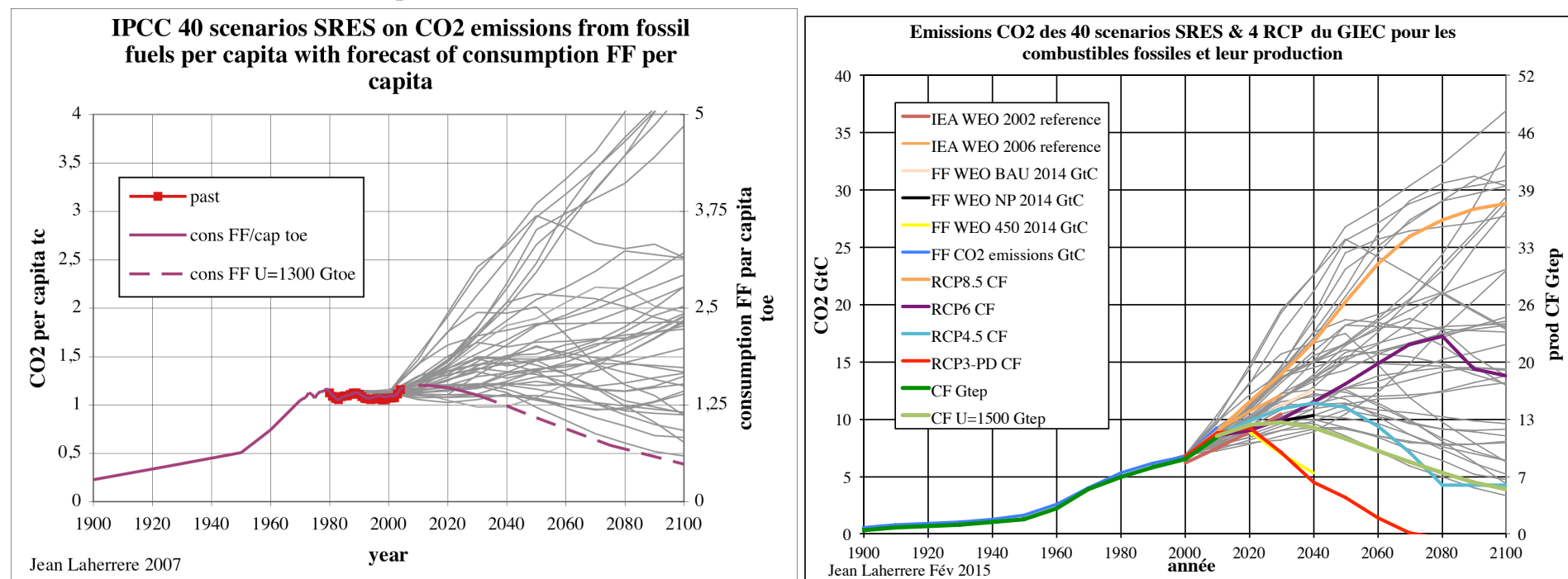


En 2007 la Chine commençait à augmenter brutalement sa production de charbon (voir fig 36 HEC 2004), mais j'ai gardé le même ultime mondial de charbon à 600 Gtep, en 2015 l'ultime est pris à 650 Gtep et la production de charbon culminerait en 2030

*J'avais prédit en 2006 que le rapport GIEC 2007 qui utilise les mêmes scénarios énergétiques irréalistes de 2001 allait donc donner les mêmes résultats, puisqu'un modèle ne peut transformer de mauvaises hypothèses en résultats valables!*

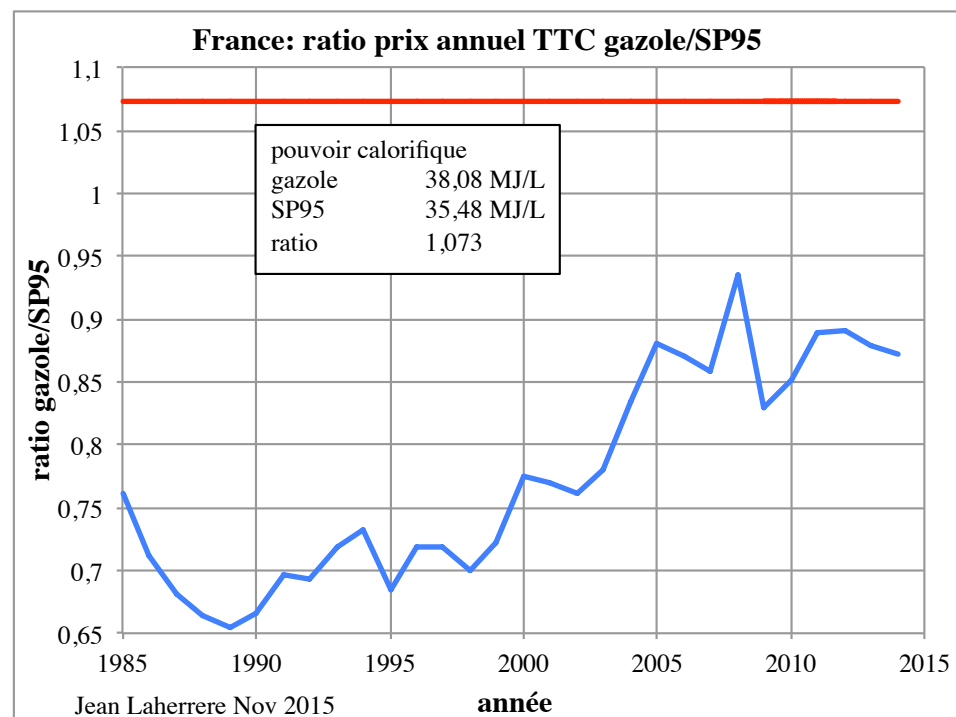
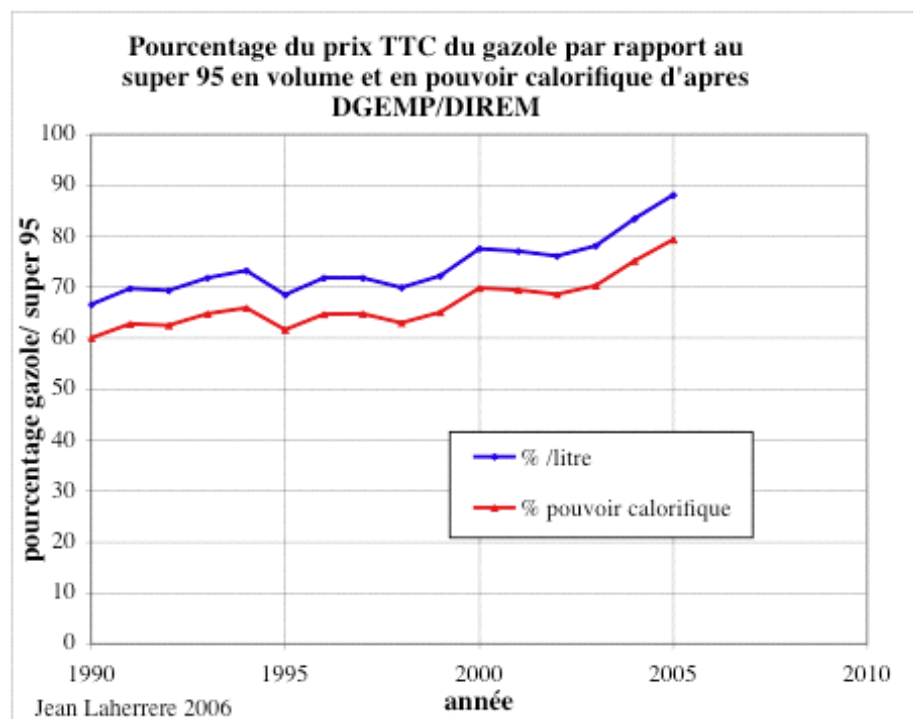
**= garbage in, garbage out**

*Figure 72: scénarios du GIEC émissions CO2 par habitant des combustibles fossiles avec prévision consommation U=1300 Gtep*



En 2004 le graphique des émissions de CO2 est par habitant, en 2015 il est global et montre bien que les scénarios énergétiques du GIEC sont pour la plupart complètement irréalistes. Seul le RCP (Representative Concentration Pathway) 4.5 (watt/m2) en bleu clair est proche de la courbe en vert qui représente les émissions de CO2 des combustibles fossiles futurs. Le RCP 8.5 qui doit causer une température de 4°C a une probabilité nulle. Le RCP3-PD (maintenant appelé 2.6 car PD = peak and decline) est aussi improbable sauf si on arrête tous les combustibles fossiles. Le RCP6 nécessiterait des technologies inconnues pour augmenter la production.

Figure 89: Pourcentage du prix du gazole par rapport au super 95 en volume et pouvoir calorifique en 2015



En 1995 le Sénat a demandé que la niche fiscale du gazole, beaucoup moins taxé que l'essence, soit supprimée en 10 ans. En 2006 le ratio gazole/essence en litre était ramené à 0,88, mais 1 litre de gazole plus lourd est 7% plus énergétique : il convient que l'égalité fiscale soit en énergie et non en volume ; le gazole doit être vendu plus cher que l'essence comme il l'est aux US, en Suisse et au Royaume-Uni

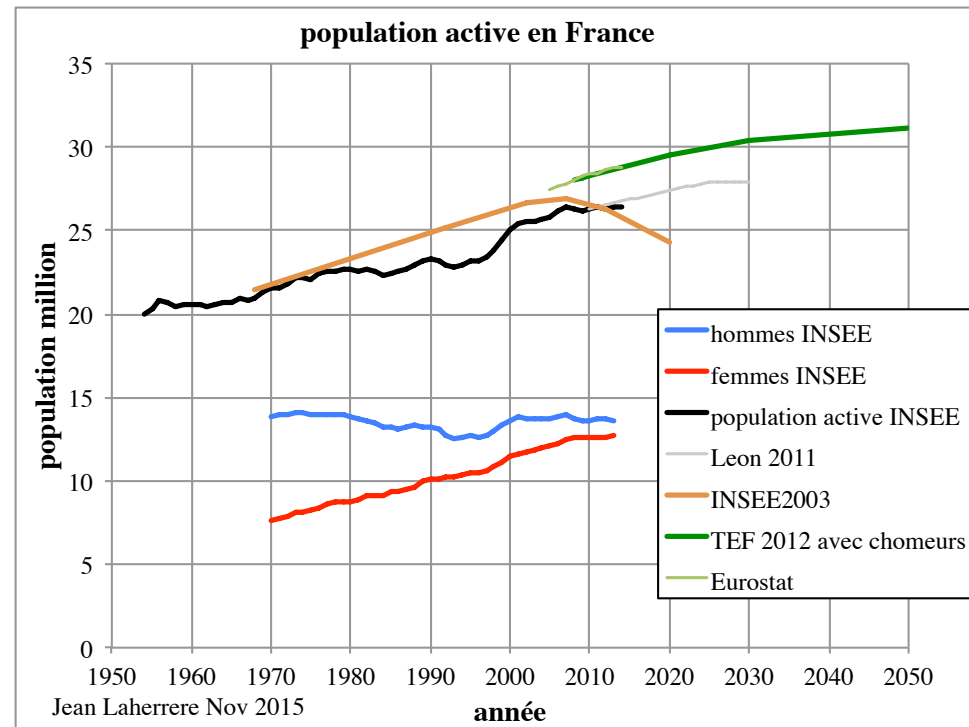
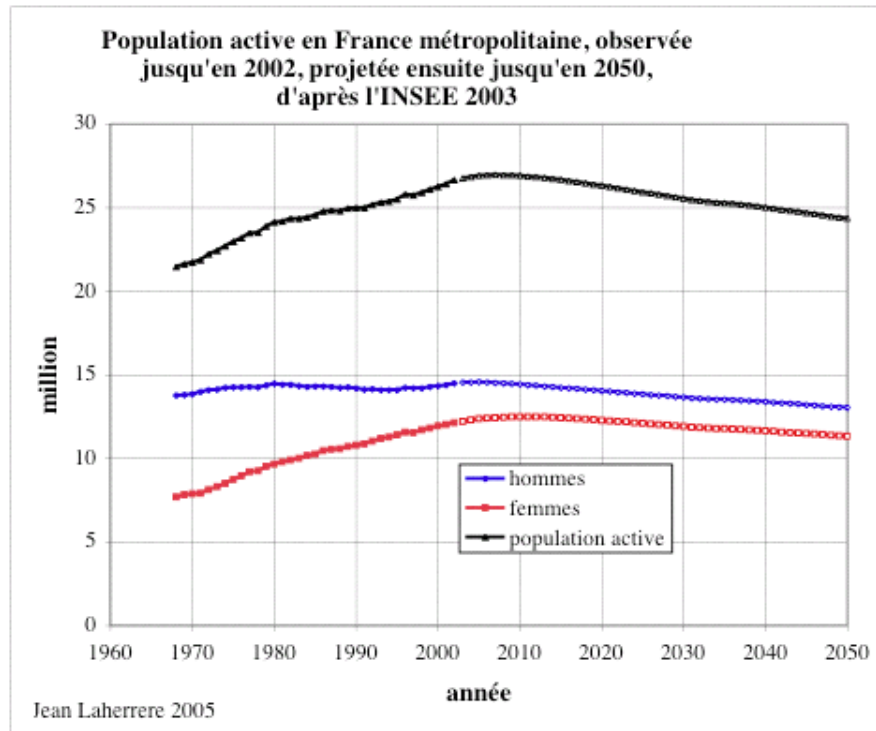
En 2015 le ratio est monté à 0,94 en 2008 et est redescendu à 0,87 en 2014.

Le manque à gagner pour l'Etat est 12 G€/a.



Figure 98: Population active en France prévision INSEE 2003

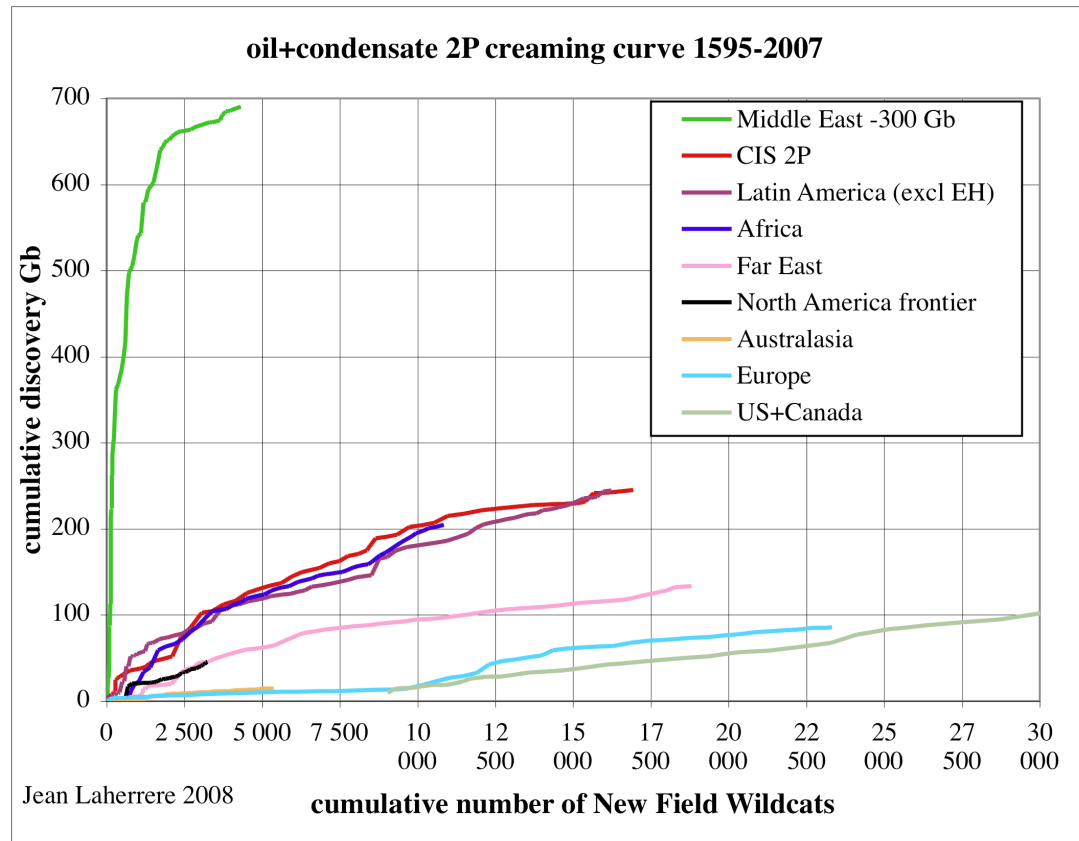
en 2015



En 2003 l'INSEE prévoyait un pic de la population active française à 27 M en 2007. En 2015 les chiffres de l'INSEE 2003 étaient faux dans le passé et dans l'avenir, la population active continue d'augmenter grâce à une fécondité proche de 2 et grâce à l'émigration. La population active féminine rattrape la population male !

## -Sophia 2008

Figure 8: courbes d'écrémage pour le brut -EL + condensat

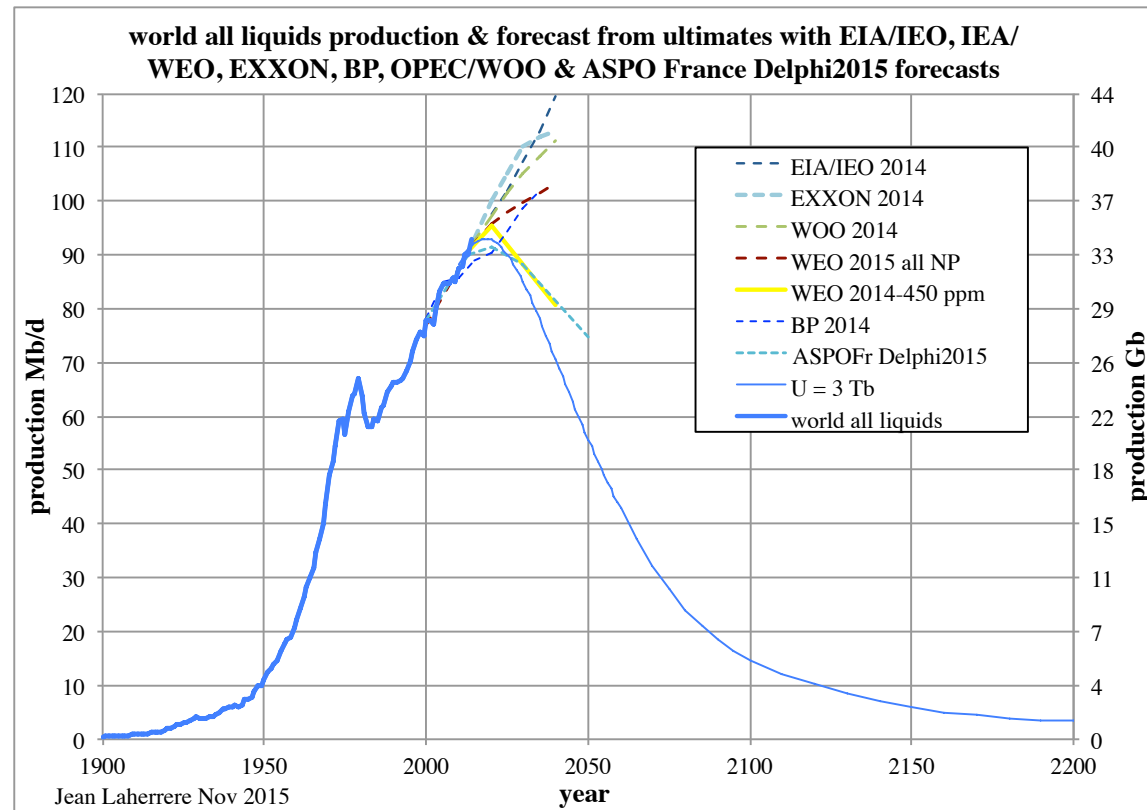
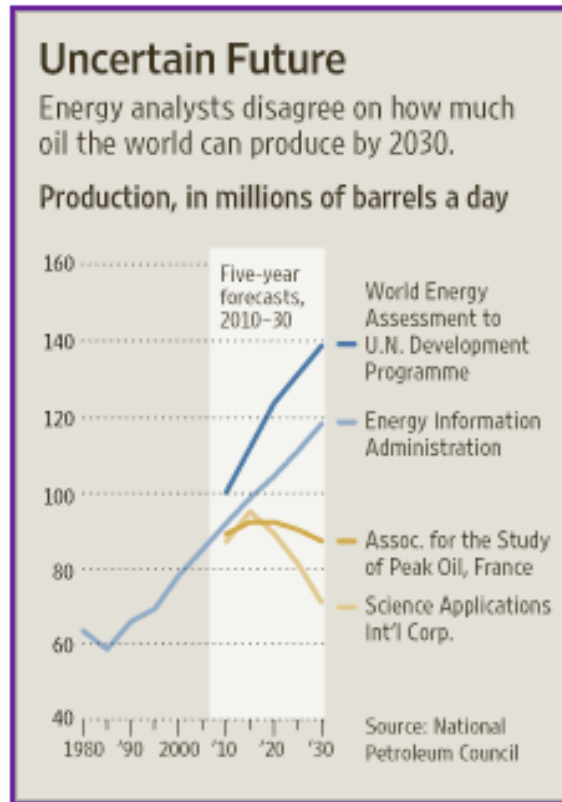


Une courbe d'écrémage = découvertes cumulées versus nombre cumulé de puits explo pure (NFW)  
On voit que la distribution du Moyen Orient est sans commune mesure différent du reste du monde ; que la Russie, l'Amérique latine et l'Afrique sont très proches ; que l'Extrême Orient et l'Amérique du Nord frontière semblables au démarrage et enfin que l'Europe et l'Amérique du nord non frontière du même ordre.



Figure 23: prévision NPC dans WSJ 19 Nov 2007

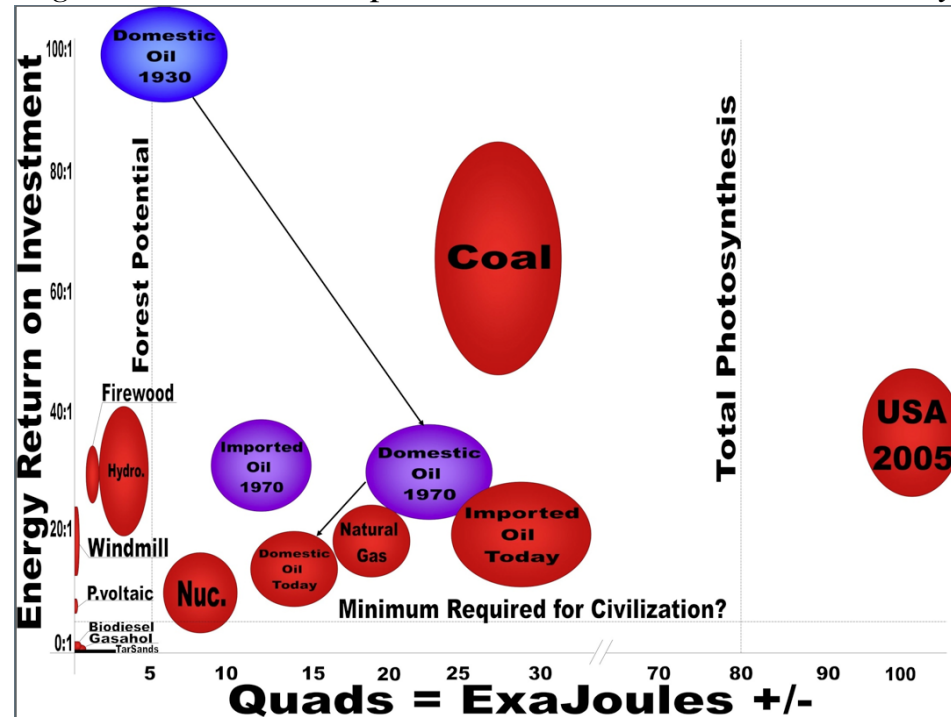
en 2015



Le rapport National Petroleum Council July 2007 « Hard truths Facing the hard truths in energy » montrait dans un article du WSJ plusieurs prévisions dont celle de l'USDOE/EIA et celle d'ASPO France

En 2015 ma prévision, celles de l'enquête ASPO France Delphi 2015, de EIA/IEO 2015, AIE/WEO 2014, Exxon 2014, OPEC/WOO sont très différentes mais personne ne peut pas encore dire qui a raison : il faut attendre quelques années.

Figure 27: EROI d'après Charlie Hall State University of New York, Syracuse



L'EROI ou EROEI = energy return in energy invested est un ratio très important en théorie, car il ne peut pas être inférieur à 1 (sauf si subsidie). Il est important car souvent le cout d'une source d'énergie est très mal mesuré, pour le pétrole, le cout d'exploration est souvent oublié, on ne considère que le cout de développement oubliant aussi les frais administratifs, le cout d'abandon et l'inflation est aussi négligé.

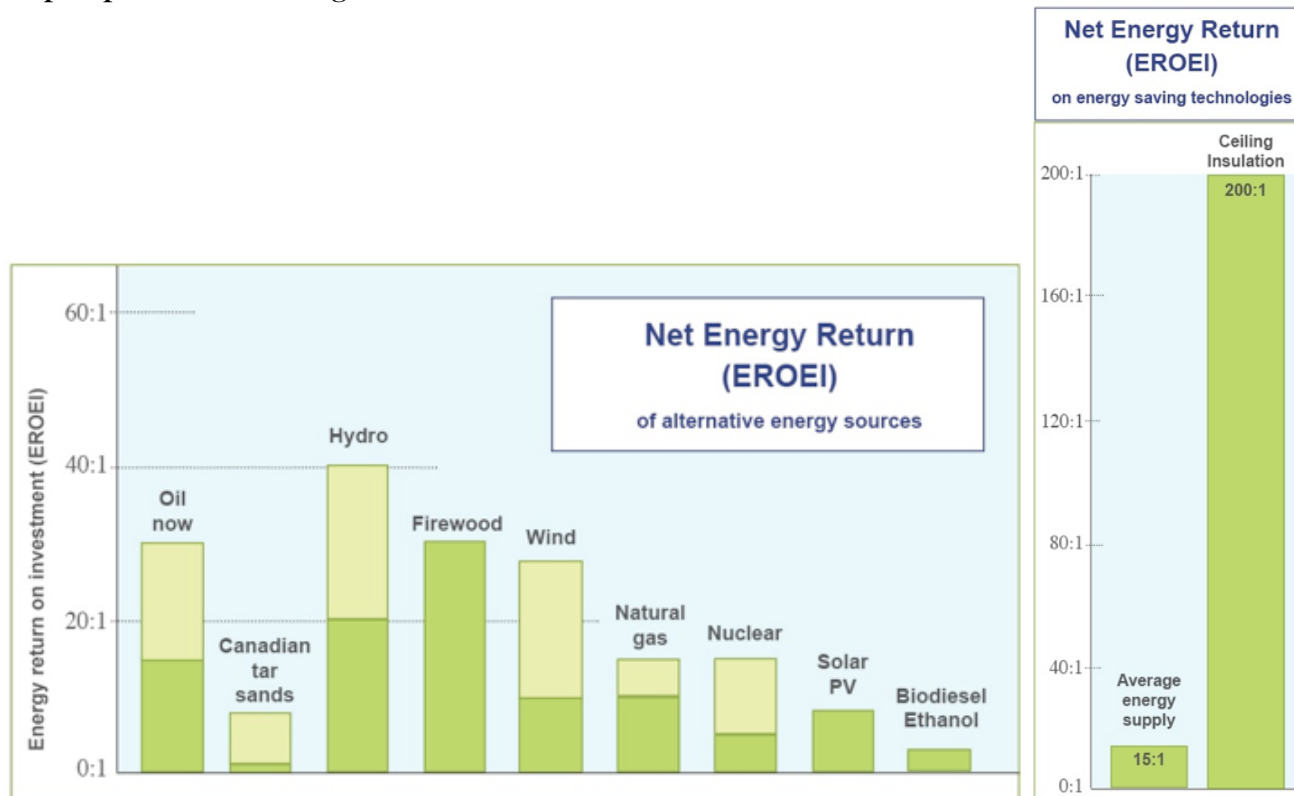
Mais l'estimation de l'EROI doit être faite en estimant les dépenses énergétiques de chaque élément

*What is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have?*

*Charles A, S, Hall \*, Stephen Balogh and David J, R, Murphy Energies 2009*

[www.mdpi.com/1996-1073/2/1/25/pdf](http://www.mdpi.com/1996-1073/2/1/25/pdf)

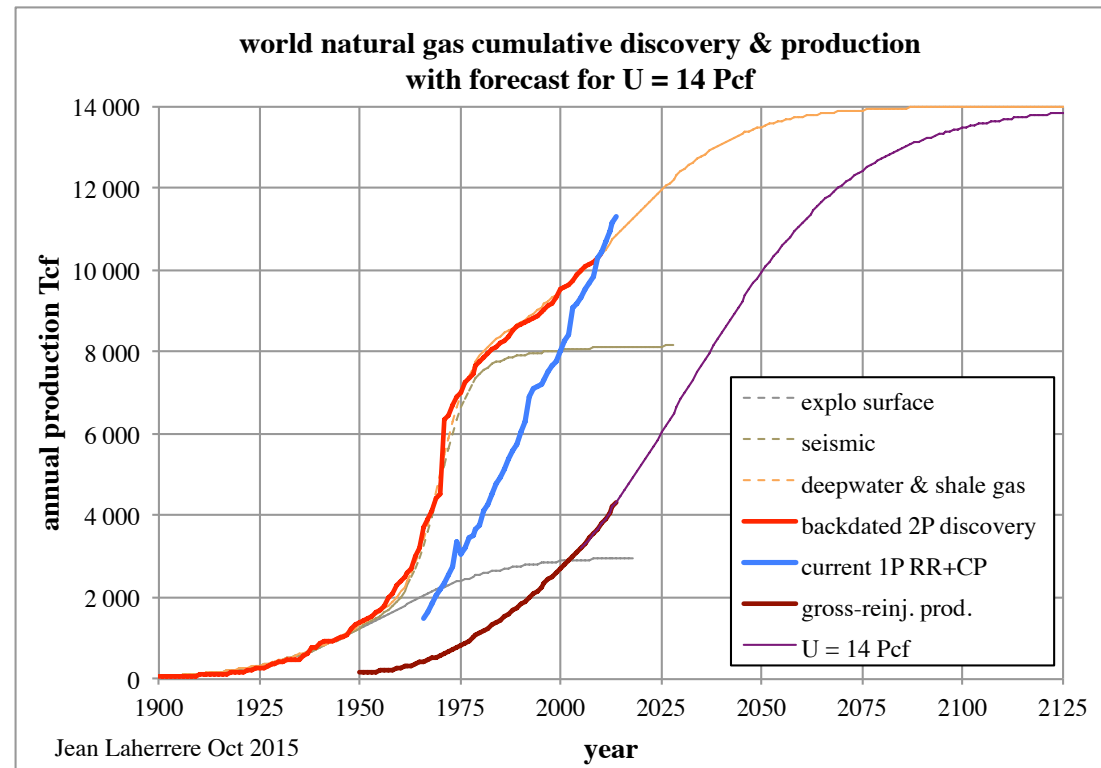
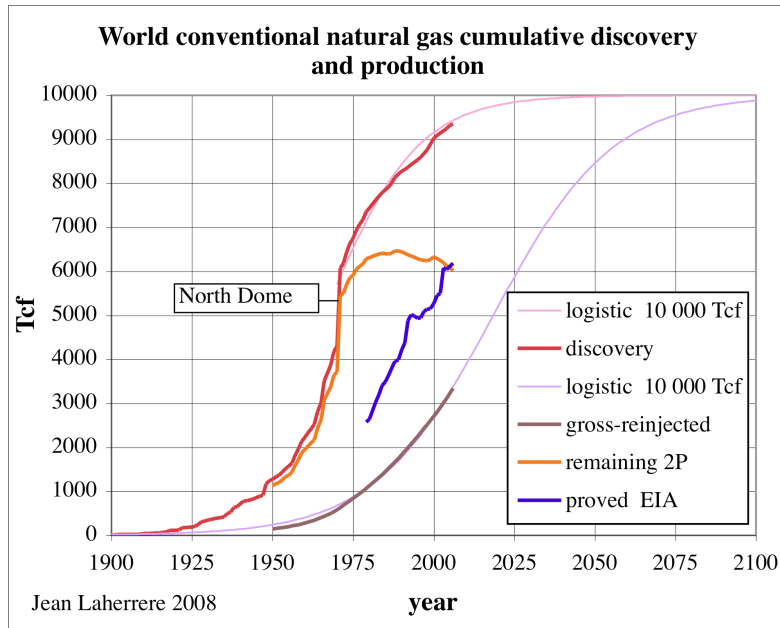
*Our educated guess is that the minimum EROI<sub>imm</sub> for an oil-based fuel that will deliver a given service (i.e., miles driven, house heated) to the consumer will be something more than 3:1 when all of the additional energy required to deliver and use that fuel are properly accounted for*  
<http://peakoiltas.org/2011/05/the-alternatives-to-oil/>



Voilà quelques estimations des EROI de sources énergétiques

Figure 31: decouverte et production mondiale cumulees de gaz conventionnel

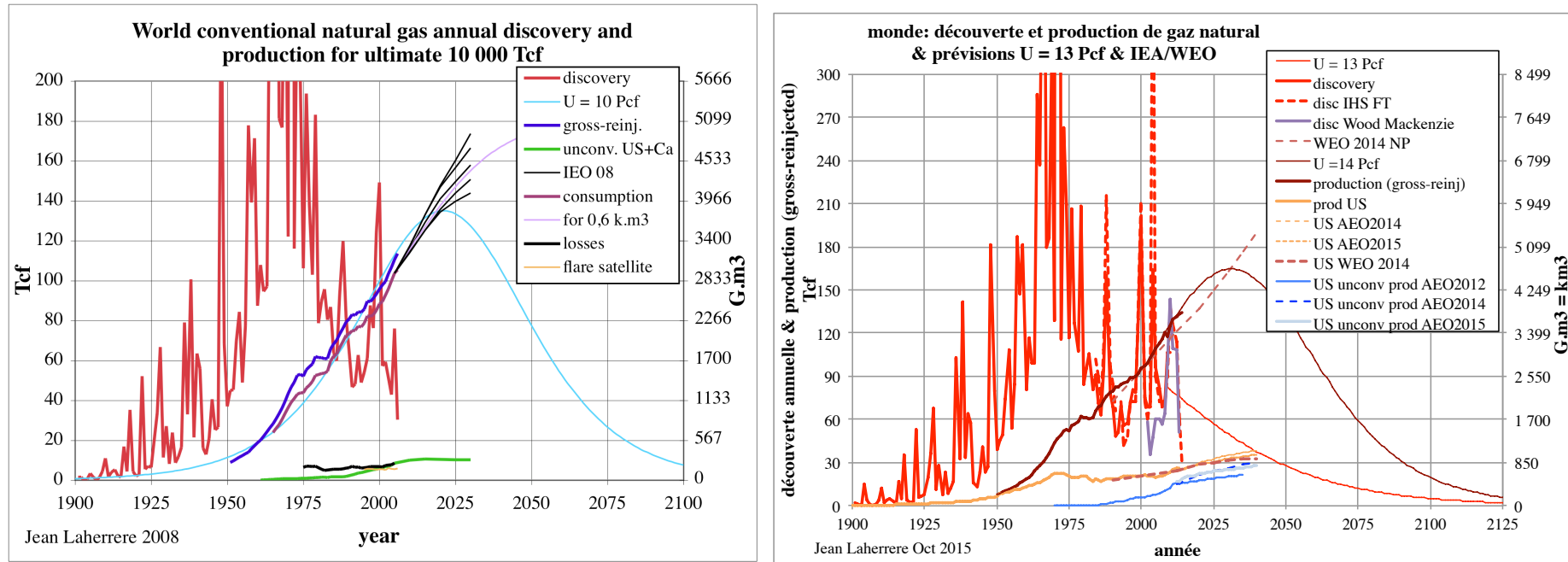
en 2015



En 2008 l'ultime gaz était estimé à 10 000 Tcf (un seul chiffre significatif disant bien l'imprécision de l'ordre de 30 à 40 %).

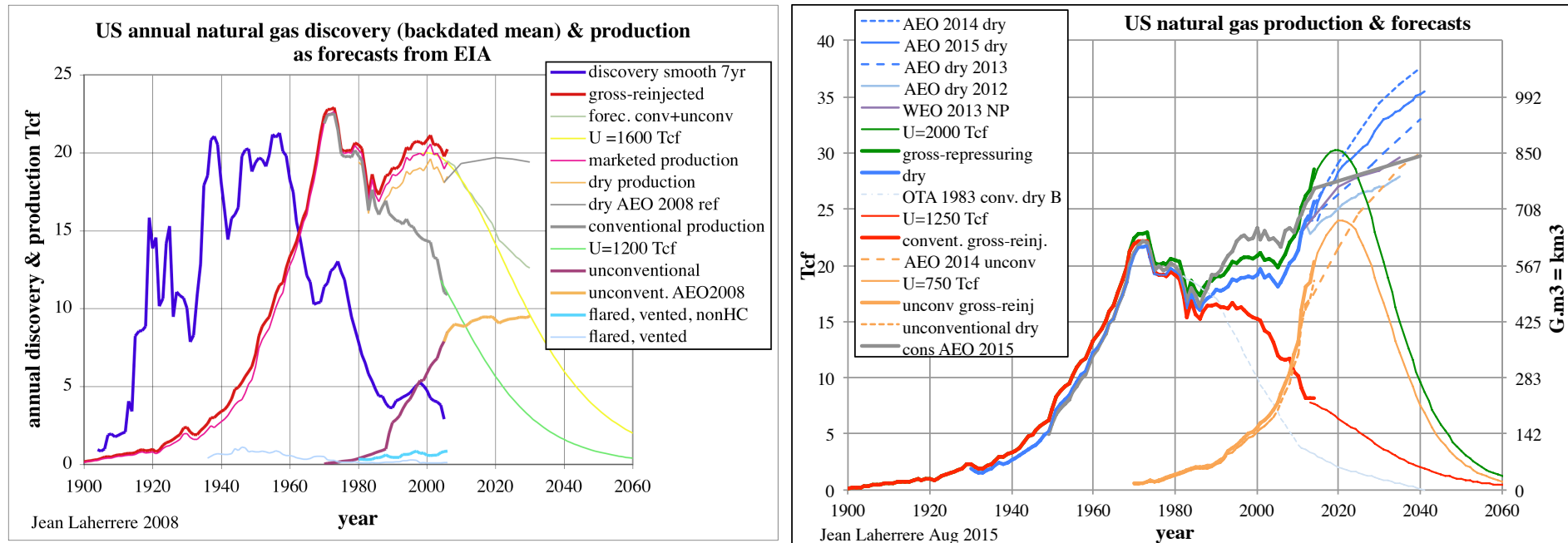
En 2015 l'ultime gaz est estimé à 14 000 Tcf (deux chiffres significatifs) avec la montée du gaz non conventionnel.

Figure 32: decouverte et production mondiale annuelle de gaz conventionnel  
en 2015



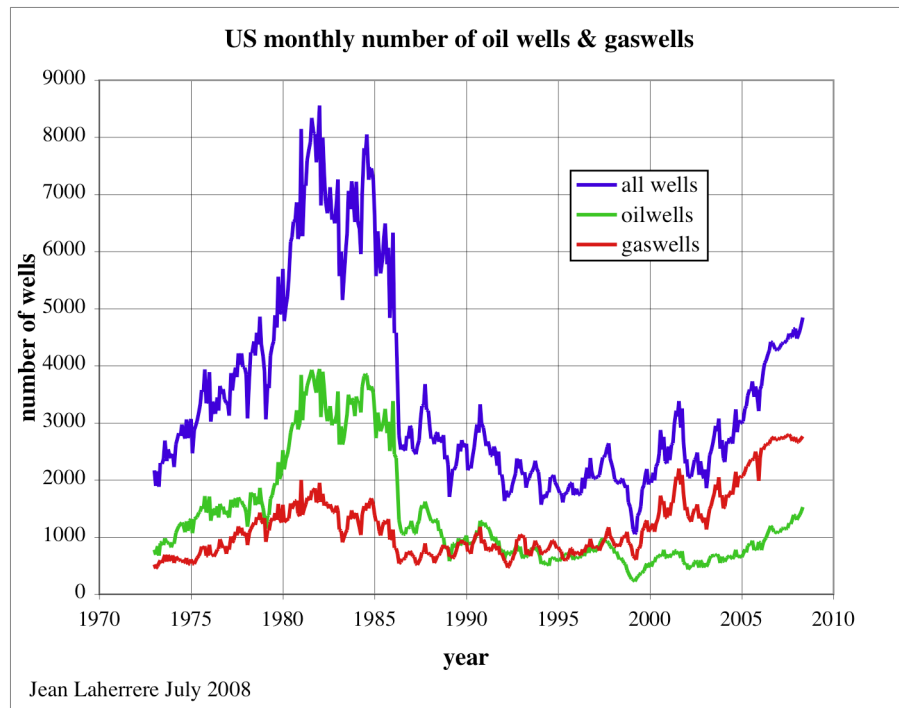
En 2008 le pic gaz est prévu vers 2020 à 135 Tcf pour un ultime de 10 000 Tcf.  
En 2015 le pic est prévu vers 2030 à 160 Tcf pour un ultime de 14 000 Tcf

Figure 35: US: decouverte et production annuelle de gaz avec previsions d'apres ultimes et EIA/AOE 2008 en 2015

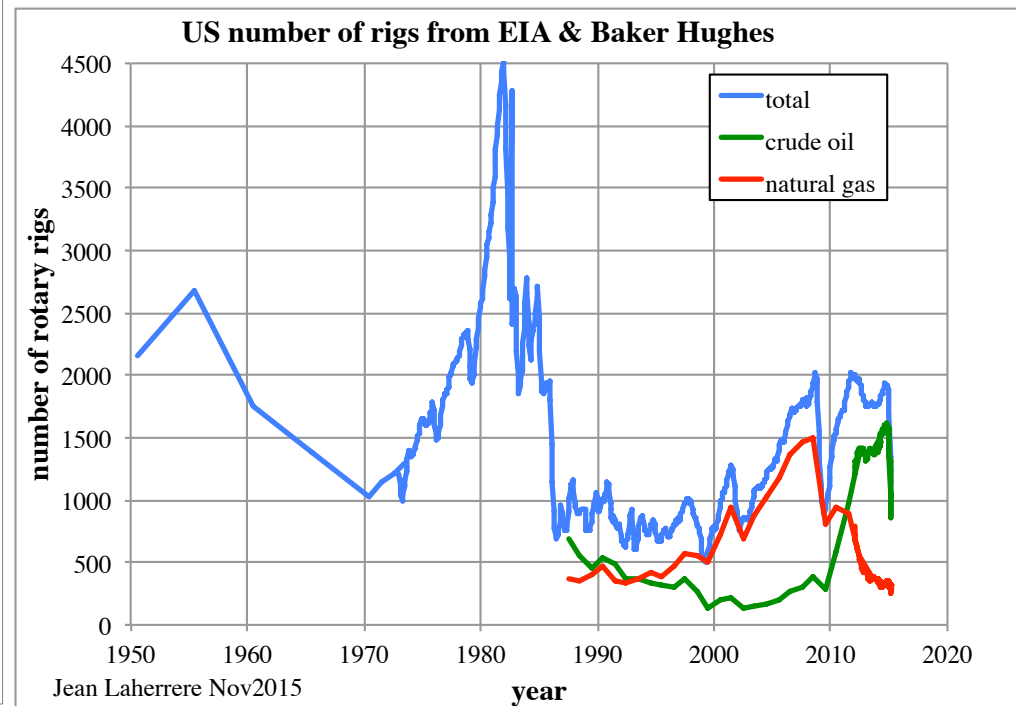


En 2008 la production US de gaz non conventionnel (coalbed methane, tight gas, shale gas) est prévue par l'EIA à 9 Tcf en 2020. En 2015 elle est prévue à 24 Tcf

Figure 37: US: nombre annuel de puits fores



nombre d'appareils de forage en 2015



En 2008 l'activité gaz avait devancé le pétrole depuis 1998 et était le double.

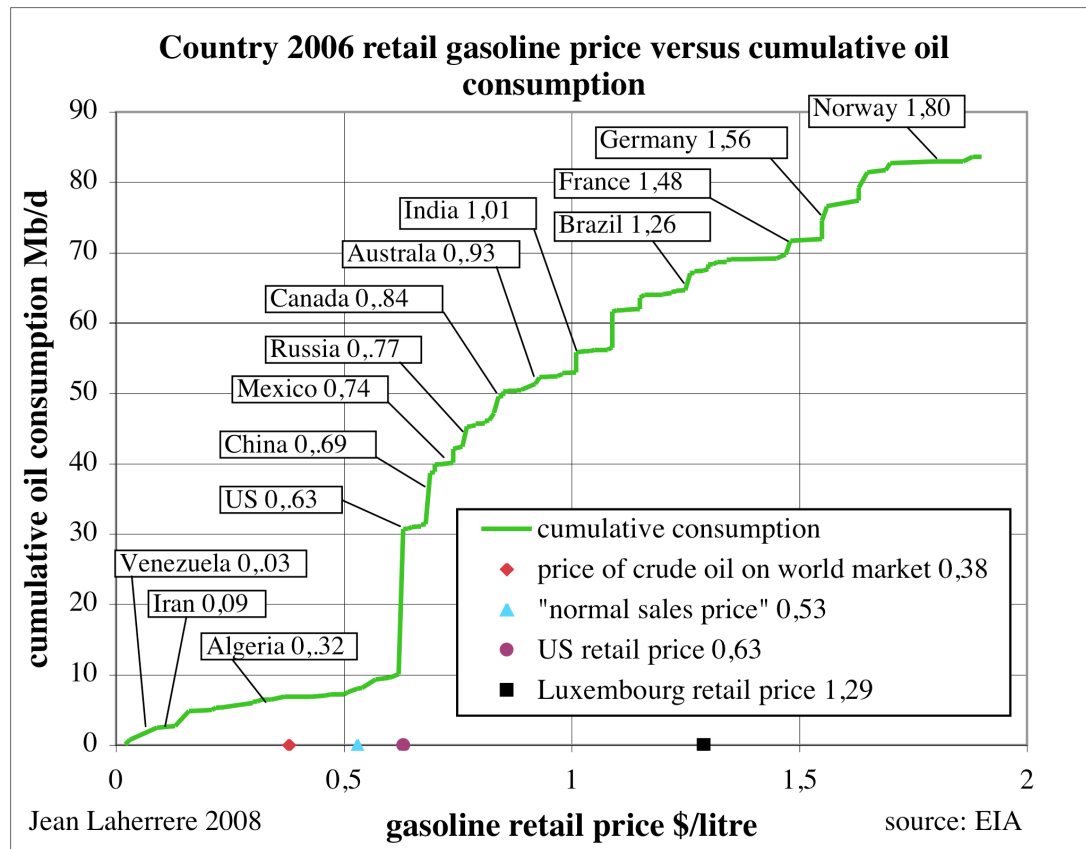
L'USDOE/EIA a arrêté de publier le nombre de puits US à fin 2010.

En 2015 le nombre d'appareils de forage est représentatif de l'activité pétrole et celle du gaz. Le nombre de rig-gaz a plafonné en 2009 et a été devancé par celui de rig-pétrole en 2012.

Le prix du gaz US a chuté puis celui du brut et le nombre total de rigs en Octobre 2015 est de 791 contre un pic de 2017 en octobre 2011 (et 4521 en décembre 1981)

Le nombre de « rigs » dans le monde hors US est actuellement 1300

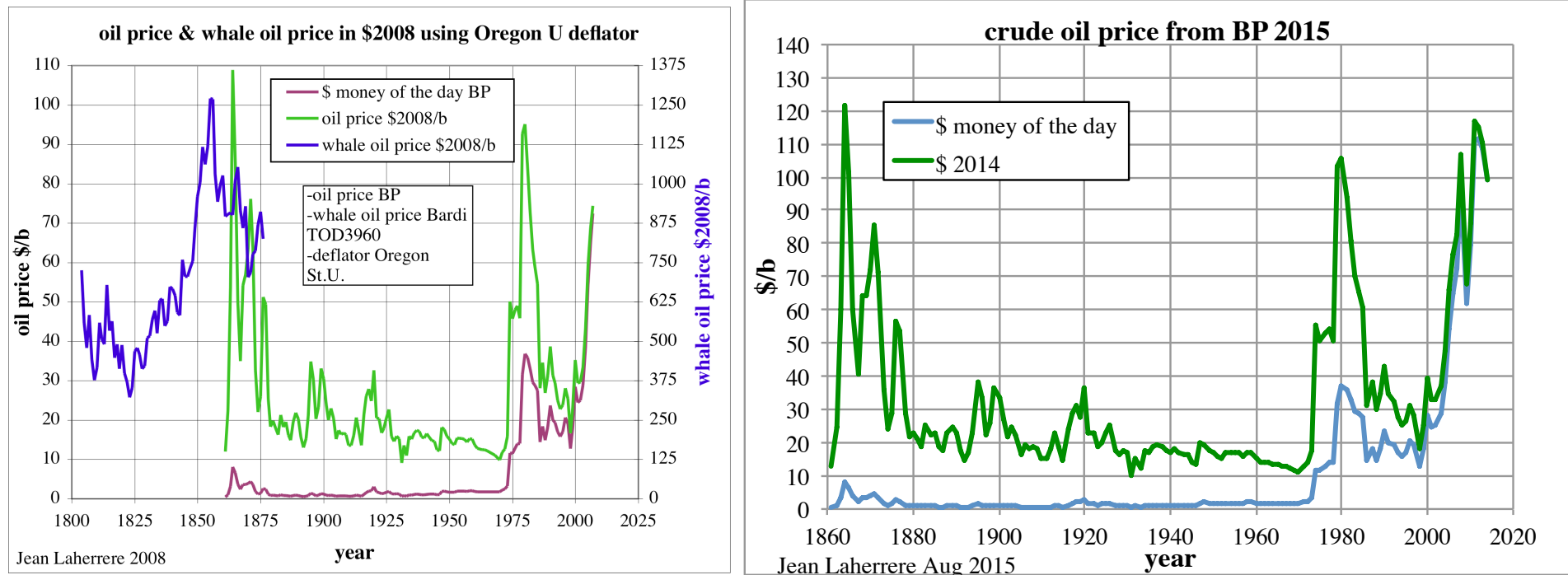
Figure 67: cout de l'essence en \$/ litre en 2006 et consommation cumulée de pétrole par pays



En 2006 la consommation cumulée de pétrole en fonction du prix de l'essence au litre en dollar, montre un éventail considérable depuis 0,03 au Venezuela à 1,8 en Norvège. Cela dépend des subventions (taxes négatives) et des taxes. Les pays producteurs non démocratiques distribuent une partie de la « manne » pétrolière en faisant des subventions abusives qui conduisent à des gaspillages et à une diminution de l'exportation, donc de la manne !



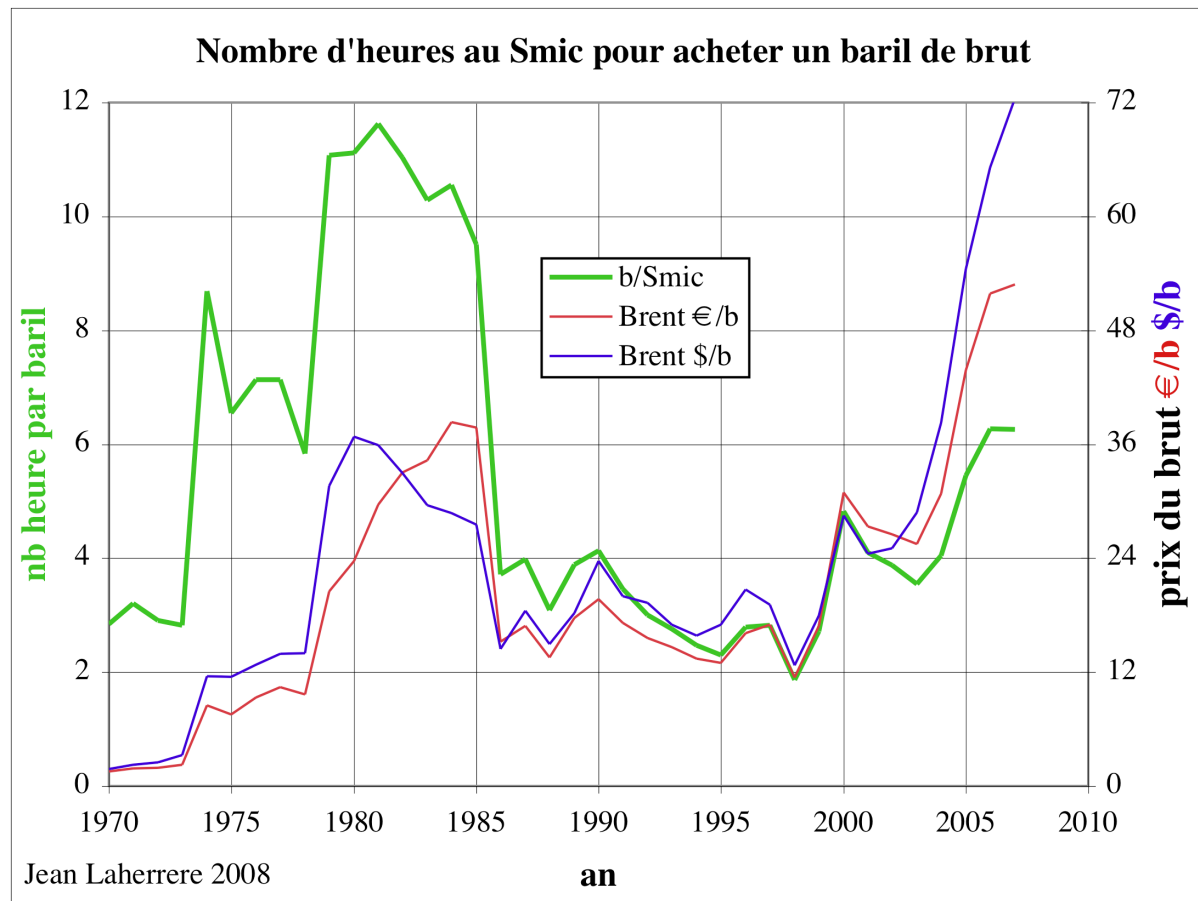
Figure 70: Prix de l'huile de baleine aux US et prix du pétrole en \$2008 (inflation officielle) en 2015



Le prix de l'huile de baleine a atteint 1200 \$2008/b en 1855 utilisé pour l'éclairage et a disparu en 1880 quand le prix du brut a été de 20 \$2008/b.

Le prix de 2015 est de 50\$/b soit celui en 1870 ou 1974

Figure 72: nombre d'heures de travail pour acheter un baril de pétrole avec le SMIC; \$/b; €/b

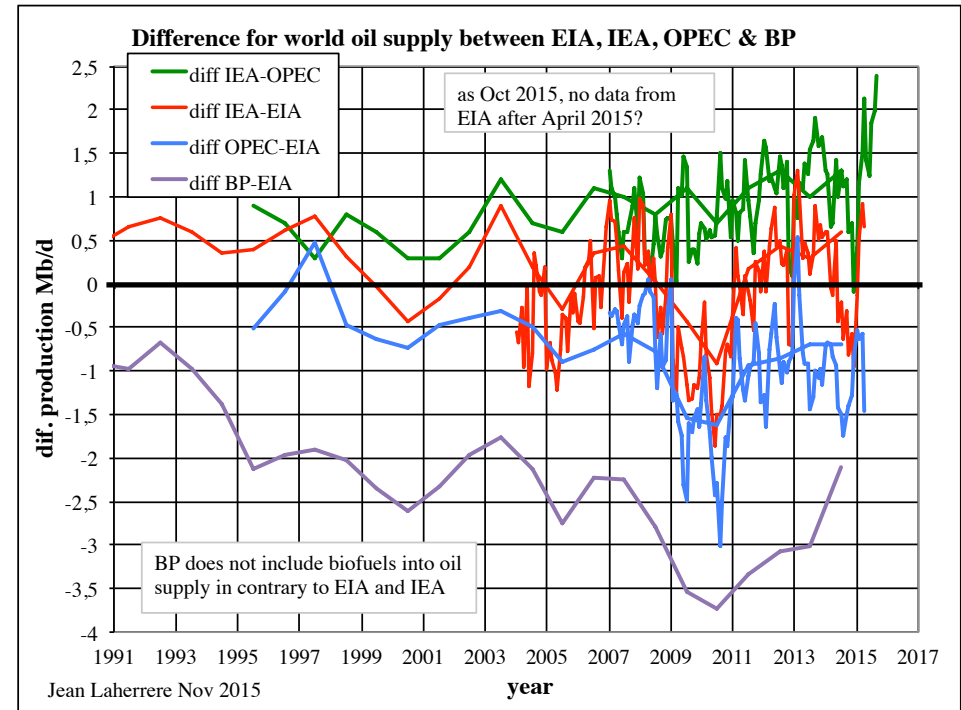
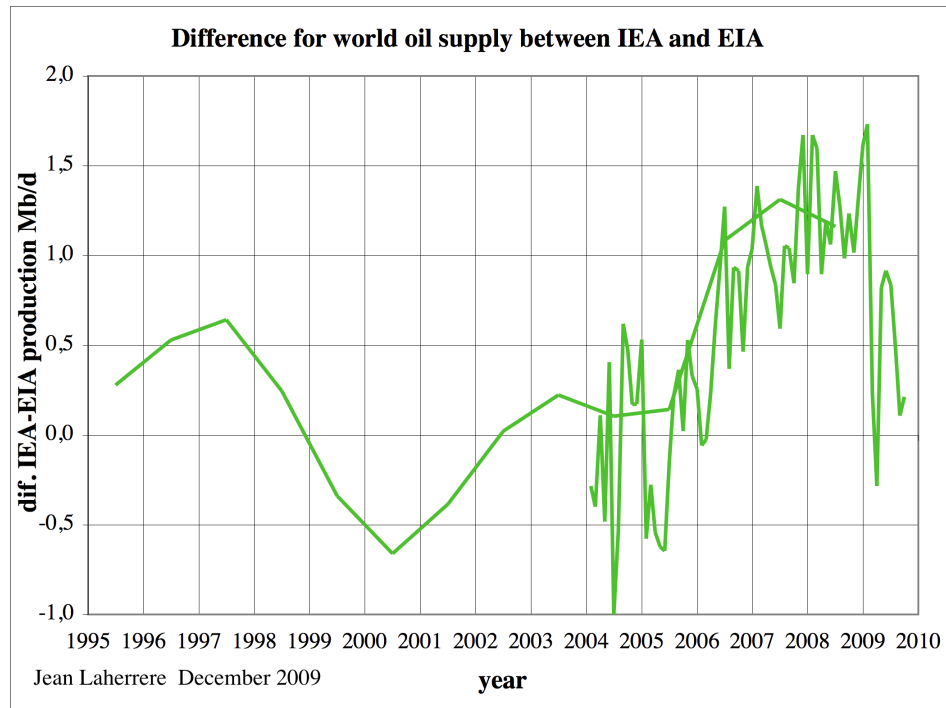


En 2007 il fallait travailler 6 heures pour acheter un baril de brut contre 11 heures en 1980

- 10-Comportement irrationnel (stupide) des hommes aboutissant a des échecs magistraux
  - Chernobyl = absence d'enceinte et opérations contre les règles de sécurité
  - Bug Y2K = seulement 2 digits pour l'année
  - Katrina détruisant les digues de La Nouvelle Orléans qui étaient maintenus pour un ouragan catégorie 3
  - Airbus 380 = câblage électrique avec 2 logiciels différents a Toulouse et Hambourg
  - Effondrement du pont de Minneapolis 2007 = manque de maintenance
  - US Subprimes = hypothèse de croissance permanente des prix de l'immobilier
  - titrisation des subprimes croyant que le grand nombre réduit le risque, en contradiction avec globalisation
  - Iles artificielles et tours de Dubaï basées sur une énergie sans limites??
- Einstein parlant de l'infini: il y a deux exemples: l'Univers et la stupidité humaine, mais je ne suis pas sur du premier
- Conclusions
  - il faudra changer de mode de vie car la croissance constante (BAU) est impossible dans un monde fini,
  - la récession mondiale prévue par Volcker 2004 pourrait être la purge salutaire qui permettra a chacun de changer de comportement,
- Le temps du monde fini commence Paul Valery 1931  
Plus je sais, plus je sais que je ne sais pas, et les autres non plus!

**-Sophia 2009**

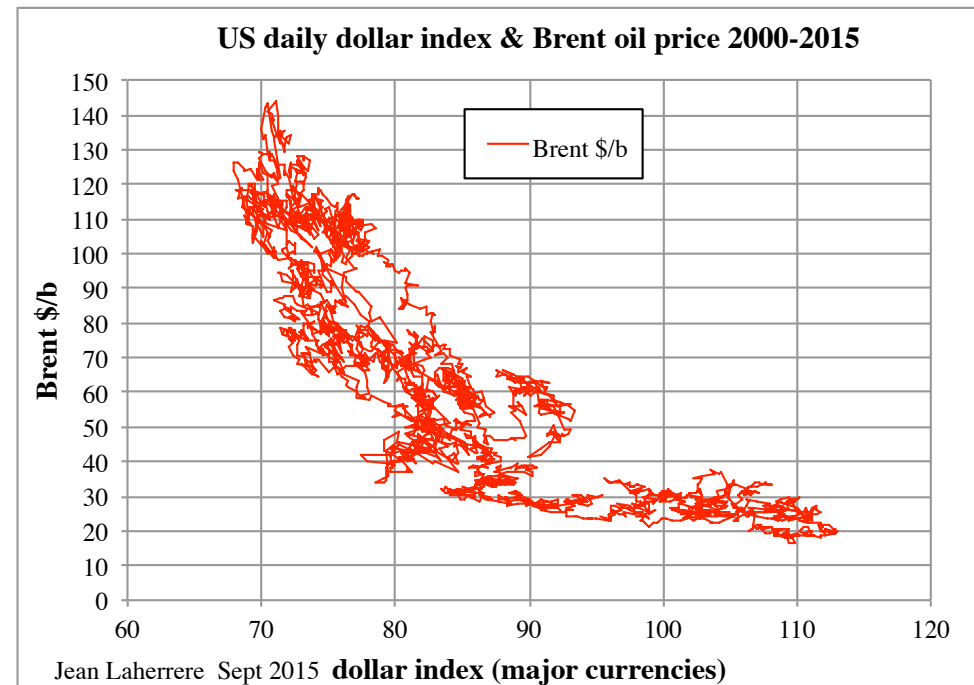
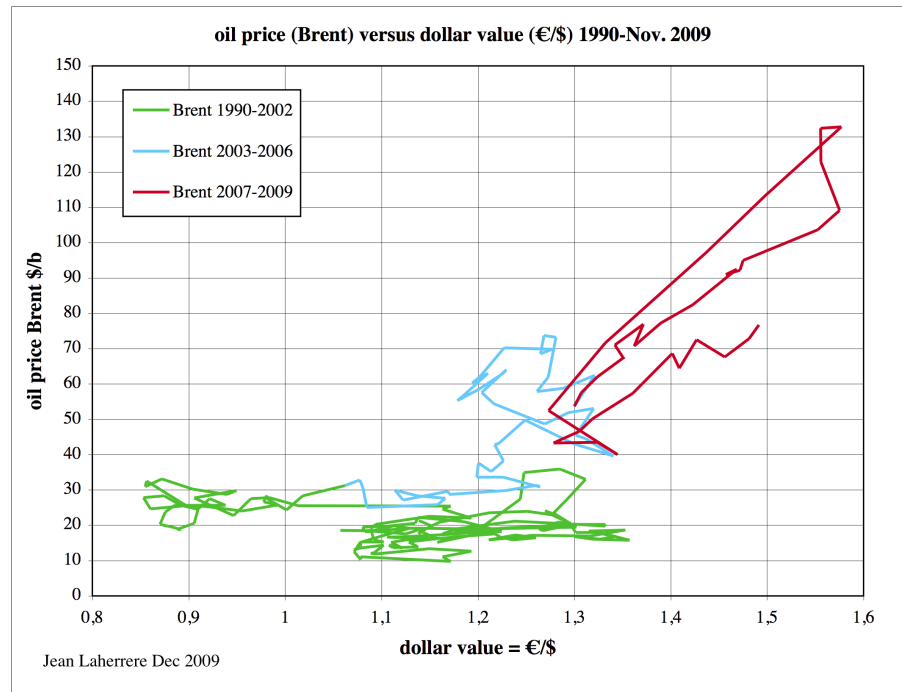
*Figure 8: différence de la production mondiale de pétrole entre USDOE et AIE en 2015*



En 2009 la différence entre les chiffres de l'offre des liquides entre 2 sources montrait que l' »imprécision « était de 1,5 Mb/b

En 2015 cette imprécision est le double = 3 Mb/d, car la définition de oil varie avec les sources

Figure 65: prix mensuel du pétrole en fonction de la valeur mensuelle du dollar = €/\\$ 1990-Nov 2009  
 en 2015 prix du Brent et valeur dollar (monnaies majeures)

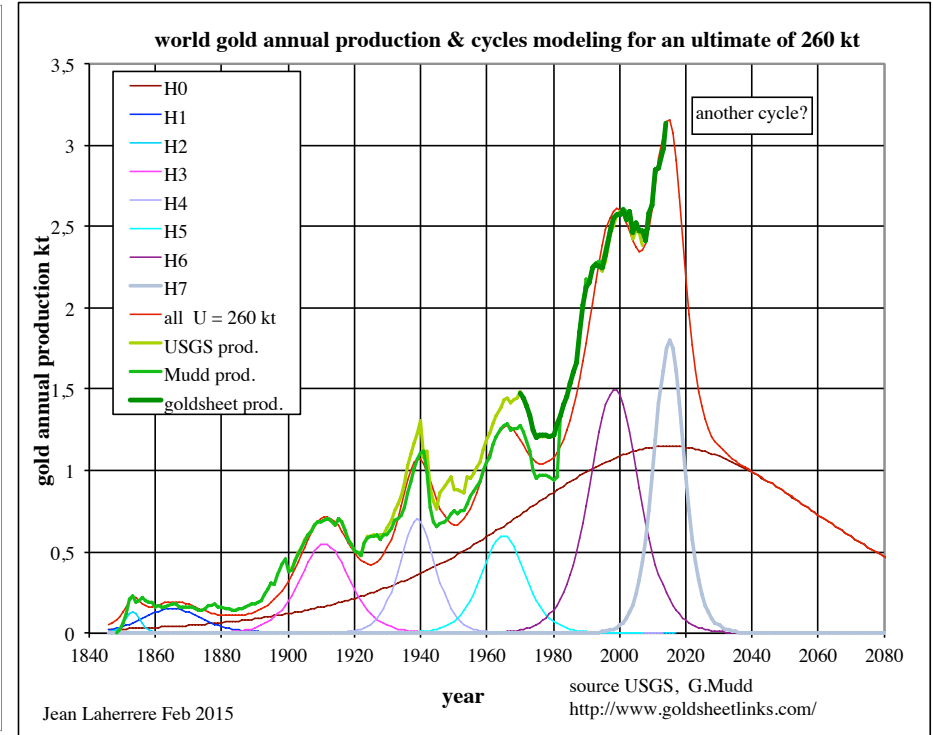
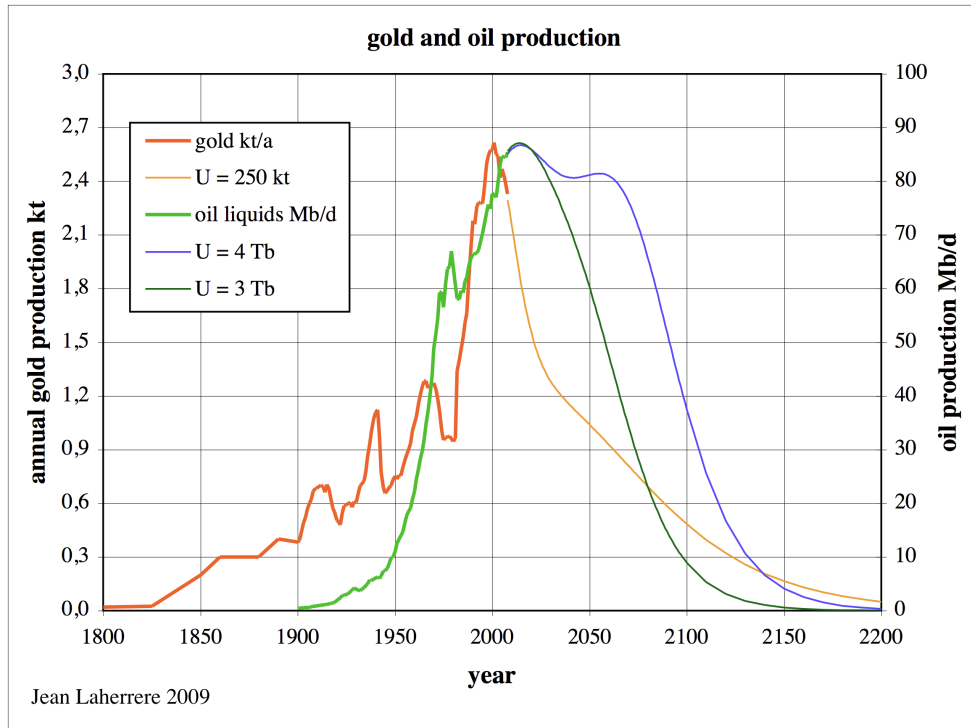


En 2009 il est apparu que le prix du brut (Brent) n'avait pas de corrélation avec la valeur du dollar, mais qu'après 2005 la corrélation était réelle avec un certain flou.

En 2015 le Brent continue de rester dans le nuage d'après 2003 : voir mon papier du Club de Nice 2015

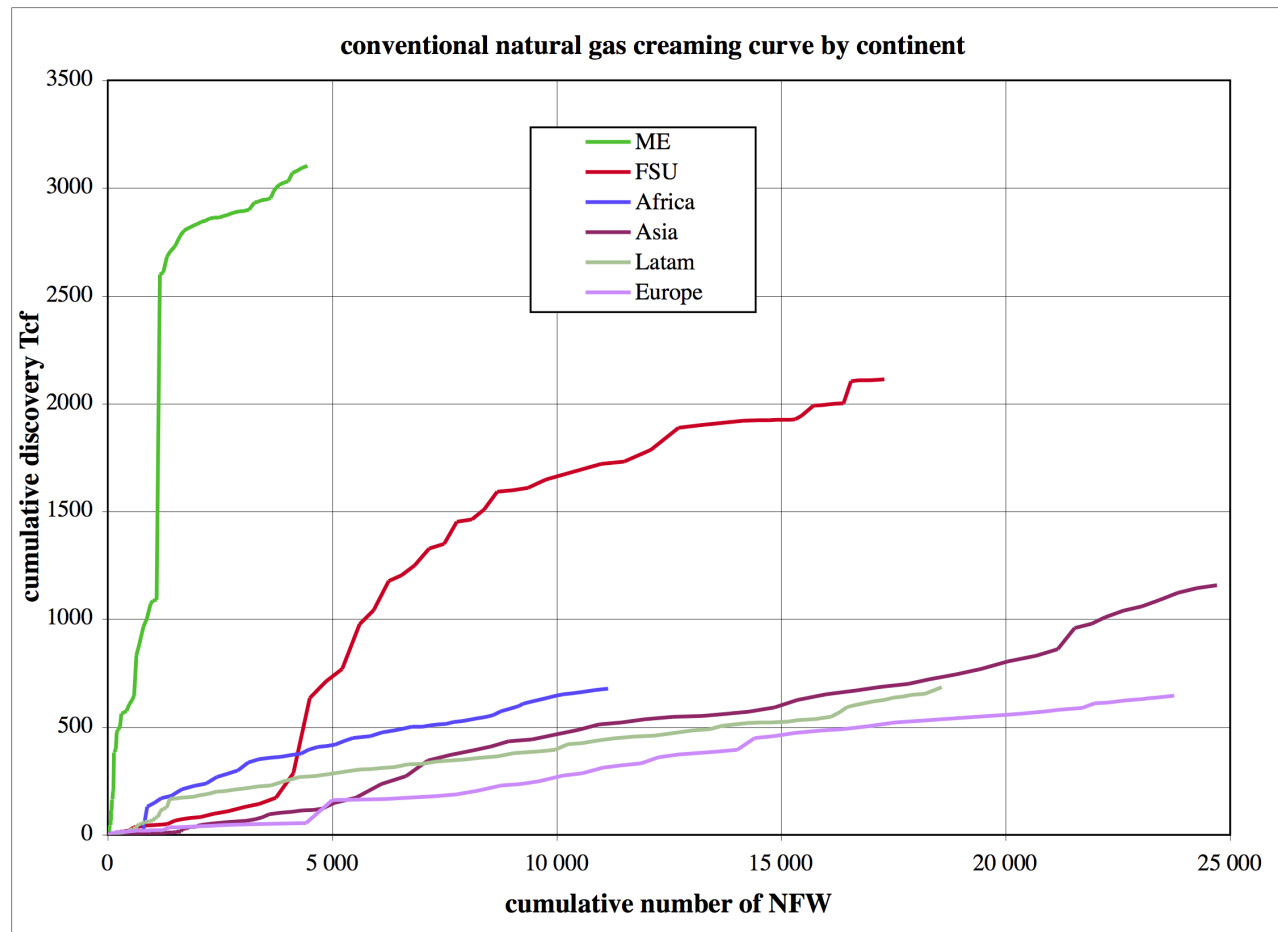
Figure 69: production du pétrole et de l'or 1800-2200

en 2015



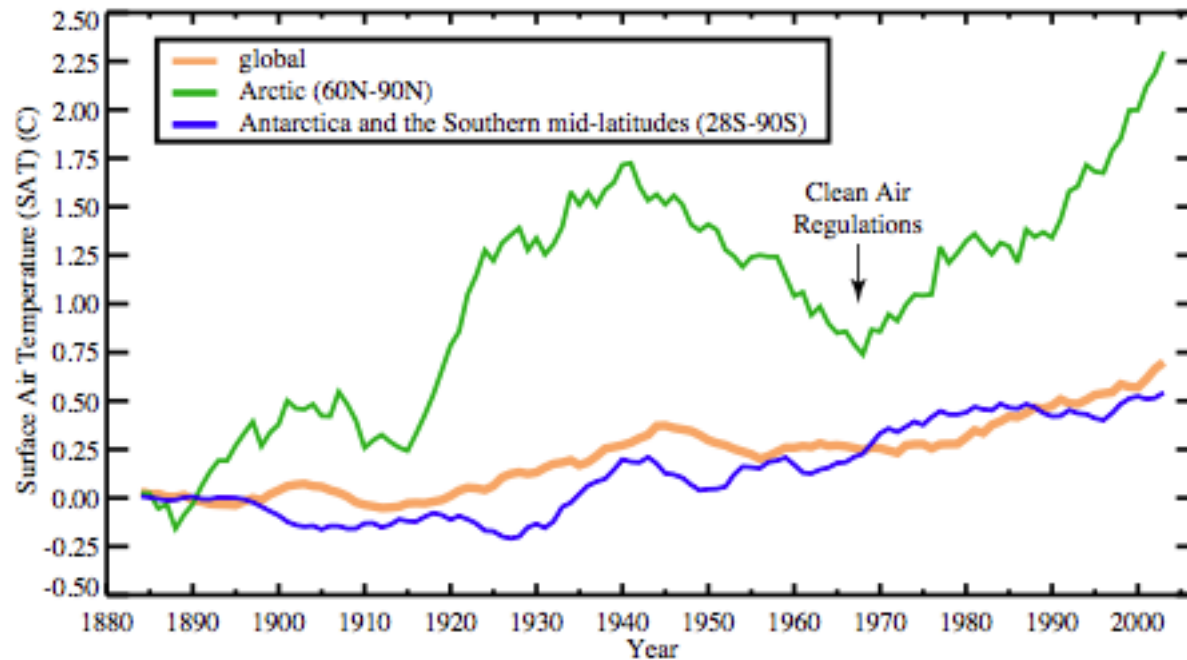
En 2009 j'étais trop pessimiste avec un pic de la production de l'or en 2000 avec 2,6 kt, car le prix élevé de l'or a conduit à la récupération d'or dans les anciens terrils et autres mines nouvelles et le pic doit se situer vers 3,2 kt avant 2020. Mais si on ne va pas chercher le charbon au delà de 1500 m de profondeur (a cause de l'EROI) on va chercher l'or à 4000 mais l'on a atteint le maximum en matière de logistique.

Figure 84: courbes d'écumage du gaz conventionnel 2P par continent



Comme pour le pétrole les courbes d'écumage des découvertes de gaz montrent que le Moyen Orient est une région privilégiée, ensuite c'est ex-URSS et les autres continents sont similaires, très inférieurs aux 2 premiers.

*Les 40 scenarios SRES du GIEC 2007 d'émission par habitant de CO2 des combustibles fossiles sont tres supérieurs aux prévisions officielles,  
 Le rapport Stern a pris les scenarios les improbables (couts considérables) et les a probabilisés comme les scenarios les plus probables, ce qui est scientifiquement faux : ses résultats le sont donc aussi !  
 Dans un modelé, la qualité des résultats dépend de la qualité du modelé et surtout de la qualité des hypotheses a l'entrée, Comme disent les Américains: GIGO Garbage In, Garbage Out  
 Figure 98: température globale, arctique et antarctique*



*Mon interview par Y. Arthus-Bertrand pour son émission Vu du ciel du 25 novembre sur le pétrole a été censuré, J'ai alors propose un pari de 1000 € a Arthus-Bertrand et a Y. Cochet que la température en 2018 ne sera pas plus haute que celle de 1998, Ils n'ont pas répondu! J'avais gagné par forfait un tel pari similaire avec JM Jancovici et Y Sciama en 2008*



## *-7-Changement climatique*

*C'est la règle depuis que la terre existe, c'est à dire plus de 4 Ga,*

*Ce n'est que tard à la retraite que j'ai découvert que l'objet de toute ma vie active de géologue-géophysicien a été de suivre les changements climatiques du passé qui causent les alternances géologiques grés-argile ou argiles carbonates (horizons sismiques),*

*Le changement climatique est appelé dérèglement climatique par certains qui considèrent tout changement comme une catastrophe, que ce soit le réchauffement maintenant ou le refroidissement en 1975; alors que le changement est la règle, bien qu'il a peu change depuis 10 000 ans en comparaison avec ce qui s'est passé avant, La stabilité climatique est anormale!*

*Cromagnon et Neanderthal se sont bien adaptés aux glaciations et aux périodes interglaciaires,*

*Newsweek 28 Avril 1975 titrait «**The cooling world** » There are ominous signs that the earth's weather patterns have begun to change dramatically and that these changes may portend a drastic decline in food production, Climatologists are pessimistic that political leaders will take any positive action to compensate for the climatic change, The longer the planners delay, the more difficult will they find it to cope with climatic change once the results become grim reality,*

*Lowell Ponte "**The Cooling**" 1976: **This cooling has already killed hundreds of thousands of people, If it continues and no strong action is taken, it will cause world famine, world chaos and world war, and this could all come about before the year 2000,***

*Heureusement que rien n'a été fait: Gaia l'a fait! Ou plutôt l'homme en supprimant la pollution des aérosols qui refroidissent,*

*Il n'y a pas de preuve que l'augmentation de CO2 est la cause principale de l'augmentation de température, Les carottes de glace de Vostok disent le contraire: le moteur est la température (cycles de Milankovitch) et le CO2 suit avec 1000 ans de retard,*

*Toutes les catastrophes comme les ouragans, inondations et sécheresses ne sont pas dues au CO2 comme certains l'affirment!*

*Pierre Morel CNRS communication a l'académie des sciences 6 dec 2009 «sur 0,6°C d'augmentation de la température, 0,4 °C est due aux corrections» « Sur les températures on trouve ce que l'on cherche!»  
Le CO2 est présente comme le principal gaz a effet de serre: c'est faux c'est l'eau, Le CO2 est le faux ennemi,  
EPA vient de décréter le CO2 toxique, alors que c'est la source de croissance des plantes avec soleil et eau,  
N'importe qui peut accuser son voisin de polluer quand il respire ! Sans carbone pas de vie,  
Les serres en Hollande injectent du CO2 à 1000 ppm pour mieux faire pousser les fleurs que nous achetons,  
Un monde postcarbone est une cible ridicule  
La capture et stockage du carbone CCS demandera 30 ans pour être capable d'éliminer le CO2 en quantité suffisante et en consommant un supplément d'énergie de 30 %,  
C'est les gaspillages d'énergie qu'il faut réduire (cela réduira le CO2) et non chercher a réduire le CO2 en consommant inutilement plus d'énergie*

*-9-Catastrophisme = Egocentrisme*

*Une majorité de Français (52% Qui veut gagner des millions ? Découverte Juin 2007) et d'Américains pense que le soleil tourne autour de la terre, pour beaucoup tout est centre sur l'homme et que la terre a été faite pour eux ?*

*Ce ne peut être qu'eux qui changent la terre*

*De plus l'être humain aime se faire peur: Apocalypse de l'an 1000, Y2K bug, film 2012*

*La catastrophisme climatique est politiquement correct, alors que le catastrophisme énergétique ne l'est pas : il ne faut pas toucher au Business as usual! Ni l'un ni l'autre est inéluctable!*

*Le vrai problème est en fait la démographie, La moitié de l'humanité a un taux de fecondite inferieur à 2,1 (taux de remplacement) due a une forte éducation des femmes qui depuis quelques décennies contrôlent la natalité, et cette moitié va vers l'extinction,*

*Mais l'autre moitié avec un faible niveau d'éducation des femmes a un fecondite bien supérieur a 2,1 et une progression démographique qui la conduit a la pauvreté et l'immigration,*

*-l'approche probabiliste est la seule méthode dans un monde incertain, mais beaucoup ne comprennent pas les probabilités et n'acceptent que l'approche déterministe*  
*-la loi des grands nombres qui conduit à l'aléatoire peut expliquer la forme en cloche des courbes de production d'un pays comme les US avec plus de 20 000 compagnies productrices (qui se comportent de façon aléatoire sauf en cas de crise ou de quota) en comparaison d'un pays comme l'Arabie Saoudite avec une seule compagnie*  
*-on utilise un nombre considérable de décimales sans se préoccuper si cela est compatible avec le calcul d'erreur que beaucoup sont incapables d'estimer*  
*-la seule solution pour beaucoup est l'extrapolation linéaire, alors que dans la nature le linéaire est local (tangente) et que globalement tout est courbe et qu'il y a plusieurs solutions,*  
*-les scientifiques poussés par le besoin de publier ont de moins en moins d'éthique et certains n'hésitent pas à tricher ou à cosigner des articles sans contribution réelle (sauf la contrepartie), Le volume des publications augmente mais la qualité baisse*

*Conclusion:*

*Soyez toujours sceptiques!*

*Quand vous voyez des chiffres, demandez vous quelle est la motivation de l'auteur, la définition du produit et tachez d'avoir d'autres sources,*

*Quand vous trouvez une solution, continuez à chercher une autre solution, car la Nature n'est pas linéaire,*

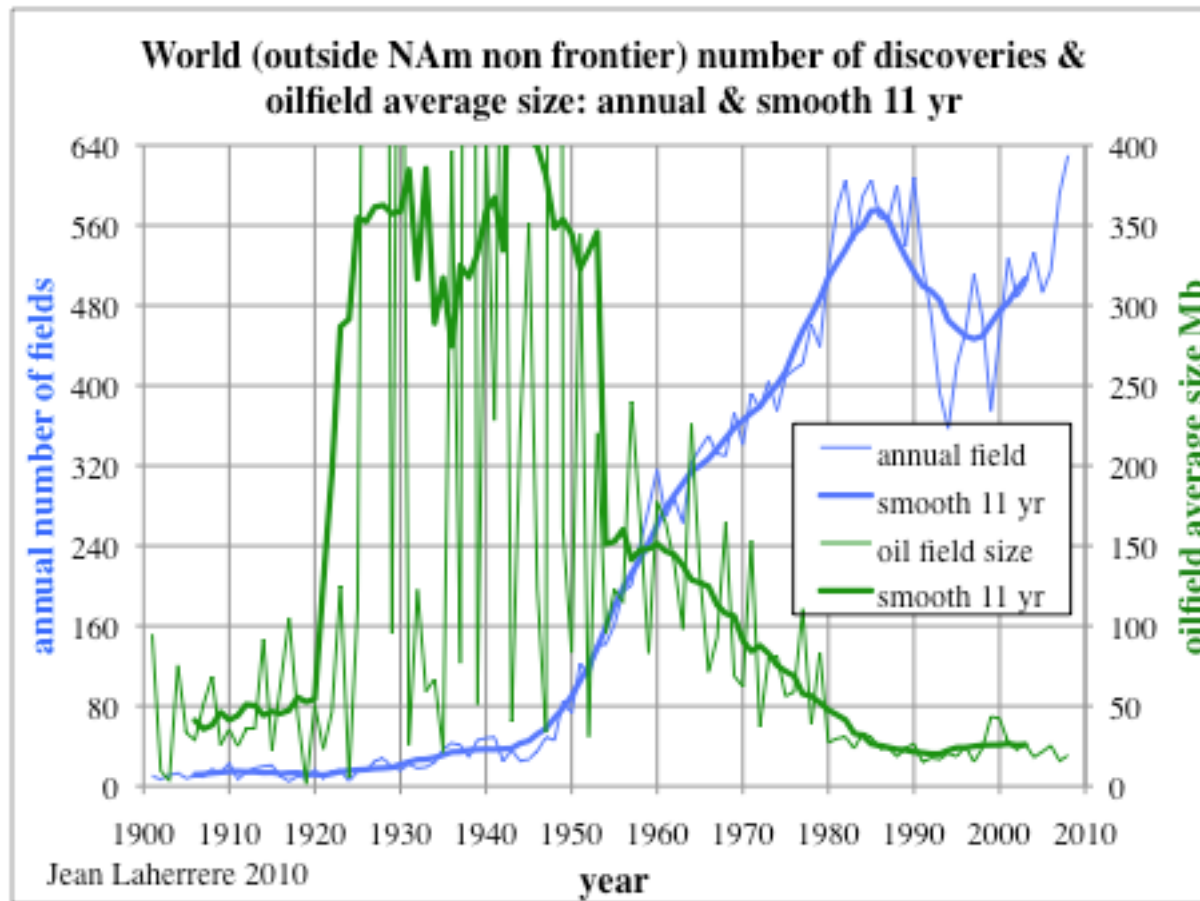
*La vie est une quête, continuez à chercher et vous trouverez!*

*Mais il y a toujours quelque chose d'autre à trouver!*

*Plus je sais, plus je sais que je ne sais pas, et les autres non plus!*

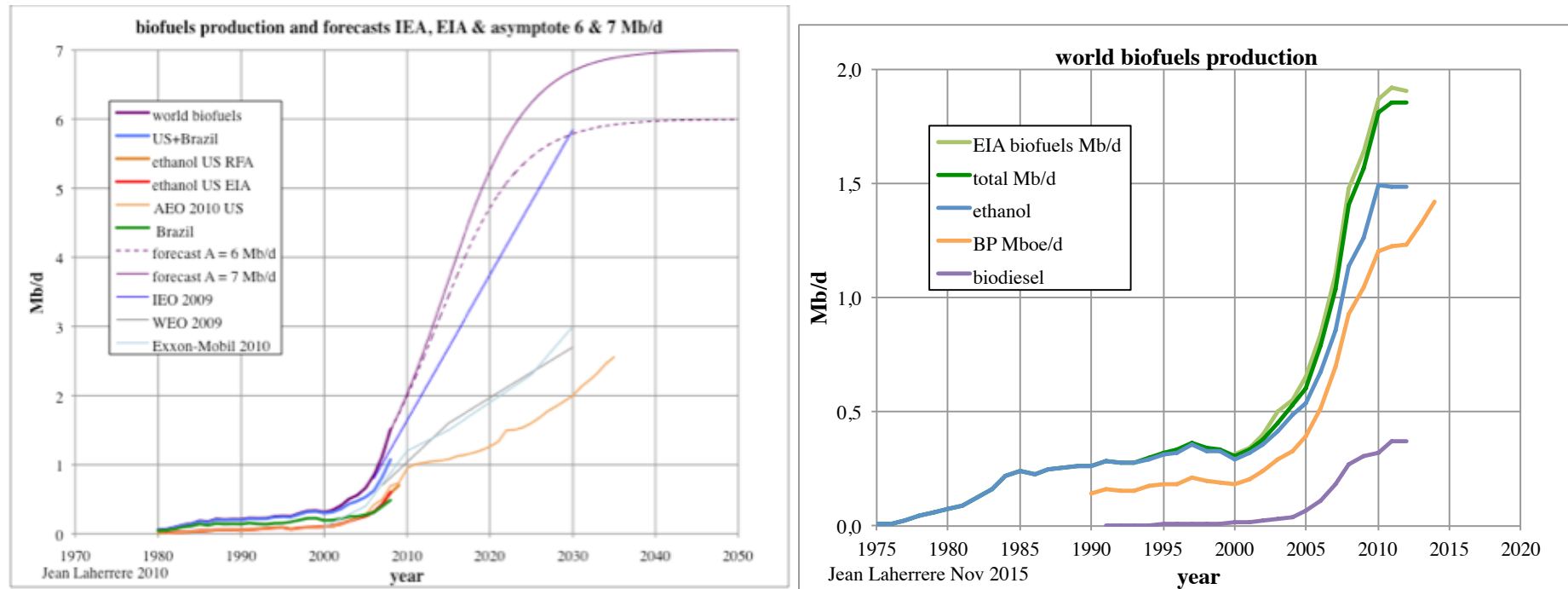
-Sophia 2010

-Figure 23: monde excluant US&Ca conv 1900-2008: nombre de découvertes et taille moyenne des champs de pétrole



Dans le monde hors Amérique du Nord terrestre classique, le nombre de découvertes augmente mais la taille des découvertes est devenue ridicule par rapport à la période 1925-1955. c'est encore plus vrai en 2015, on n'a pas trouvé de géants en 2014, il faut remonter à 1943 et 1924 pour avoir une année sans géants.

Figure 33: production mondiale de biocarburants pour une asymptote à 6 & 7 Mb/d en 2015



En 2010 les prévisions de production de biocarburants étaient très optimistes avec une asymptote (pas de pic) à 7 Mb/d

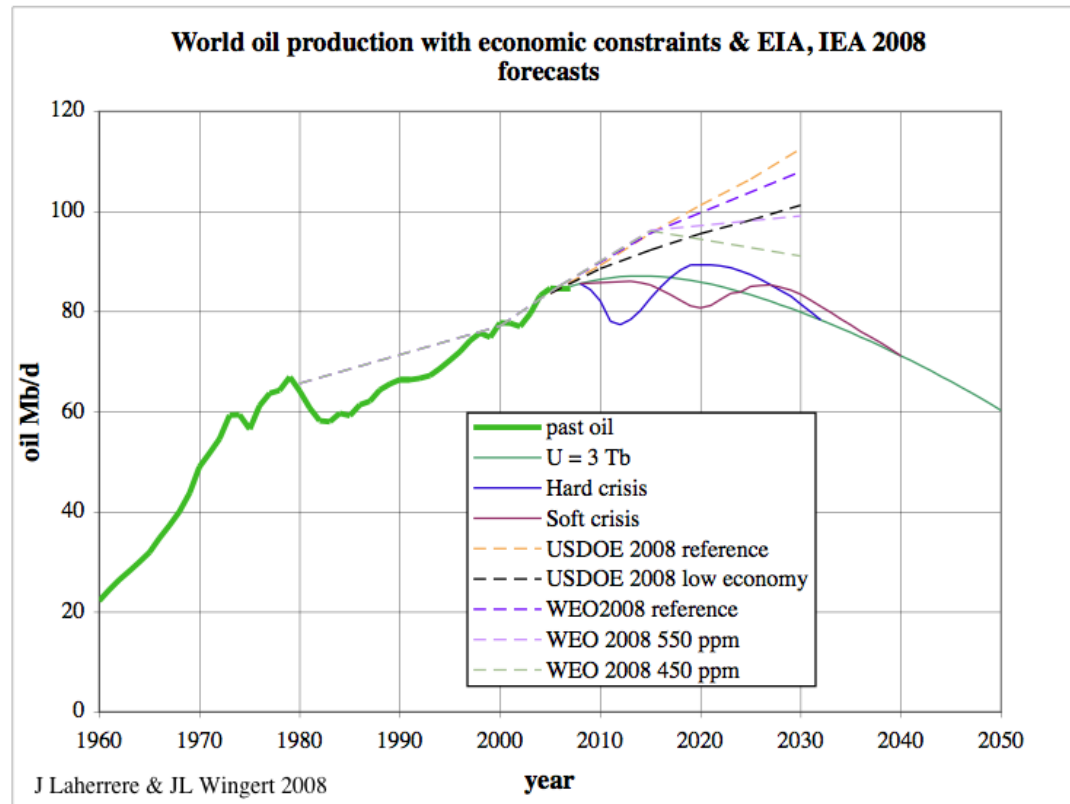
En 2015 la production plafonne à moins de 2 Mb/d et mon asymptote dans la prévision tous liquides n'est plus que 3 Mb/d.

Les biocarburants ne tiennent que par les subventions. De nombreuses études ont été faites sur l'EROI de l'éthanol à partir du maïs (40% du maïs US part en biocarburants) et sont divergentes; supérieure à 1 pour USDOA, inférieure à 1 pour les universitaires Pimentel et Chavanne .

Cela montre bien la difficulté d'estimer l'EROI !

*Il semble que cette production tous liquides est sur un plateau à 85 Mb/d et va décliner dans quelques années, si la crise économique se dissipe vite, sinon (crise en W) il va y avoir un plateau ondule (bumpy plateau) que je prédisais depuis 2001, mais sans le tracer,  
 Mais en 2008 a ASPO Barcelona avec JL Wingert nous avons prévu plusieurs scenarios de crise pour les liquides*

*Figure 36: monde: production annuelle tous liquides avec contraintes économiques 1960-2050*



Le plateau a été bousculé en 2014 avec le pétrole de roche-mère et le deepwater, la fourchette a grandi !  
 Colin Campbell a introduit le terme peak oil en 2000, j'ai introduit le terme bumpy plateau (plateau ondulé) en 2001.

*-1-7-3-confusion entre réserves et ressources : oil shale et shale oil*

*Les schistes bitumineux (oil shale), ni schistes, ni bitume, mais en fait des roche-mères contenant de la matière organique (kérogène) immature, qui n'a pas encore génère de pétrole, car n'ayant pas subi les conditions de température et de pression (fenêtre a huile) nécessaires a la génération d'hydrocarbures,*

*Les Schistes d'Autun ont être produits en France de 1835 à 1957 par extraction minière et cuisson (retorting à 700 °C) , Les schistes estoniens sont brulés directement dans les centrales et les cimenteries mais cette exploitation doit s'arrêter à cause de la pollution, Il y a encore des usines utilisant le retorting à petite échelle en Chine et au Brésil sans projet d'augmentation, mais il est difficile d'obtenir des données !*

*Au contraire le shale oil concerne des roches-mères matures qui ont généré du pétrole étant dans la fenêtre à huile, mais qui n'ont pas expulsé toute l'huile, Le shale oil est à la mode, relance par l'utilisation des puits horizontaux et surtout la fracturation pour récupérer le pétrole qui est reste dans la roche-mère qui a de maigres qualités de réservoir, à l'exemple du Bakken dans le bassin de Williston aux US et Canada.*

*Un projet shale oil existe en France dans le bassin de Paris, Toreador Energy doit forer un puits dernier trimestre 2010, près de Château Thierry, le premier de 3 puits finances par Hess :*

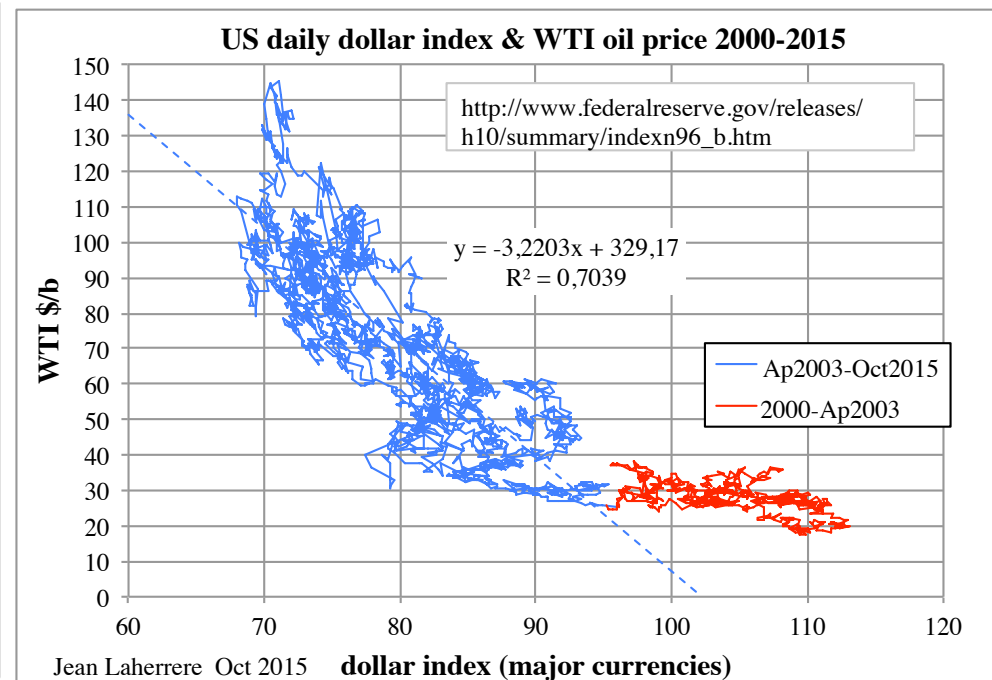
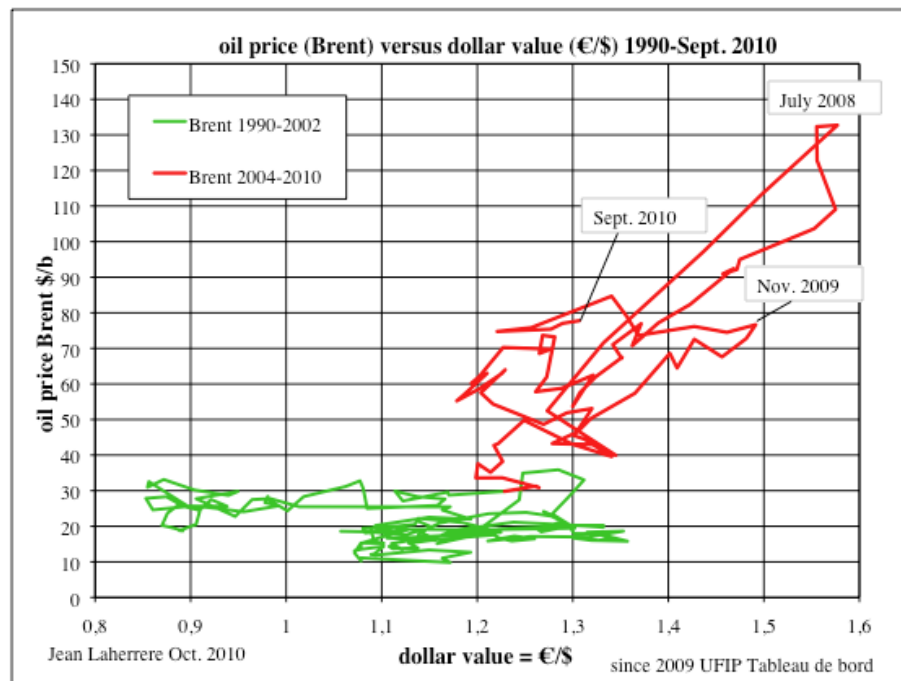
Cela reste vrai en 2015 ; mais le forage de Hess à Château Thierry d'exploration du Banc de Roc dans les Schistes Carton n'a pas été exécuté l'exploration dans les shale ayant été interdits en France. Cependant avant cette interdiction le puits de Champotran 29D par Vermillion a été fracturé hydrauliquement en 2011 sans problèmes et produit 1 b/d .

Il est stupide d'empêcher l'exploration, ce qu'il faut renforcer ce sont les règles de non pollution pour la production.

*Il y a une forte corrélation entre le prix du pétrole et la valeur du dollar depuis 2004 à Nov, 2009, car 147 \$/b a correspondu à 1 € = 1,6 \$; mais, bien sur, la crise économique a des effets sur la demande mondiale et non seulement américaine,*

*Il y avait peu de corrélation de 1990 à 2003 oscillant autour de 25 \$/b et de Nov, 2009 à Sept, 2010 oscillant autour de 75 \$/b*

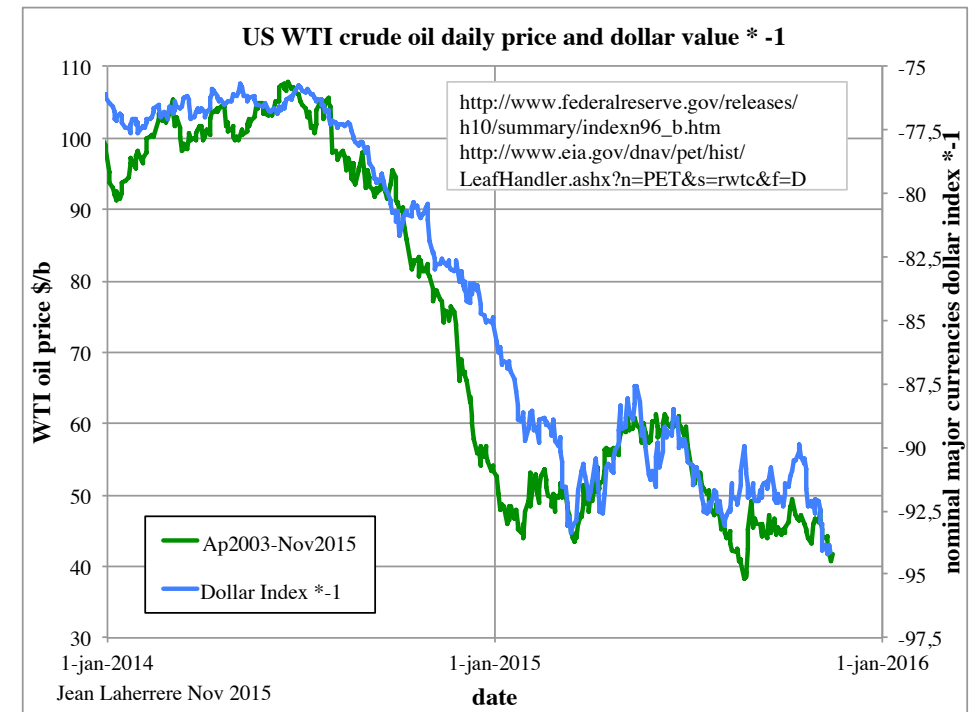
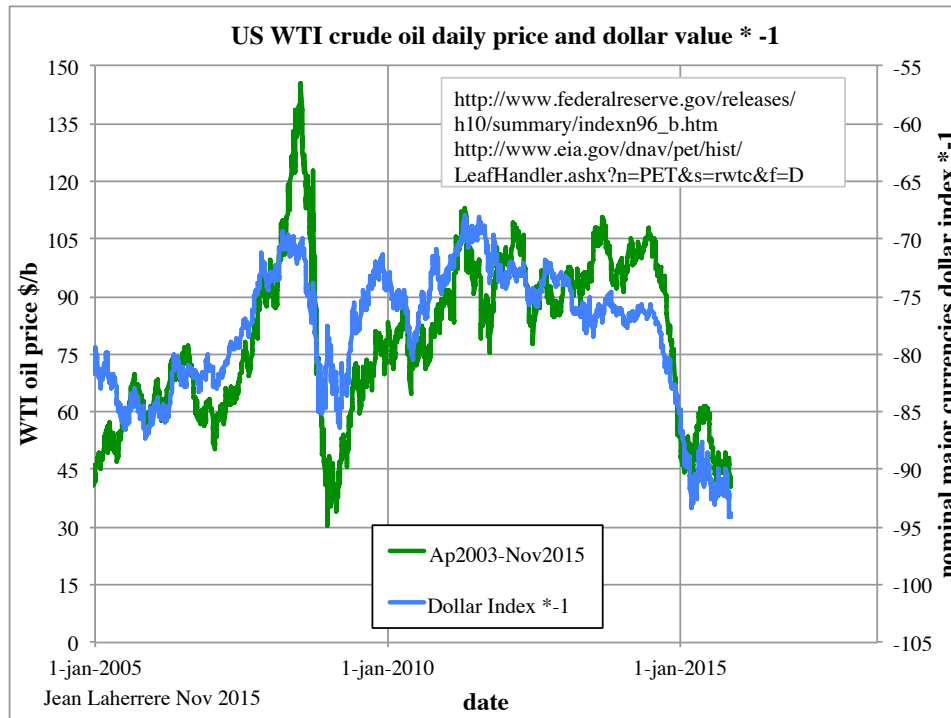
*-Figure 45: prix mensuel du pétrole en fonction de la valeur mensuelle du dollar = €/ \$ 1990-Sept2010 en 2015*



La corrélation prix journalier du brut et valeur du dollar à partir de 2003, signalé en 2009 se confirme en 2015



Les valeurs journalières du prix du brut WTI et la valeur du dollar inversé (multiplié par -1) corrént assez bien sur la période janvier 2005-novembre 2005 avec une certaine échelle et sur la période janvier 2014-novembre 2015 avec une autre

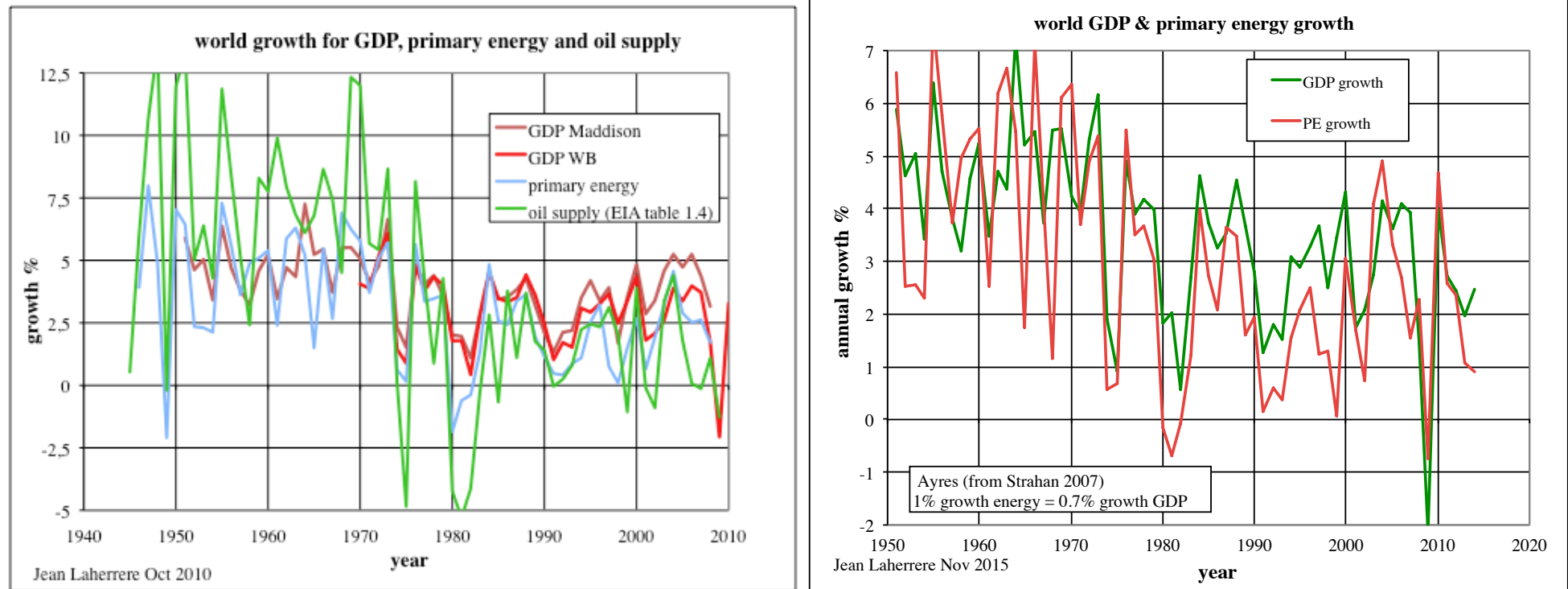


Si cette corrélation se poursuit on ne verra un prix du brut à 100 \$/b que si le dollar chute de la valeur 95 à la valeur 77 soit de près de 20%.

On peut s'attendre à tout !

-Figure 75: croissance PIB, production pétrole & énergie primaire

en 2015



*Le PIB est un très mauvais indicateur, car il représente les dépenses et non les richesses d'un pays, Mais il est l'indicateur utilisé par tous pour vanter la croissance d'un pays et les politiciens sont jugés sur la croissance du PIB, Le PIB augmente avec les catastrophes et les guerres et est manipulé avec un facteur dit hédonique pour les «investissements informatiques»,*

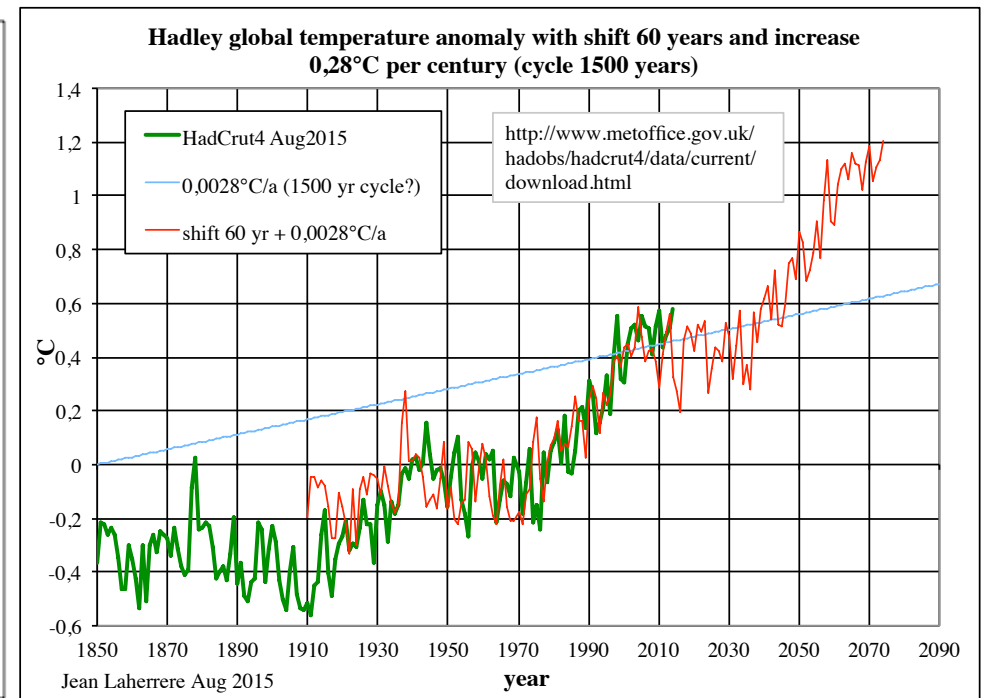
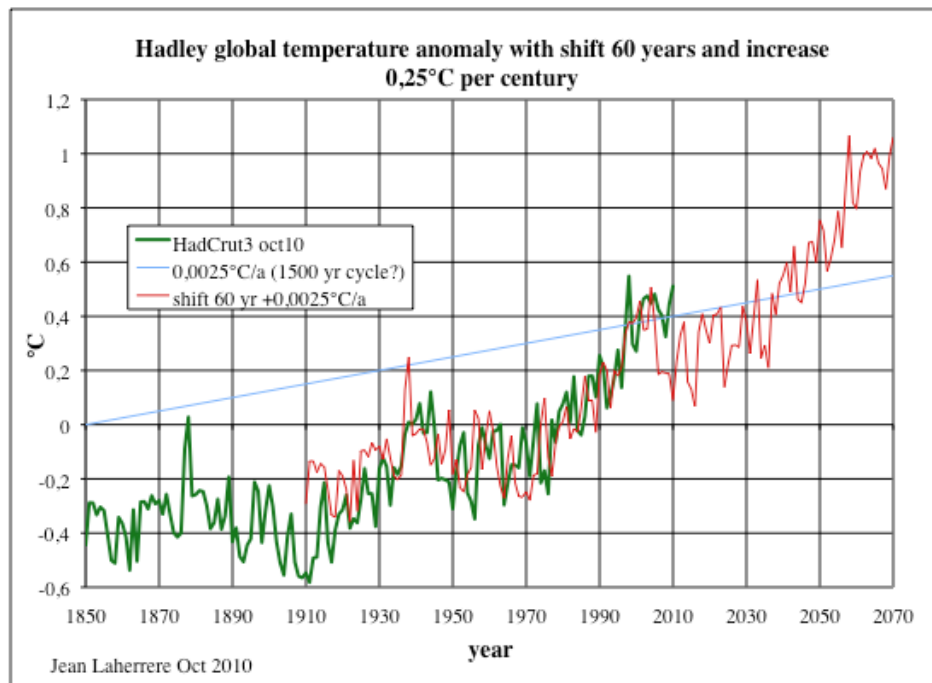
*Sarkozy a bien essayé de trouver un meilleur indicateur avec la commission Stiglitz-Sen-Filousi; mais proposer un indice de bien-être conduit à un indice qui n'augmente pas dans les pays développés et ne convient pas aux dirigeants,*

*L'indice de développement humain des NU est peu utilisé, Il y a peu d'espoir de voir l'indicateur changer tant que la société de consommation sera le but de la majorité des humains et le Toujours plus cher aux Français!*

*Les chiffres varient suivant les sources ; mais la corrélation énergie primaire PIB est évidente*

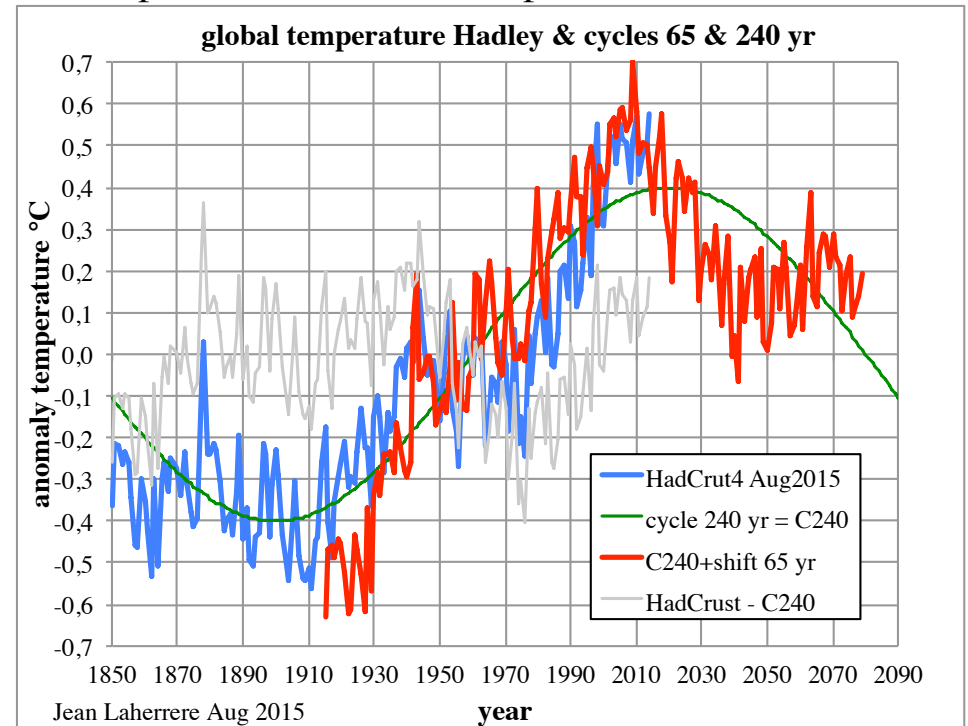
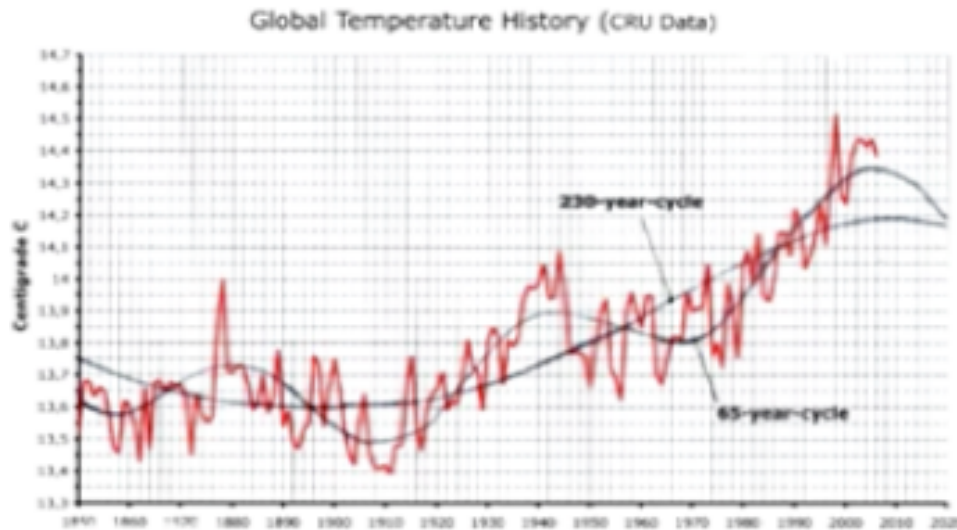
*Le meilleur modelé est le passé, car tout est cyclique, J'ai pu modéliser en 1999 la température déduite de la glace de Vostok avec 21 cycles (cycles de Milankovitch) sur 400 000 ans, Pour la température mondiale mesurée depuis 1850 par le centre d'Hadley, un cycle de 60 ans est visible en plus du cycle long terme (1500 ans), qui explique la période chaude médiévale et le petit Age glaciaire, amenant une actuellement une augmentation de 0,25 °C par siècle : on obtient ainsi une bonne corrélation de 1910 à 2008 et on peut prévoir un plateau jusqu'en 2030: il existe depuis 10 ans puisque le pic est en 1998, du à El Nino*

*-Figure 81: température globale de Hadley corrélée avec un décalage de 60 ans et une augmentation de 0,25°C par siècle en 2015*



Les données de température sont passées de HadCrut3 à HadCrut4, mais les prévisions se confirment le plateau ondulé depuis 1998 (El Nino) appelé maintenant le hiatus devrait s'étendre jusqu'en 2030.

Carl-Otto Weiss dans une présentation <http://www.institutschiller.org/Le-rechauffement-climatique-est-du.html> a monté deux cycles de 65 & 230 ans dans la température globale depuis 1850 et j'ai repris mon modèle avec 2 cycles de 65 & 240 ans et on obtient une bonne corrélation entre passé et modèle sur la période 1930-2014

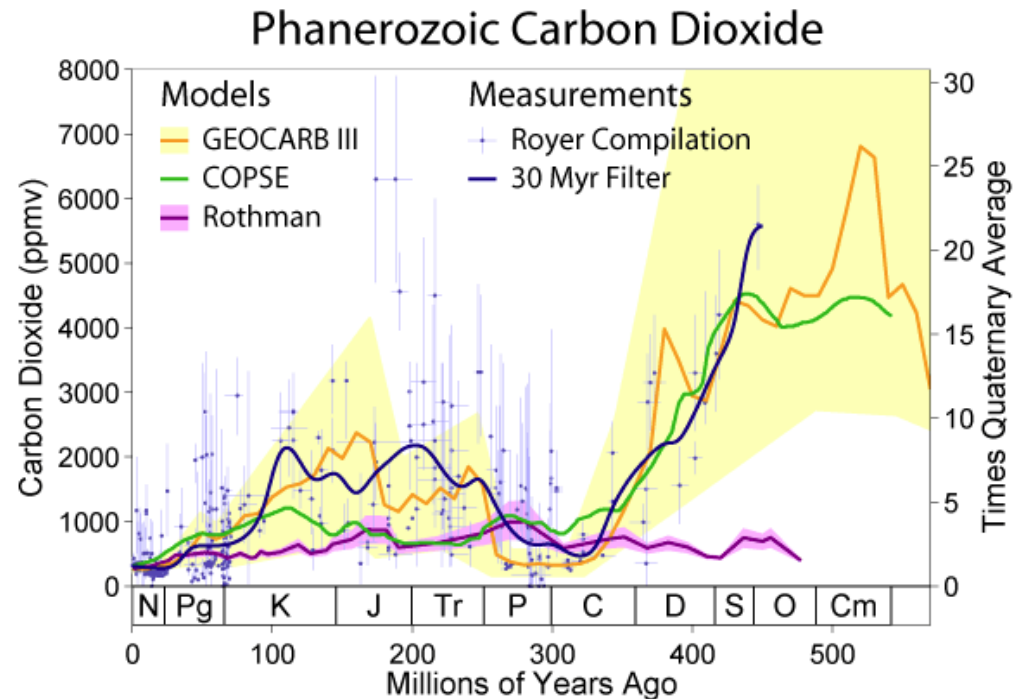


Ce modèle prédirait un refroidissement à partir de 2015 où on reviendrait aux températures de 1990 en 2035 C'est peut-être optimiste mais pas impossible.

## -7- Changement climatique

Le climat a change constamment depuis que la terre existe, c'est à dire plus de 4 Ga, Le changement climatique est appelé dérèglement climatique par certains qui considèrent tout changement comme une catastrophe, que ce soit le réchauffement après 1975 ou le refroidissement avant 1975; alors que le changement est la règle, bien que la température a peu change depuis 10 000 ans en comparaison avec ce qui s'est passé avant, Vouloir stabiliser le climat et le sauver (?) est contre Nature! La prochaine glaciation reviendra. Depuis le Cambrien, pendant 80% du temps la température a été plus chaude que maintenant. Le CO<sub>2</sub> a beaucoup varié, sans trop affecter la vie!

-Figure 82: concentration du CO<sub>2</sub> depuis le Cambrien d'après R.A. Rohde



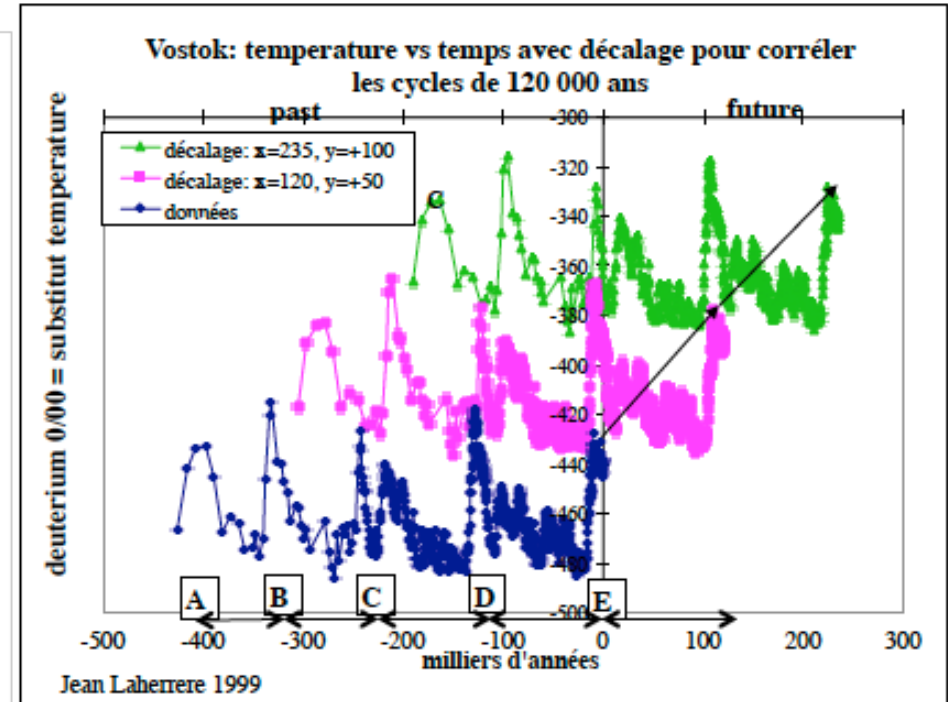
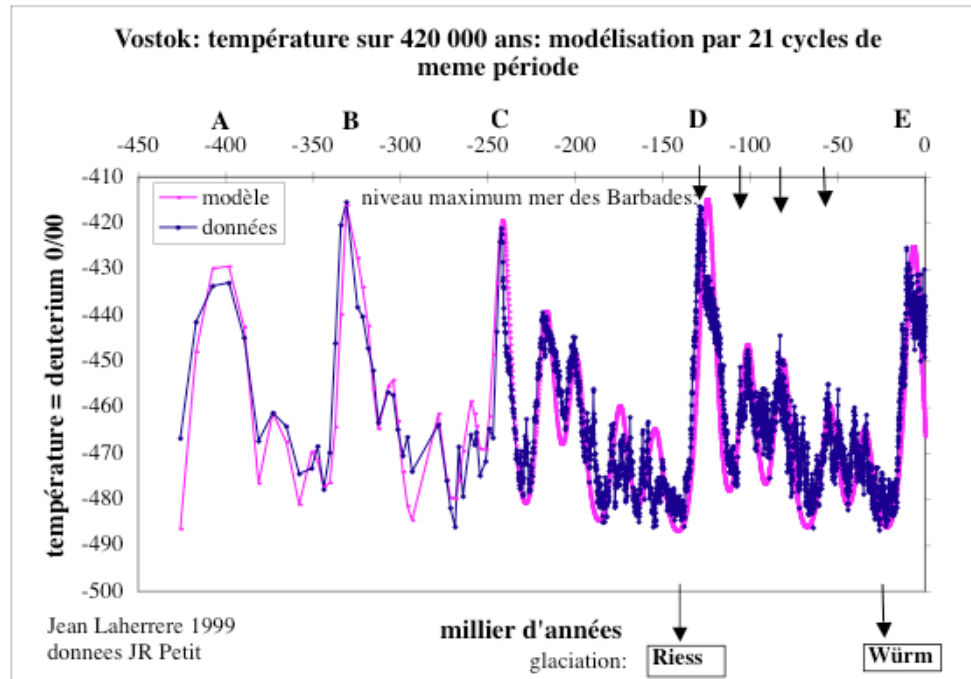
La capture et stockage du carbone CCS demandera 30 ans pour être capable d'éliminer le CO<sub>2</sub> en quantité suffisante et en consommant un supplément d'énergie de 30 %, C'est les gaspillages d'énergie qu'il faut réduire (cela réduira le CO<sub>2</sub>) et non chercher à réduire le CO<sub>2</sub> en consommant inutilement plus d'énergie.

## -Sophia 2011

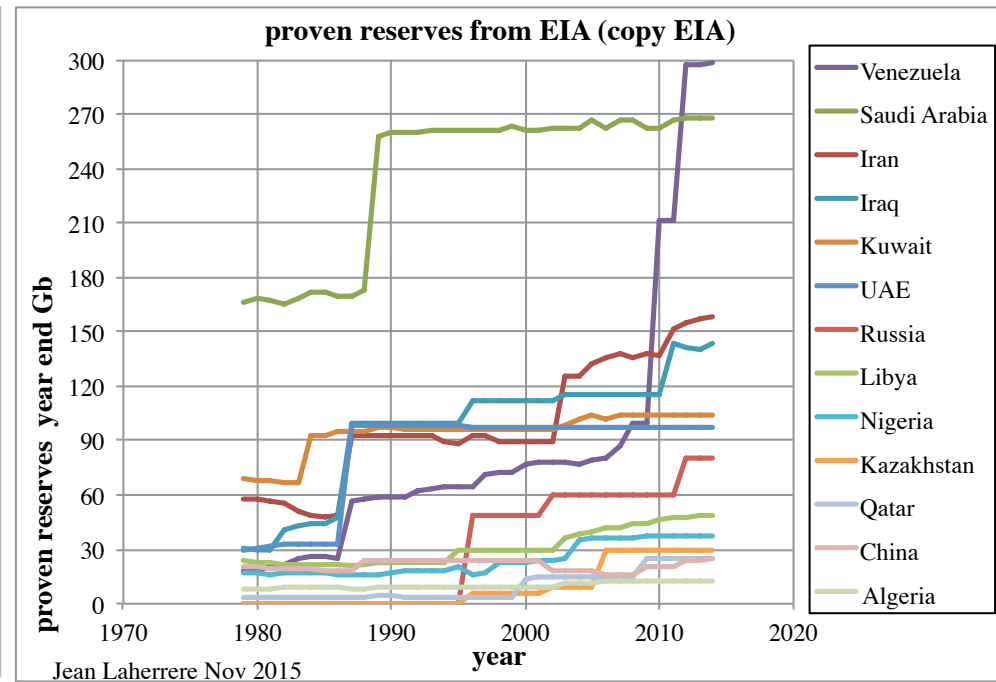
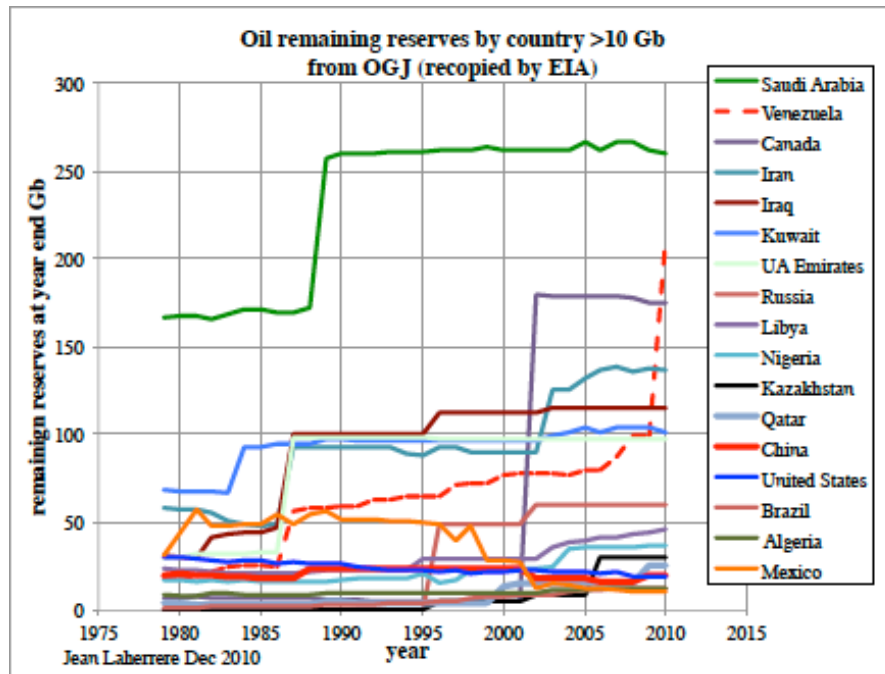
-1-Nature = cyclique et inégalitaire

-Fig 1: modélisation des températures de Vostok avec 21 cycles de même période (20 000 ans = précession)

-Fig 2: corrélation des températures de Vostok avec un décalage de 120 000 ans



-Fig 33: réserves restantes pour les pays avec > 10 Gb d'après OGJ (recopié par EIA)  
en 2015



Les réserves dites prouvées provenant d'une enquête d'OGJ sont essentiellement politiques avec des définitions changeantes. Le Venezuela a ajouté en 2011 les réserves d'huile extra-lourdes qui sont en production depuis 1979 (en fait début en 1961).

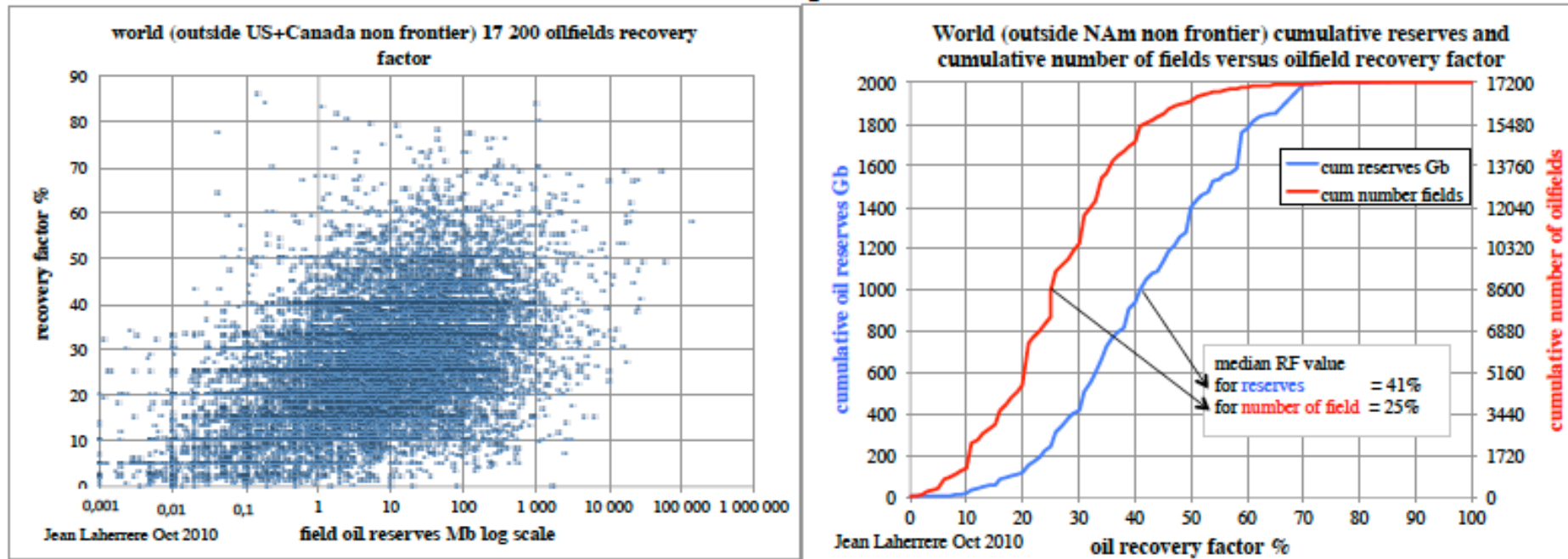


-Volume en place et taux de récupération

Le graphique de ce taux en fonction des réserves du champ en échelle log donne un nuage de points très étalé et prendre une moyenne n'a pas de sens?

-Fig 40: taux de récupération du pétrole pour 17 200 champs dans le monde hors US & Canada non frontière

-Fig 41: découvertes cumulées et nombre cumulé de champs en fonction du taux de récupération

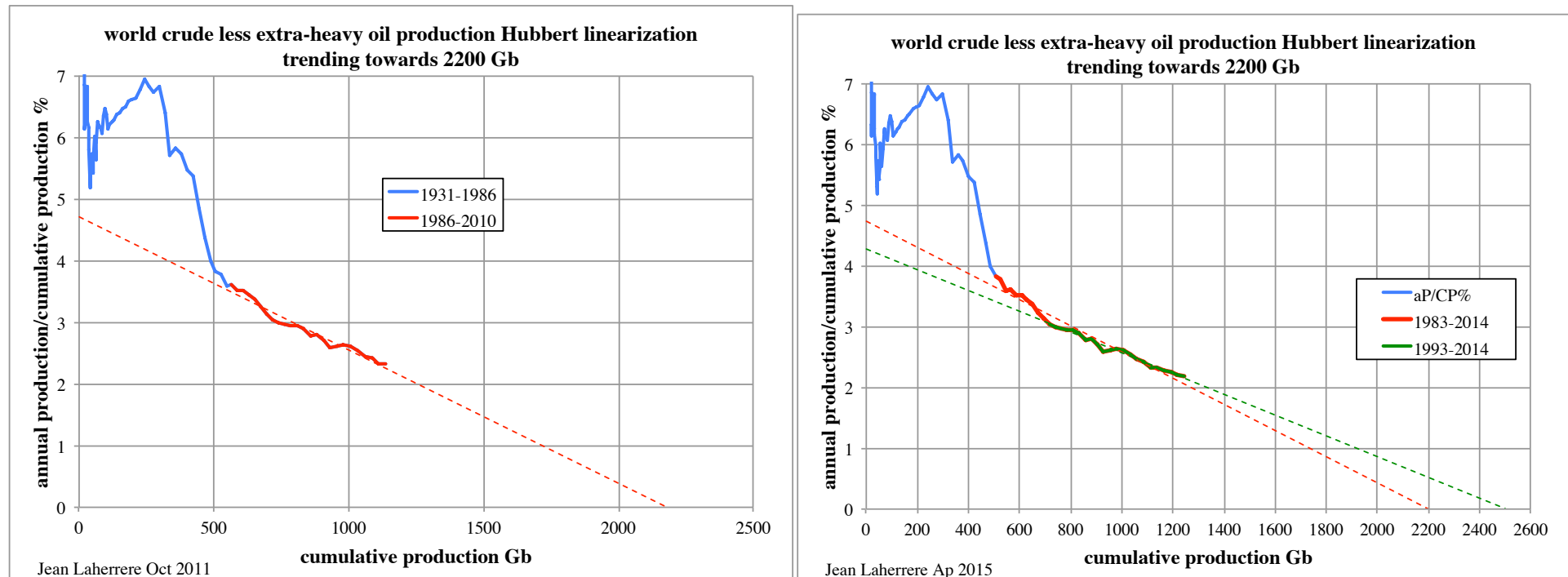


Le taux médian est de 25% en prenant le nombre médian de champs (8600) et 41% en prenant le cumul médian des découverts (1000 Gb).

De dire que le taux moyen mondial est de 25% et comme il est de 50% en Mer du Nord, il suffit d'appliquer la technologie de la mer du Nord pour doubler les réserves, n'a aucun sens, Ce taux est fonction principalement de la qualité du réservoir (porosité et perméabilité), si le réservoir est un grès compact (bordure de trottoir) fracturé le taux de récupération peut être de 1%; si le réservoir est un grès très poreux, la récupération peut être de 86% comme pour East Texas, La technologie ne peut changer la géologie d'un réservoir!



*La meilleure façon d'estimer l'ultime est d'extrapoler la courbe cumulée des découvertes en fonction de l'activité d'exploration pure (NFW) ou en fonction du temps (Fig 52 = 2200 Gb), mais on peut aussi extrapoler la croissance de la production en fonction de la production cumulée (linéarisation d'Hubbert),*  
*-Fig 53: production mondiale brut excluant extra-lourd: linéarisation d'Hubbert*  
en 2015

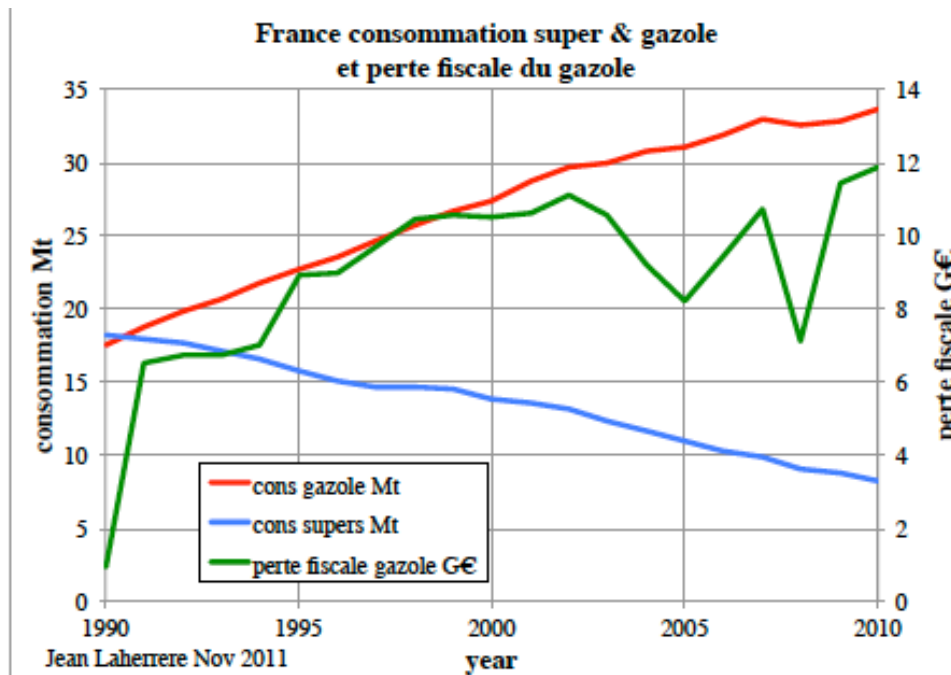


En 2011 la période 1986-2010 est linéaire et peut être extrapolée vers 2200 Gb

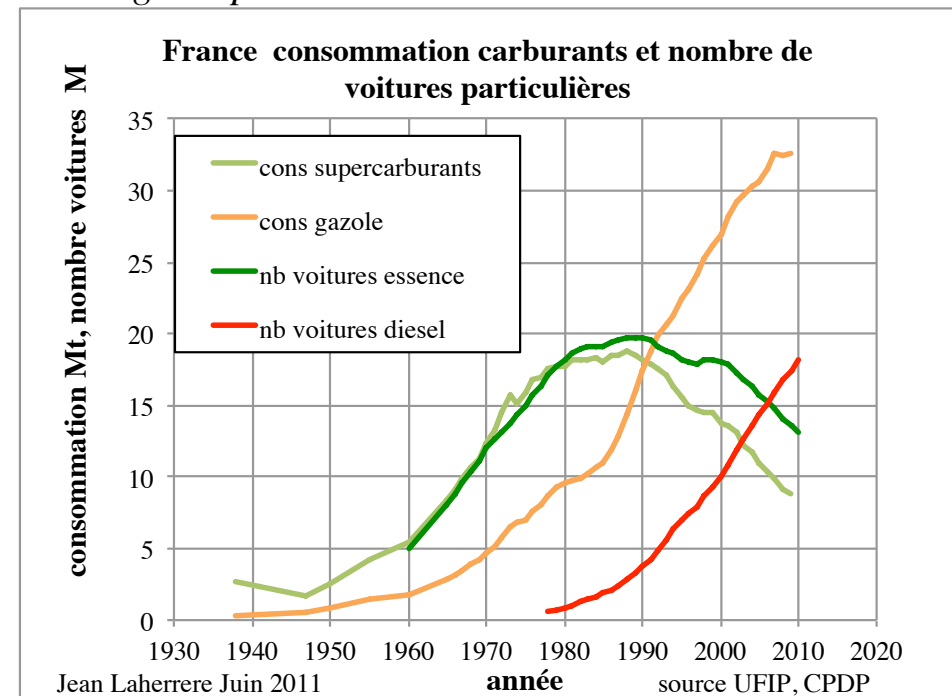
En 2015 c'est la période 1993-2014 qui est linéaire avec une extrapolation vers 2500 Gb, bien que la période 1983-2014 un peu courbe est toujours extrapolée vers 2200 Gb

La linéarisation dite d'Hubbert de la production n'est pas la meilleure méthode pour estimer l'ultime. C'est la courbe d'écémage des découvertes qui est la meilleure estimation, mais elle n'est pas toujours disponible (non conventionnel)

-prix des carburants: subventions dans les pays exportateurs et en France = scandale du gazole  
 Le grand problème de pays producteurs de l'OPEP est que le prix des carburants y est fortement subventionné pour apaiser la population,  
 Les données GTZ Nov, 2010 en \$/L: Gazole: Venezuela 0,011, Iran 0,016, Algérie 0,019, marqueur baril 0,51, US 0,84, Luxembourg 1,36, France 1,72, UK 1,98, Turquie 2,03,  
 Essence: Venezuela 0,023, Iran 0,017, Algérie 0,46, marqueur baril 0,51, US 0,76, Luxembourg 1,55, France 1,98, UK 1,92, **Turquie 2,30 = soit 100 fois plus que l'Iran**, proches géographiquement et en PIB par habitant  
 -Fig 80: France: consommation super & gazole et perte fiscale



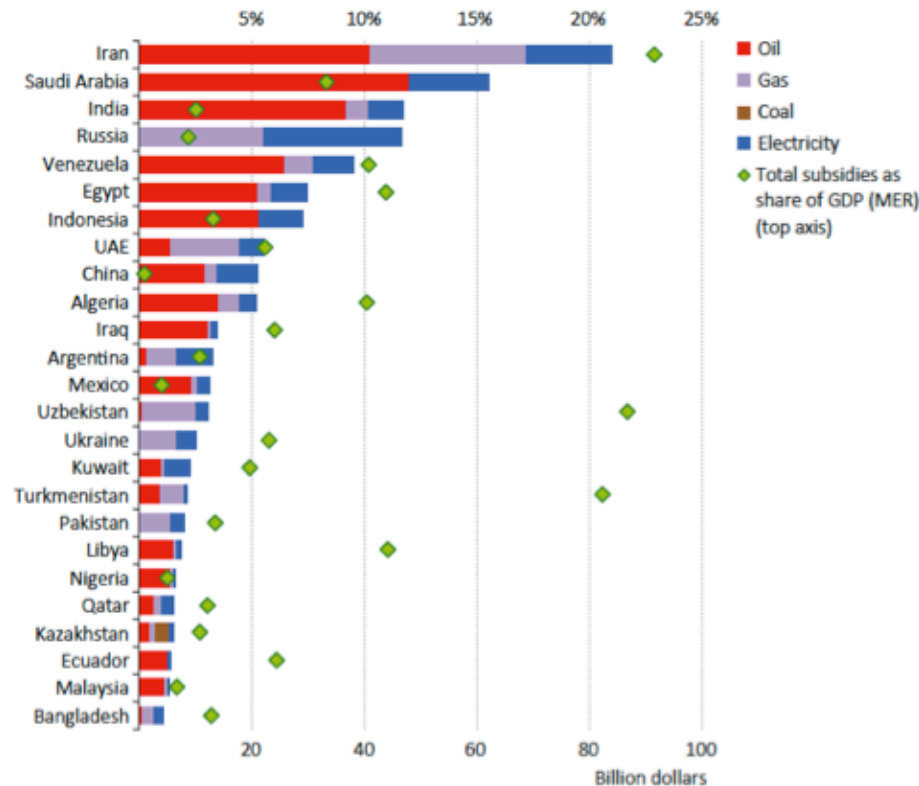
-Fig 82: parc automobile en France



La niche fiscale du gazole est de 12 G€ mais elle ne figure pas sur la liste des politiques, car il ne faut pas fâcher les routiers et les constructeurs Renault et Peugeot

La Banque Mondiale vient de sortir un rapport sur les subventions accordés dans les pays aux combustibles fossiles : en fait beaucoup de pays producteurs de pétrole ne sont pas des démocraties et le pouvoir en place accapare une bonne partie des revenus pétroliers et pour apaiser leur population le carburant est vendu très bas par rapport au prix mondial (différent du cout pour le pays): c'est donc très discutable !  
 Voici le tableau de la BM sur les subventions aux CF pour les 25 pays en tête l'Iran avec 60 G\$ et en fin le Bangladesh avec 3 G\$

**Figure 9.3** > Economic value of fossil-fuel consumption subsidies by fuel for the top 25 countries, 2013



Note: MER = market exchange rate.

La France avec sa subvention de 12 G€ = 13 G\$ sur le gazole = Irak devrait être dans la liste !

Le rapport 2010 AirParif montre que les normes des particules PM 10 (micromètre) sont très dépassées à Paris sur les grands axes et celles des particules fines PM2,5 (qui sont beaucoup plus nocives que les PM10) partout en France, Le rapport Apekom 2008- 2011 indique que les Parisiens gagneraient 6 mois d'espérance de vie si le PM2,5 était abaissé à 10 µg/m<sup>3</sup>

-Fig 87: Concentrations PM10 en Ile de France

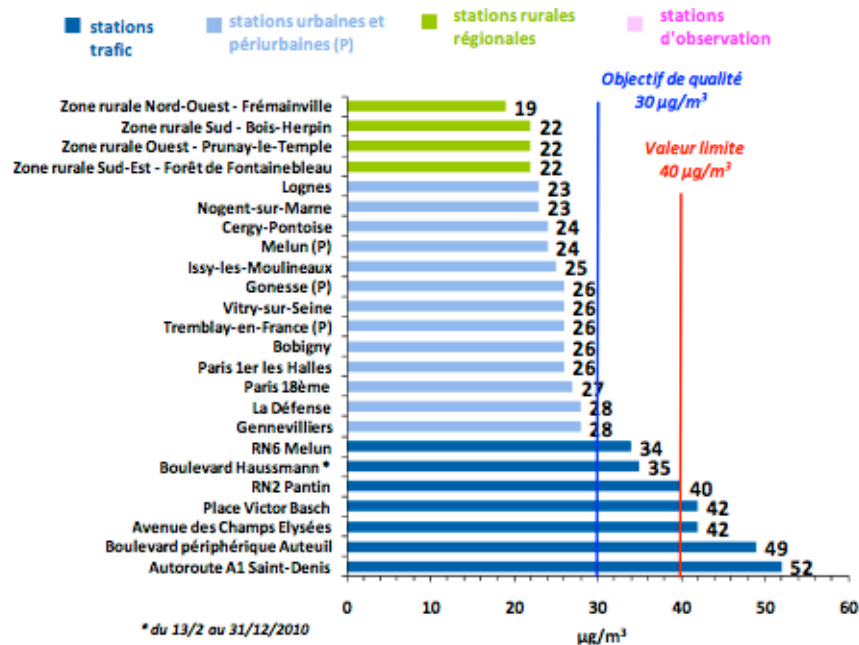


Figure 35 : concentrations moyennes annuelles de particules PM10 en Ile-de-France en 2010

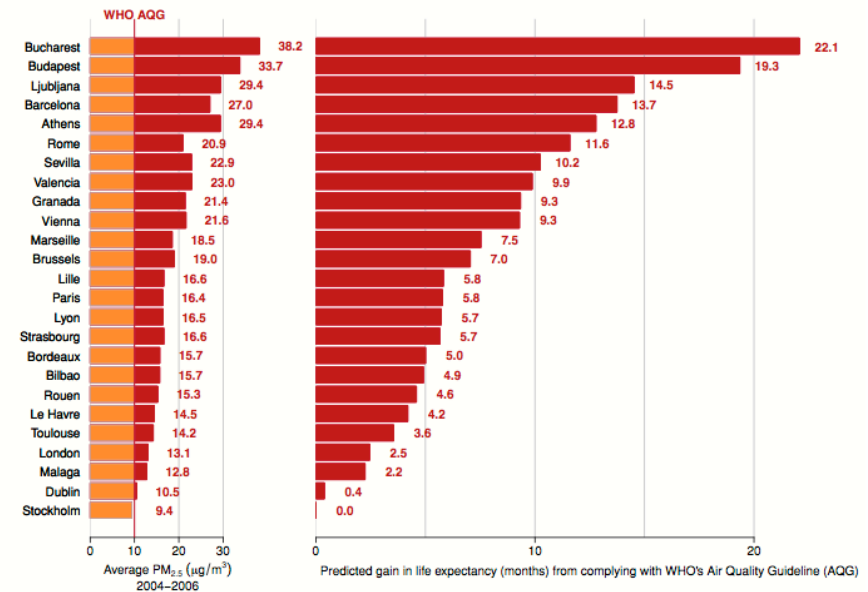
Enfin le numéro Science et Vie de décembre 2011 « La pollution de l'air dépasse largement les normes OMS » parle du danger des particules fines dans le monde et conclut: l'OMS estime que plus d'un million de morts pourraient être évitées chaque année,

Il serait temps de faire quelque chose et que les Verts se mobilisent sur ce sujet au lieu du nucléaire

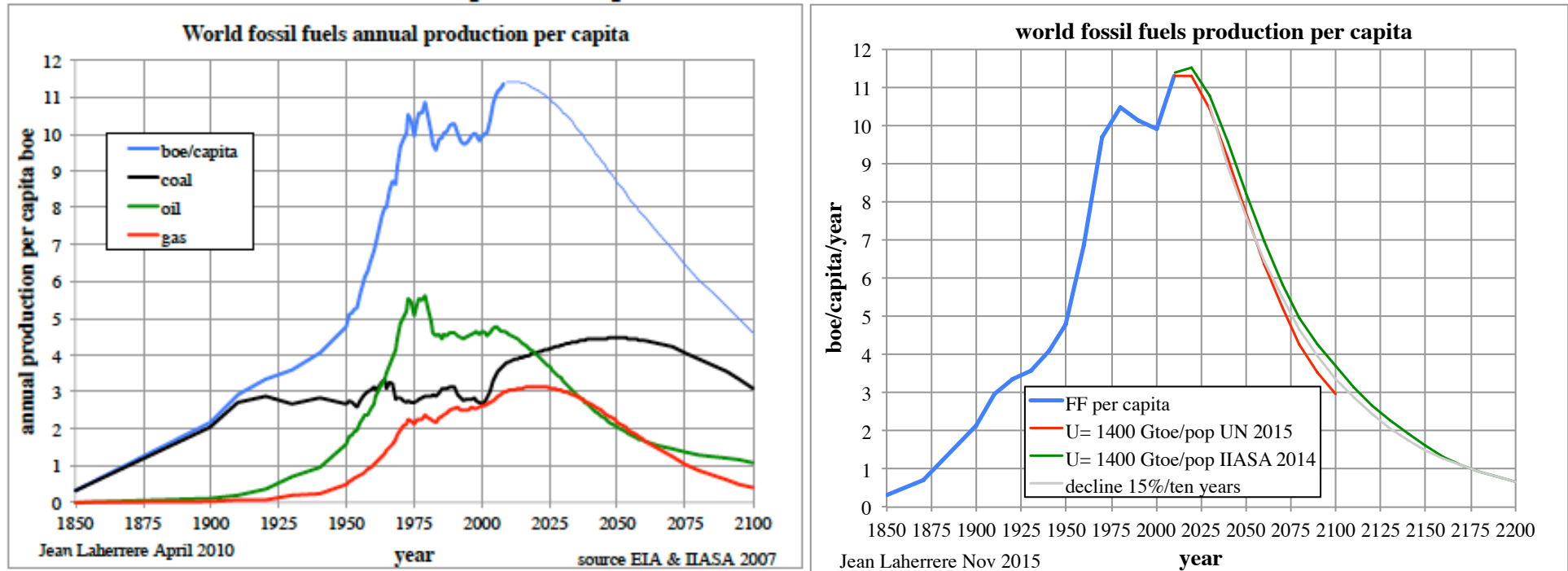
On est en 2015 et l'espérance de vie des Marseillais et des Parisiens est toujours amputée de plusieurs mois.

-Fig 88: gain en espérance de vie 25 villes d'Europe

Predicted average gain in life expectancy (months) for persons 30 years of age and older in 25 Apekom cities for a decrease in average annual level of PM<sub>2.5</sub> to 10 µg/m<sup>3</sup> (WHO's Air Quality Guideline)



-Fig 106: production de combustibles fossiles & prévisions par habitant en 2015



En 2010 la production de combustibles fossiles par habitant était en 2050 de 9 t contre plus de 11 en 2010  
 En 2015, les prévisions démographiques ayant changé, elle est prévue à 7 t en 2050

*La DGEMP en France a modifié en 2001 ses conventions sur les équivalences énergétiques pour passer à celles de l'AIE (pas meilleures mais plus répandues) et cela a beaucoup modifié le mix énergétique car le nucléaire a été augmenté de 32% et l'hydraulique, éolien et solaire diminué de 62%*

*BP dans son édition de 2002 et de 2011 a des chiffres différents, mais proche de l'ancienne méthode pour hydraulique*

*France: énergie primaire 2001 en Mtep*

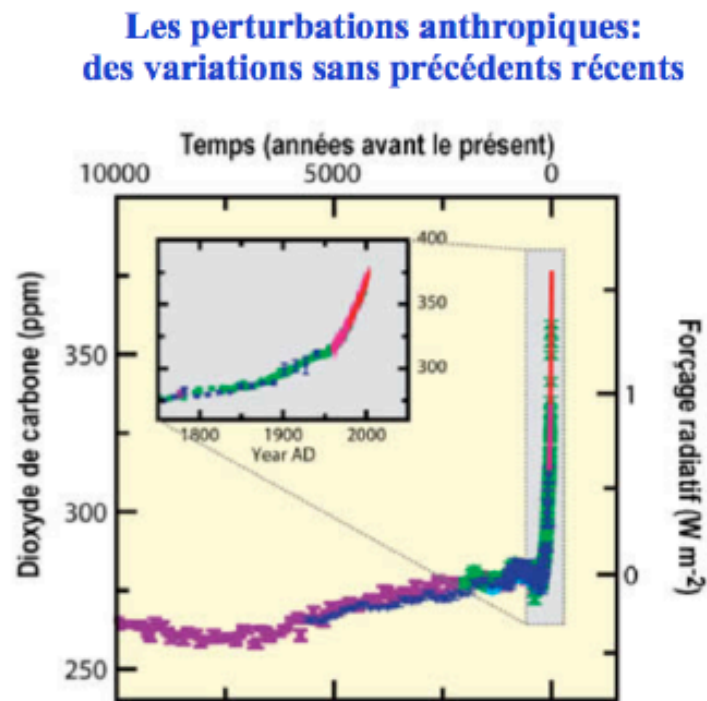
	DGEMP			BP 2002	BP 2011	
	nouvelle méthode	ancienne	variation			
Charbon	11,9	11,9		0 %	10,9	12,1
Pétrole	96,5	99		-3%	95,8	95,5
Gaz	37,2	37,2		0 %	36,6	37,5
Nucléaire	104,4	79,1		+32%	94,9	95,3
Hydro, vent, soleil	6,8	17,7		-62%	18,1	17
Autres renouvelables	12,2	12,1		+1%		
Total	269	257,1		+5%	256,4	257,4

*Il est clair que les équivalences énergétiques et les efficacités devraient être mieux expliquées et discutées, En sport il y a des règles, des arbitres et des cartons rouges pour éliminer ceux qui trichent, Dans le domaine de l'énergie il n'y a pas de règles (à part faire du profit), pas d'arbitres, pas de cartons rouges !*

*Il est très facile pour le PS de diminuer la part du nucléaire, il n'est pas nécessaire de fermer des centrales, il suffit de revenir à l'ancienne convention d'équivalence énergétique d'avant 2001!*

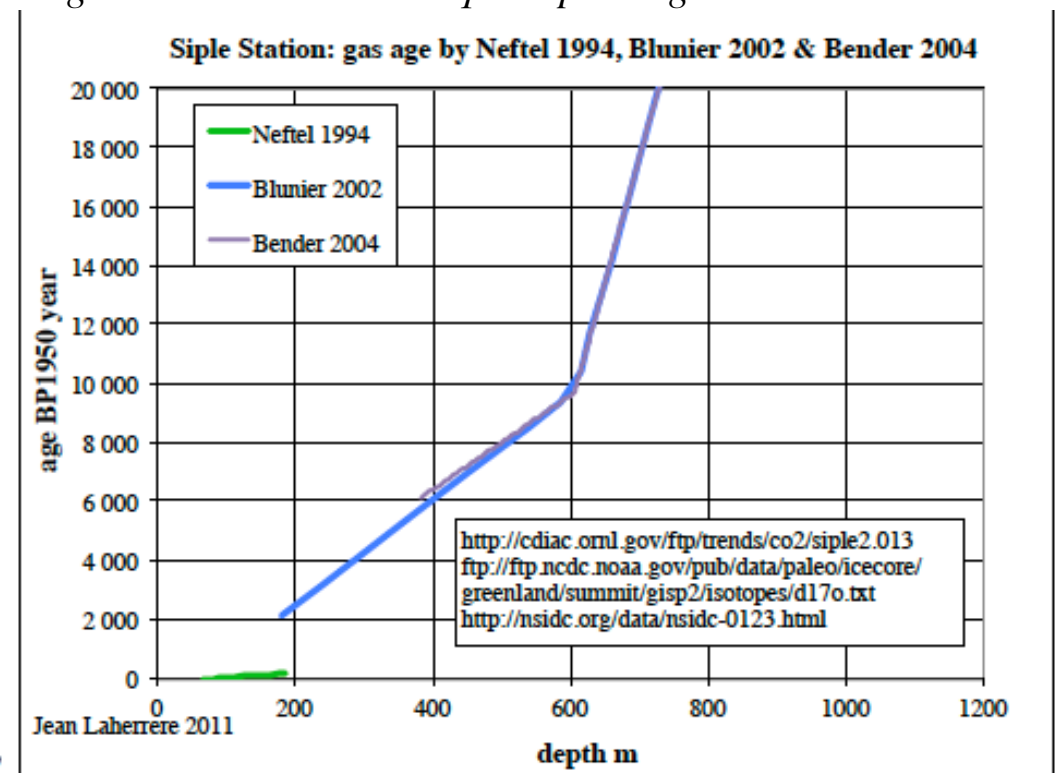
-Il y a 400 ans les catastrophes climatiques étaient considérées comme l'oeuvre du diable et il fallait faire des processions ou bruler les sorcières. Environ 60 000 sorcières ont été torturées et brulées vives!  
 Maintenant c'est le CO2 le coupable et c'est un polluant (bien qu'étant la source du carbone organique et de l'alimentation) et il faut le séquestrer, alors que personne ne peut garantir le résultat, sauf que cela consommera beaucoup d'énergie. Le CO2 mesuré dans les glaces antarctiques nécessite un calage de l'âge des bulles par simulation inverse, ici sur le site de Siple, le graphique du GIEC 2007 correspond à des mesures faites par Neftel de 1985 à 1994 à faibles profondeurs, mais d'autres mesures plus profondes sur le même site par Blunier et al 2002 et Bender 2004 sont complètement contradictoires, donnant à 180 m un âge des bulles de plus de 2000 ans contre 200 ans par Neftel.

-Fig 130: crosse de hockey CO2 GIEC 2007



Source: GIEC 2007

-Fig 131: station Antarctique Siple : âge des bulles de CO2

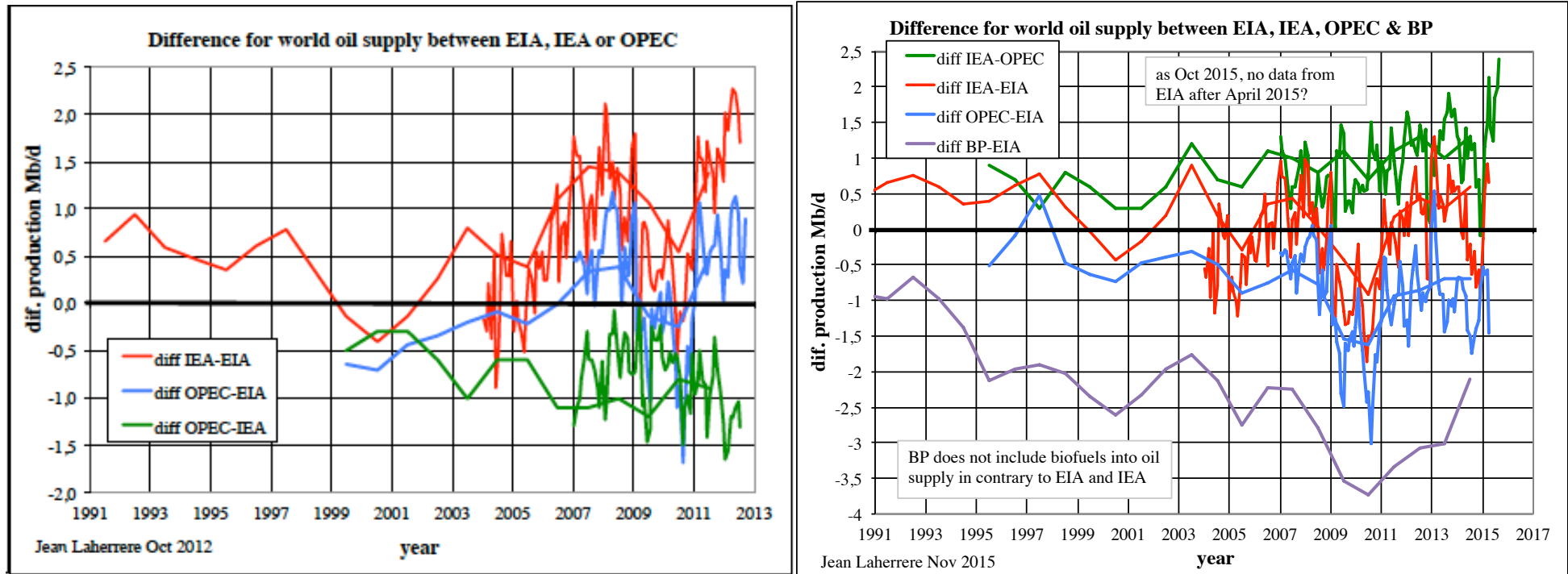




-Sophia 2012

-Fig 19: différence mensuelle entre oil supply d'EIA avec AIE et OPEP

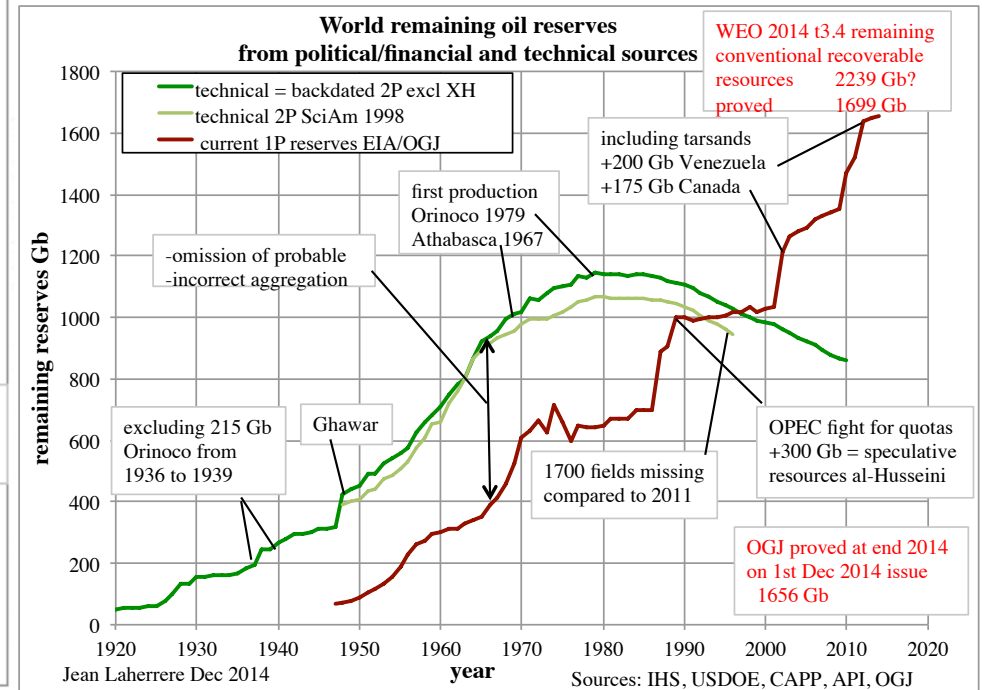
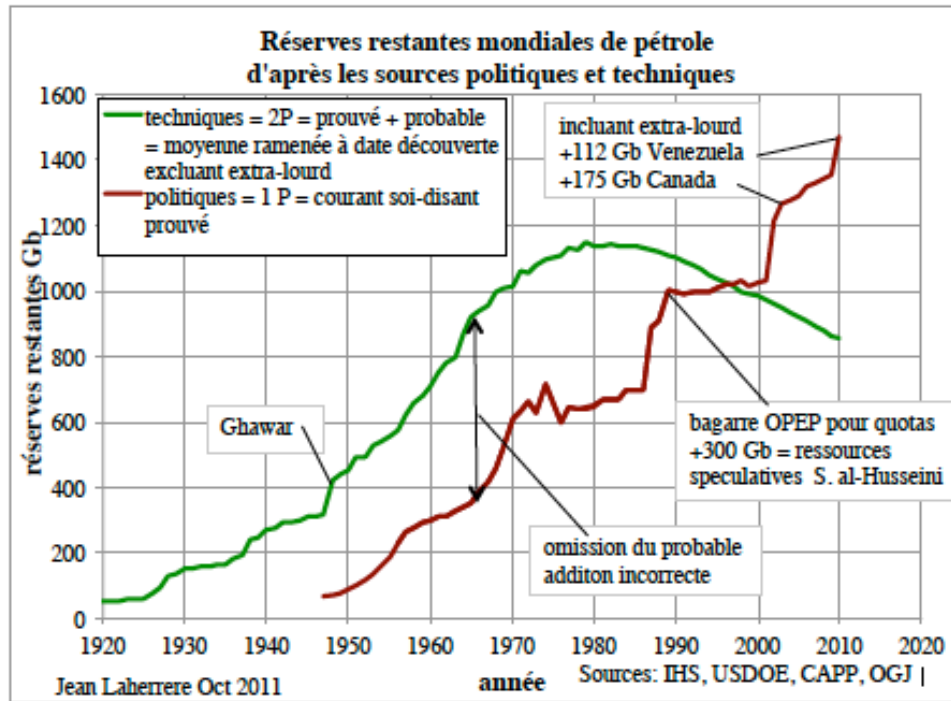
en 2015



En 2012 la production tous liquides (oil supply) était estimée avec une différence de 2 Mb/d suivant les sources  
En 2015 c'est plutôt 3 Mb/d : BP exclue les biocarburants (présents à la pompe), au contraire des autres



-Fig 28: monde: réserves restantes de pétrole d'après les données politiques (publiques) et techniques (confidentielles) en 2010



En 2011 les réserves prouvées ( ?) du Vénézuéla comporte 112 Gb d'extra-lourd en 2015 c'est 200 Gb. L'extra-lourd de l'Orénoque est en production depuis 1979 ! Total avec Sincor depuis 2002 a produit sans chauffer cet extra-lourd 1000 b/d par puits avec des pompes à cavitation progressive avant d'être nationalisé par Chavez en 2007. Le Venezuela produit en 2015 moins qu'en 2007, alors que ses réserves sont augmentées de 90 Gb !

*Il n'y a pas de consensus sur la définition de conventionnel. Colin Campbell parle seulement de regular oil, excluant huiles lourdes ( $<17,5^\circ\text{API}$  ou  $d > 0,95$ ), arctique et offshore profond ( $>500\text{ m}$ )*

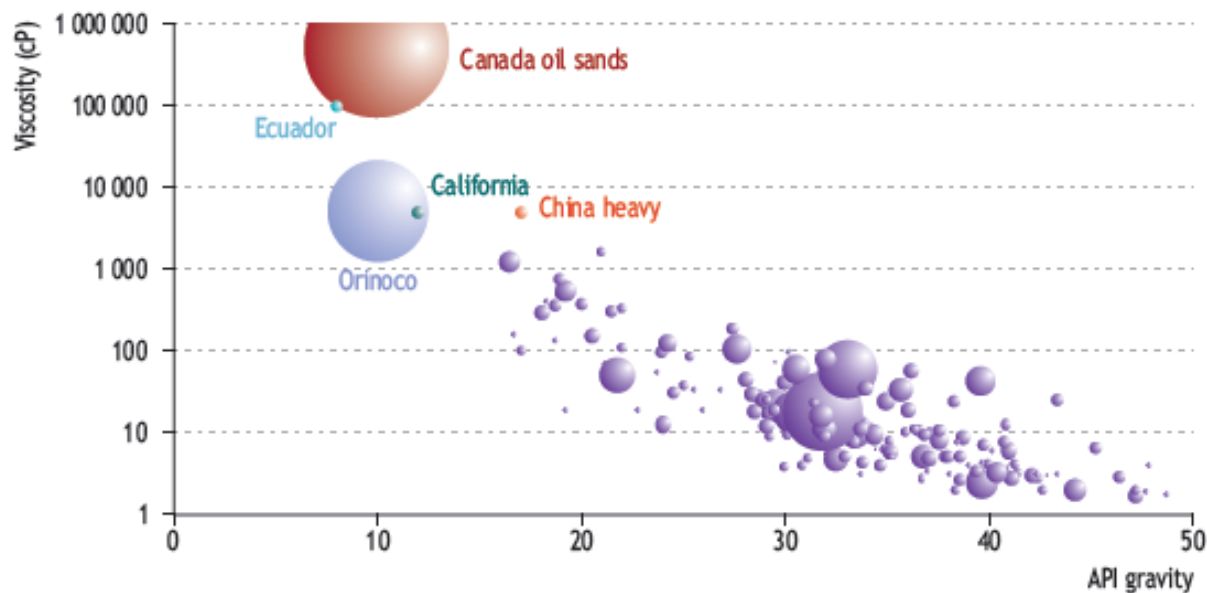
*Les huiles extra-lourdes (plus lourdes que l'eau) ont une accumulation particulière puisqu'il n'y a pas de plan d'eau et le piégeage est souvent inexistant, arrivant jusqu'à la surface où dégradée elle forme elle-même un bouchon. Dans quelques millions d'années ces gisements de surface seraient complètement dégradés.*

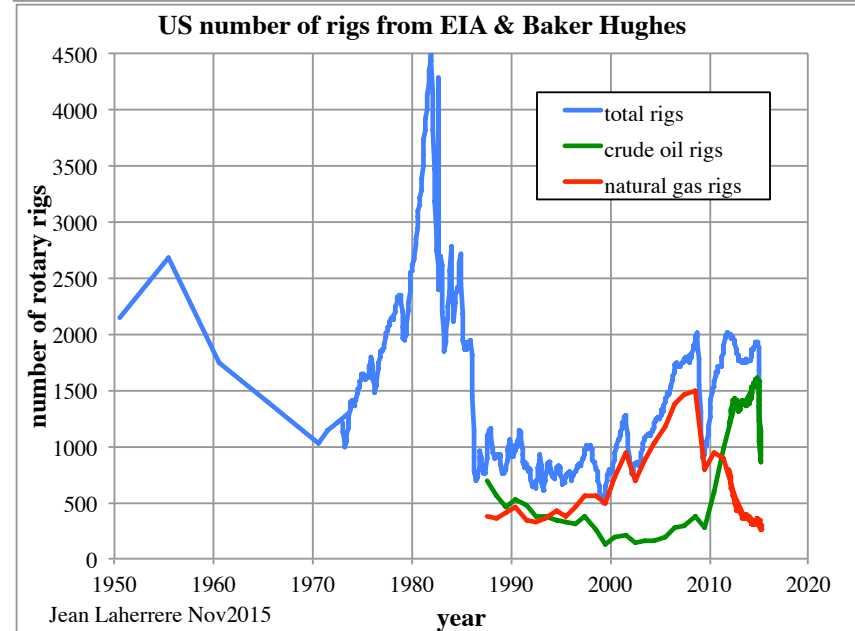
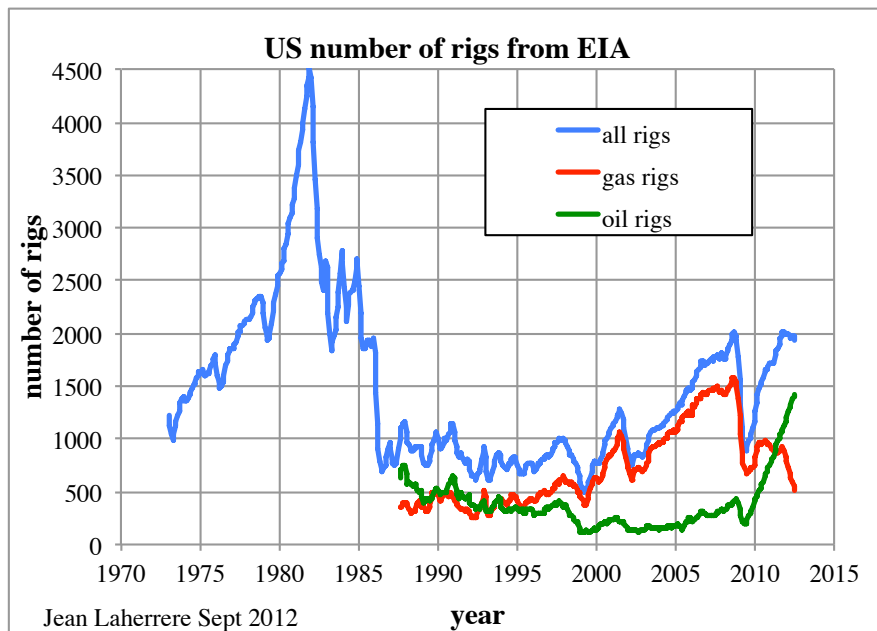
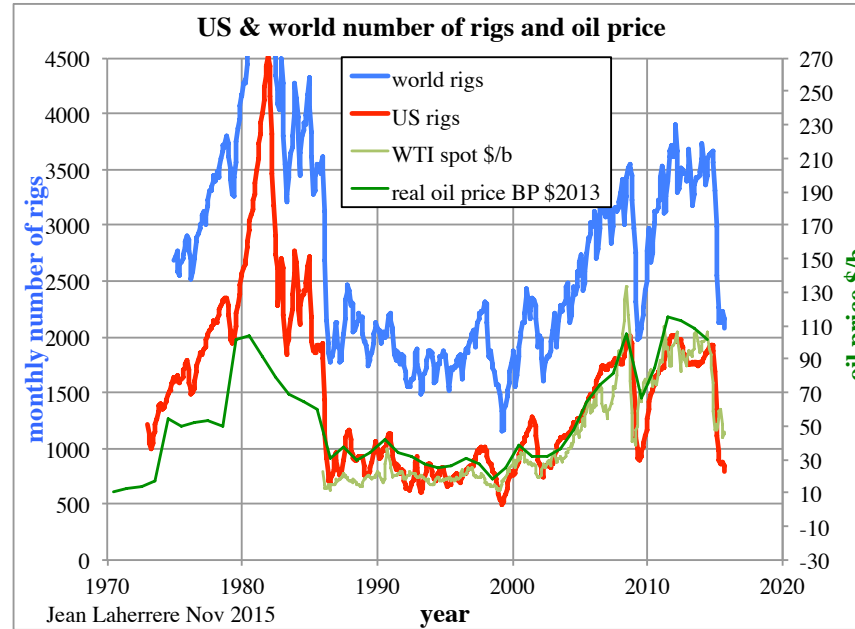
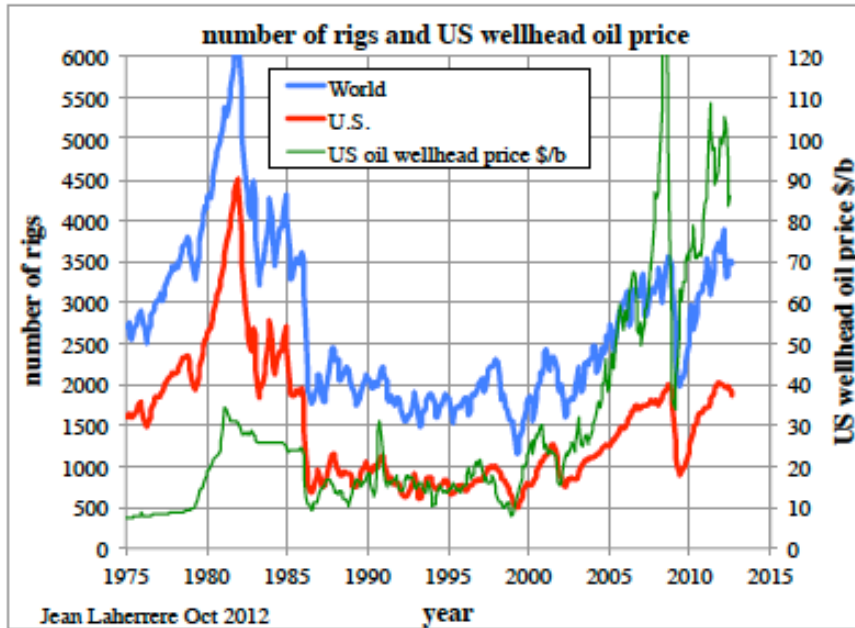
*Elles sont concentrées au Canada (Athabasca) et au Venezuela (Orénoque) : la densité est identique mais la viscosité est très différente à cause de la différence de température des réservoirs Athabasca =  $5^\circ\text{C}$ , Orinoco =  $55^\circ\text{C}$*

*Il y a un continuum (relatif) des gisements avec la densité, mais le passage sous  $10^\circ\text{API}$  ( $> \text{eau}$ ) montre un changement des tailles, car il n'y a plus de plan d'eau !*

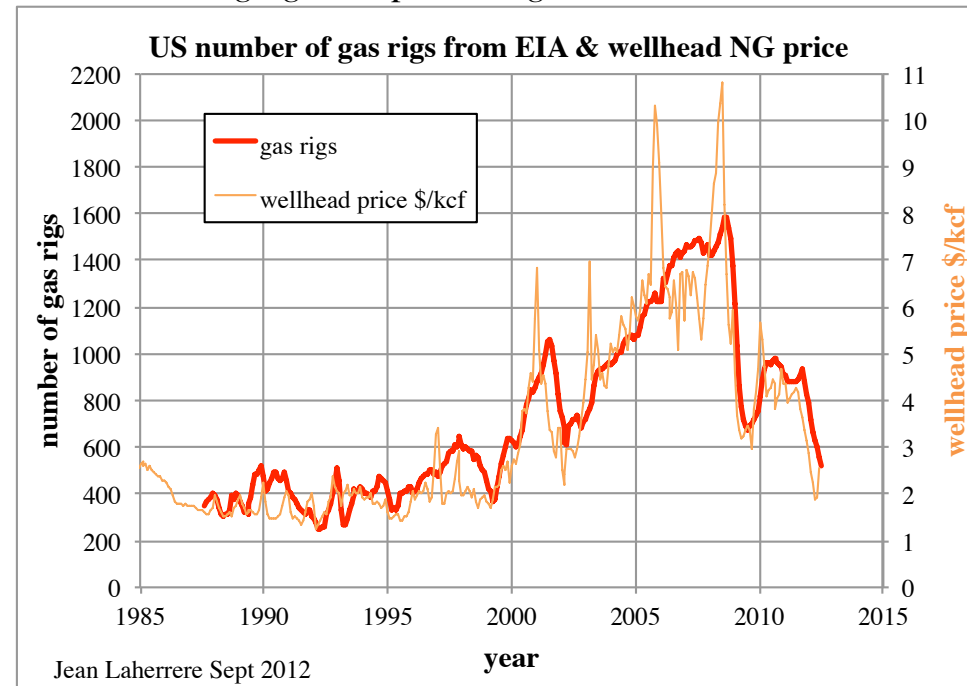
*-continuum densité-viscosité des gisements avec taille des ressources d'après WEO 2010*

**Figure 4.5** • Continuum from conventional to unconventional oil resources

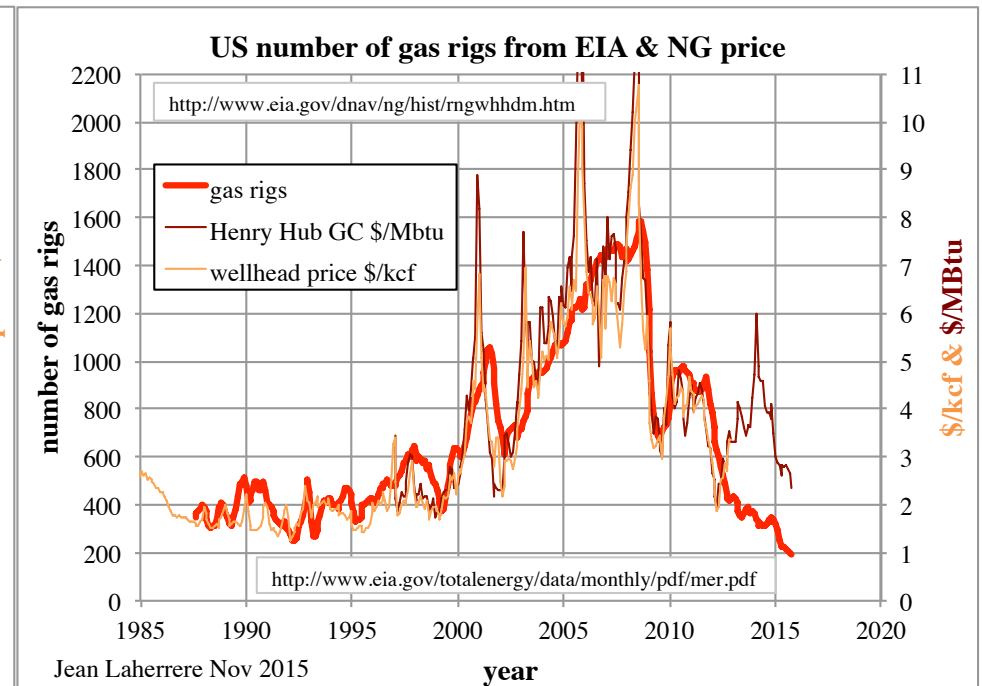




*nombre de rigs gaz et prix du gaz 2012*



*en 2015*

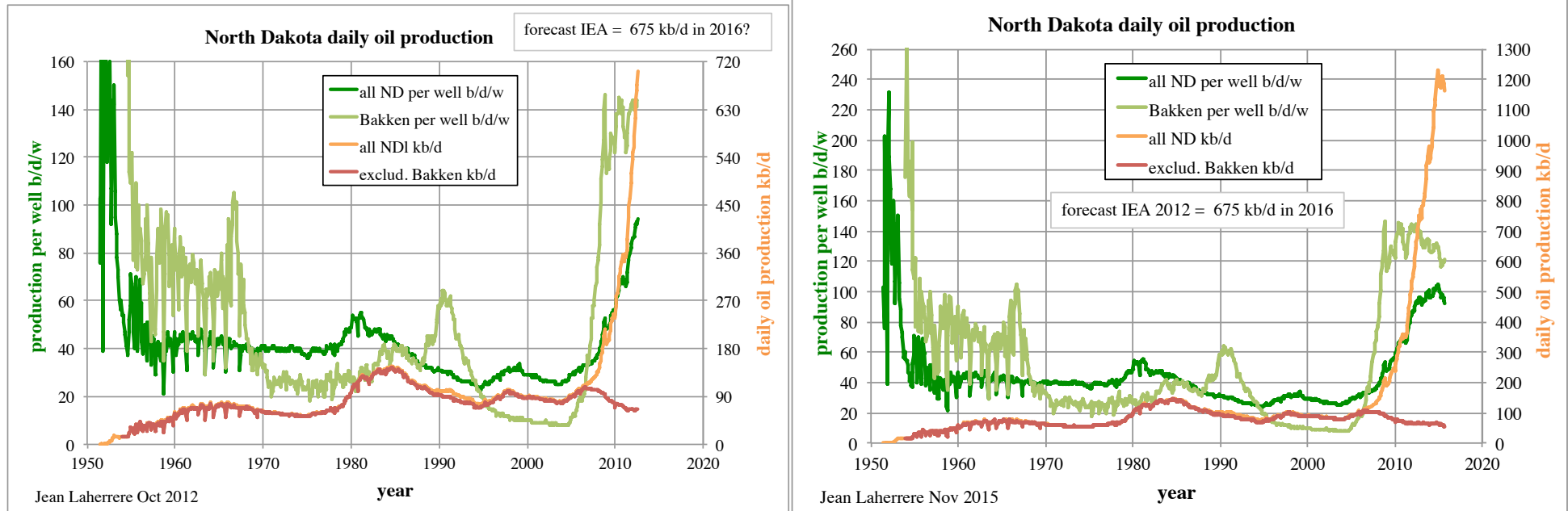


En 2012 le nombre de rigs pour le gaz suit remarquablement le prix du gaz

En 2015 on constate que depuis fin 2012 le nombre de rigs continue à décliner alors que le prix est remonté, cela peut être expliqué par le déclin du Barnett et que les sweet spots commencent à manquer sauf au Marcellus.

-Fig 60: North Dakota: production de pétrole & par puits

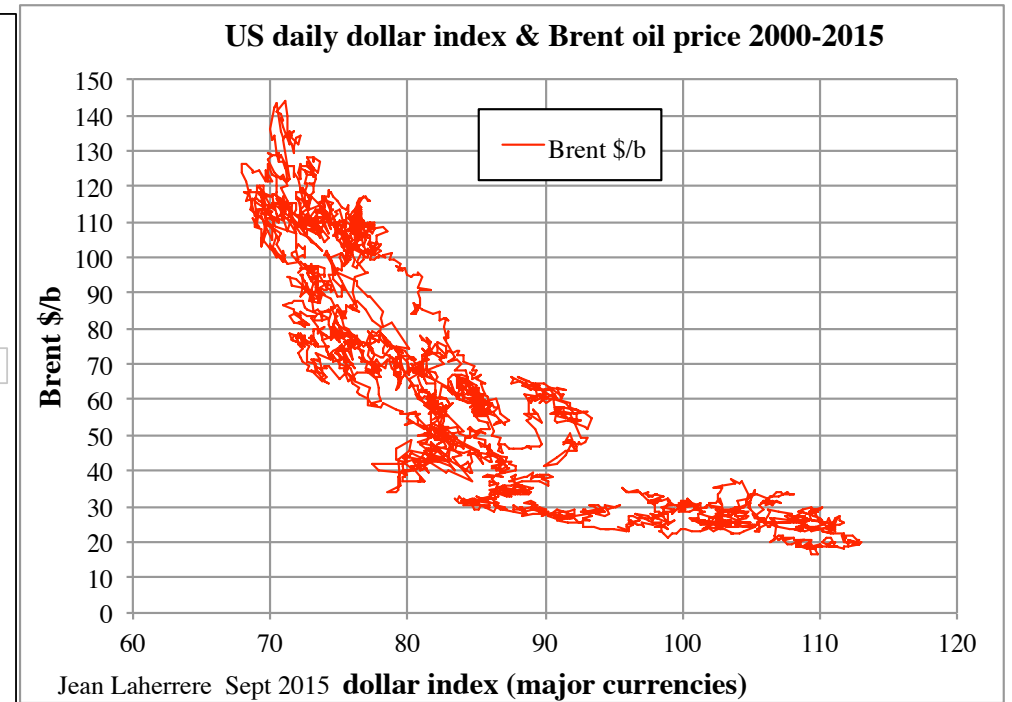
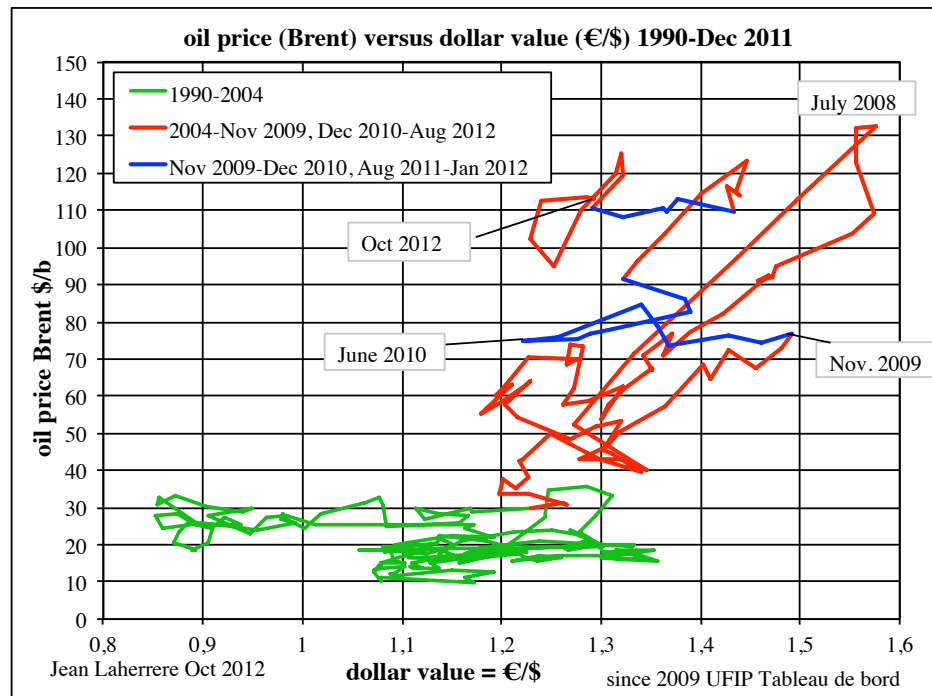
en 2015



En 2015, la production par puits du Bakken (vert clair) decline et la production totale du North Dakota (orange) est en déclin

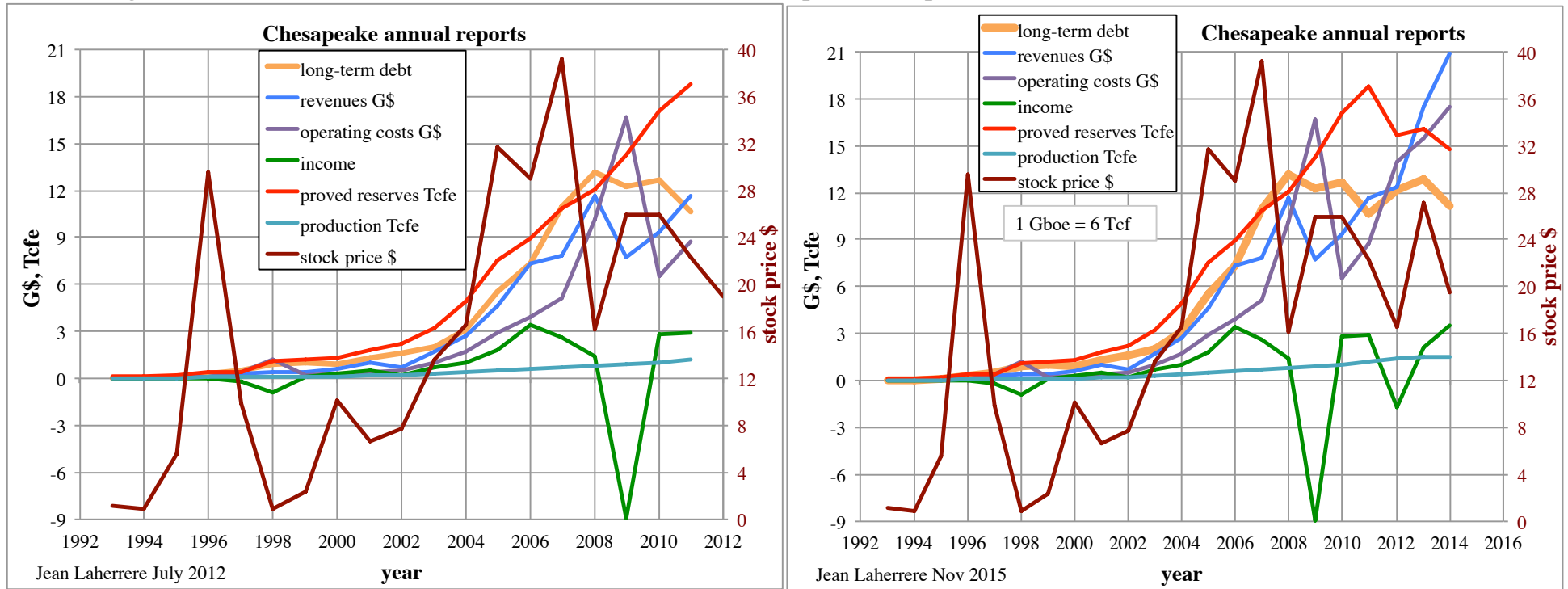
-Fig 67: prix du brut (Brent) en fonction de la valeur du dollar (€/€) en 2015

en 2015



En 2015 le prix journalier du Brent a continué à être dans la même bande de la valeur du dollar (monnaie majeure) depuis avril 2003

Chesapeake, fondé en 1989 par McClendon, est en 2011 la deuxième compagnie pour la production de gaz aux US après Exxon-Mobil, mais elle était en tête en 2010. L'action CHK est montée à 60 \$ et est redescendu à 20 \$ Chesapeake a vendu des intérêts à de nombreux majors dont Exxon-Mobil, Statoil, Total et CNOOC . mais la dette long terme est de 11 G\$. McClendon a été démis du poste de président, mais reste CEO.



En 2015 la dette long terme e (orange) est toujours autour de 12 G\$ et l'action dui en début d'année était à 20\$ vient de dégringoler à 5 \$

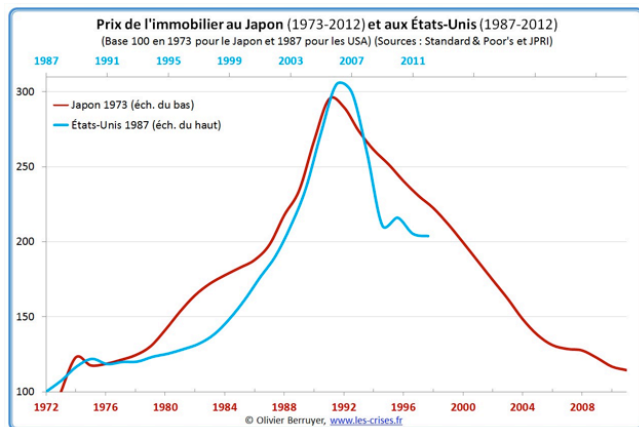
***-Erreurs grossières qui auraient pu être évitées avec du simple bon sens et le respect des règles:***

*-Tchernobyl: les règles de sécurité ne doivent jamais être ignorés par les opérateurs, surtout lors d'un test de faisabilité*

*-accident nucléaire de Tokai 1999: pour gagner du temps, manipulation de 16 kg Ur alors que la valeur de sécurité est de 2,4 kg*

*-Fukushima: les installations de secours doivent être au dessus des tsunamis millénaires (>30 m) et là on a abaissé les réacteurs de 20 m pour les mettre à +10 m pour faire des économies sur le pompage*

*-« subprime » aux US: les prix de l'immobilier ne peuvent pas toujours monter et prêter à des gens sans emploi, sans économie sur l'hypothèse que le bien vaudra plus cher à la revente est un vœu pieux qui remplit les poches des promoteurs. Il y avait l'exemple du Japon avec 20 ans de hausse et 20 ans de baisse*



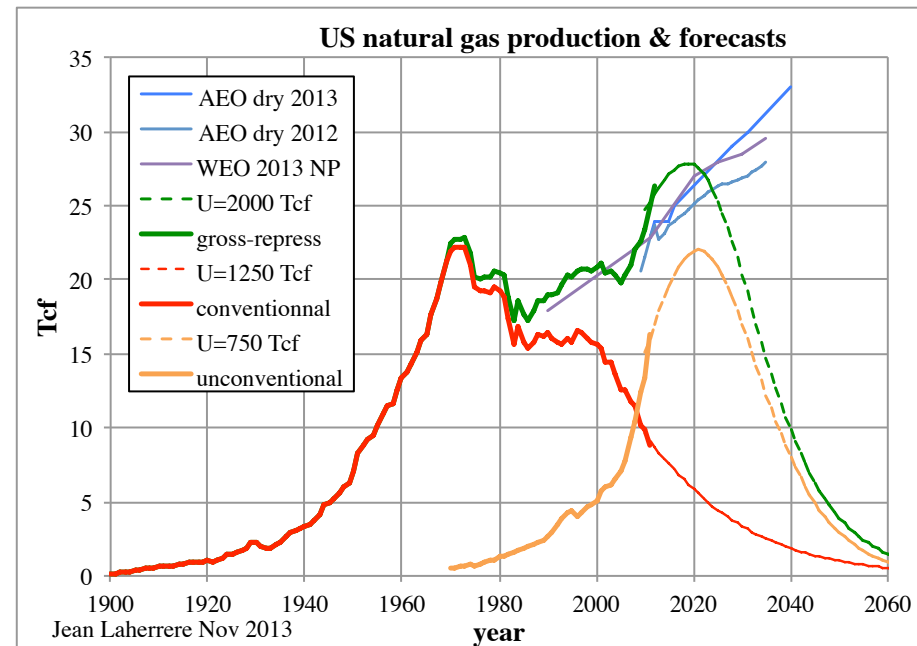
*-bulle immobilière espagnole et aéroports sans avion: le miracle espagnol qui construisait plus de maisons que l'ensemble France, Allemagne et RU, était basé sur la prévision de nombreux retraités venant s'installer en Espagne, c'était sans compter la crise qui était prévu (Sophia 2007) par Paul Volcker en 2004 dans les 5 ans à venir avec une probabilité de 75%. L'Espagne a 3 millions de maisons et 2 aéroports inoccupés!*

*-bulle immobilière chinoise à venir: la Chine aurait 70 millions d'appartements inoccupés (Les Echos 4 oct 2012)*

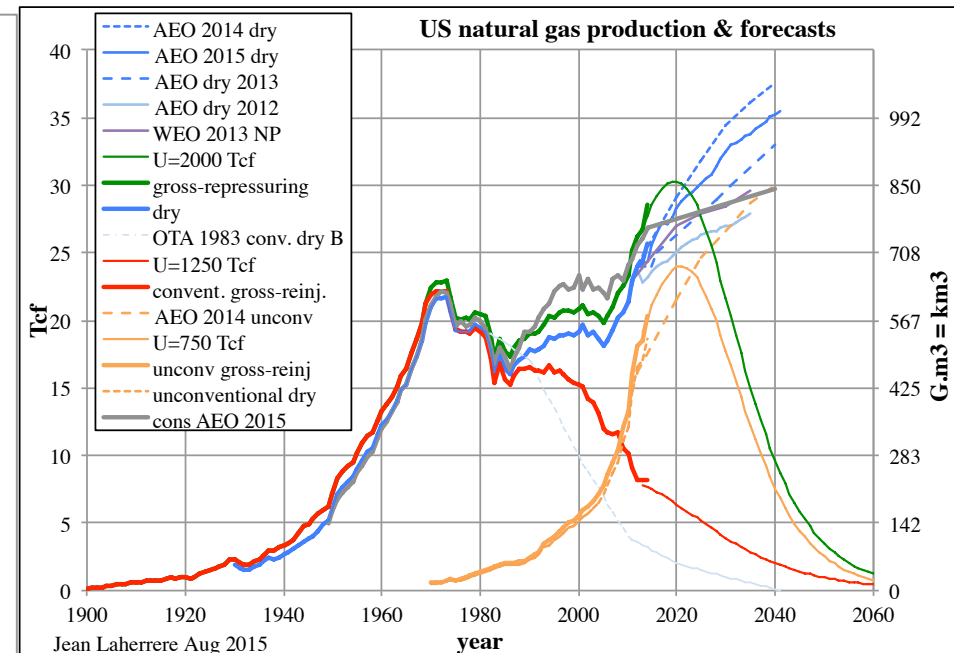


# -Sophia 2013

Fig 58b: US gaz conv & non-conv



en 2015



En 2013 ma prévision pour le pic de gaz US était 2020 à 28 Tcf et déclin à 10 Tcf en 2040

En 2015 l'ultime est toujours à 2000 Tcf (un seul chiffre significatif !) et le pic est prévu en 2020 à 30 Tcf et déclin à 10 Tcf en 2040

### ***-Conclusions***

*C'est à vous de les tirer en comparant mes prévisions passées avec la réalité et de juger la valeur de mes prévisions actuelles.*

*Un seul conseil: quand vous regardez une mesure, une valeur, demandez vous quel est le calcul d'erreur ?*

*Méfiez vous des décimales inutiles et fausses.*

*Quand j'avais votre âge, mon outil était la règle à calcul qui donne peu de décimales, vous utilisez un ordinateur qui vous donne trop de décimales!*

*Il faut quantifier l'incertitude et non s'abandonner au principe de précaution qui est anti-scientifique.*

Conseils toujours valables.

## -Sophia 2014

Fig 78: prix éclairage & énergie au RU Fouquet 2010  
Fouquet 2010

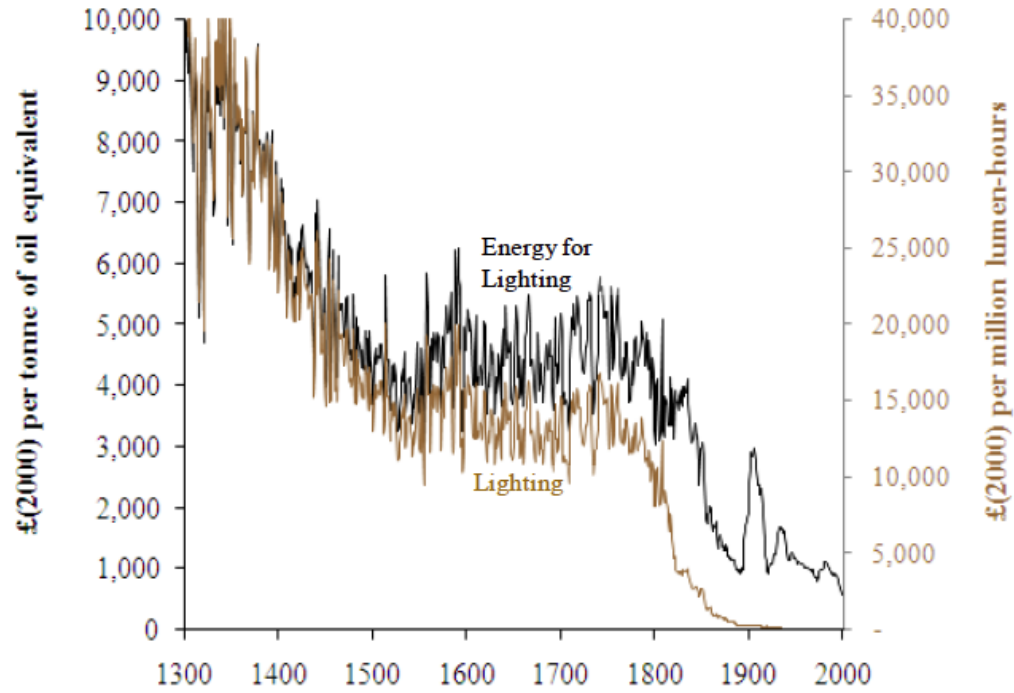


Fig 79: prix gaz, pétrole, électricité RU

Figure 10. Prices of 'New' Energy Sources in the United Kingdom (1820-2008)

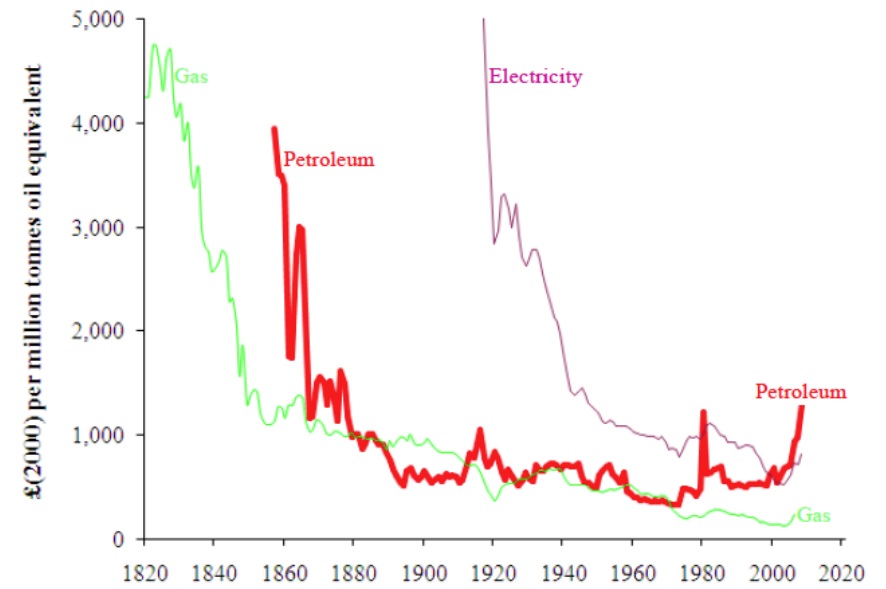
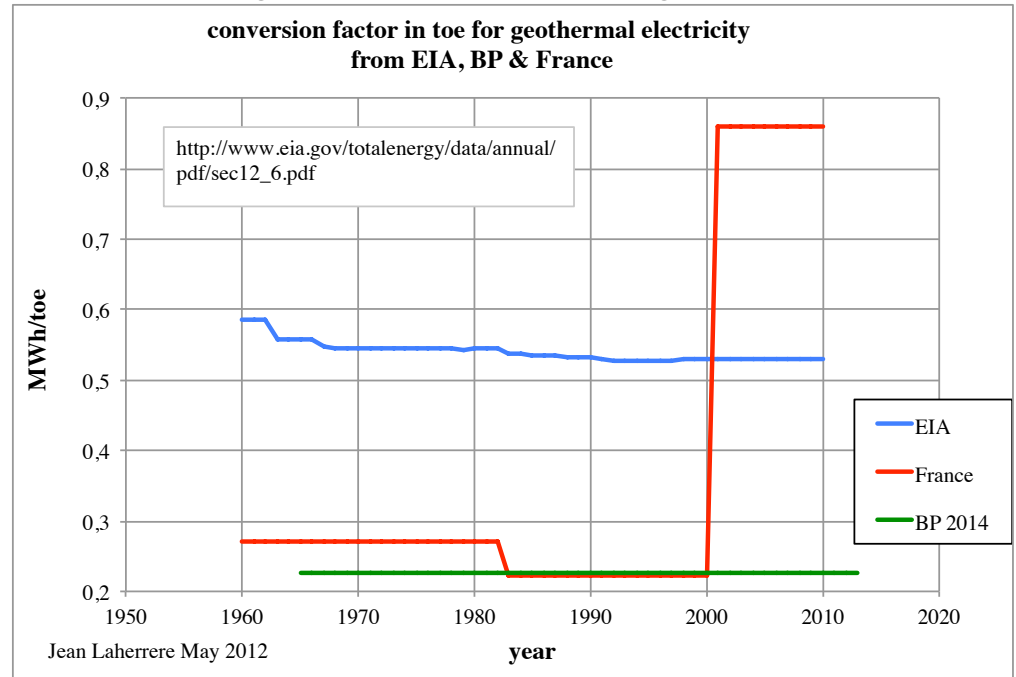
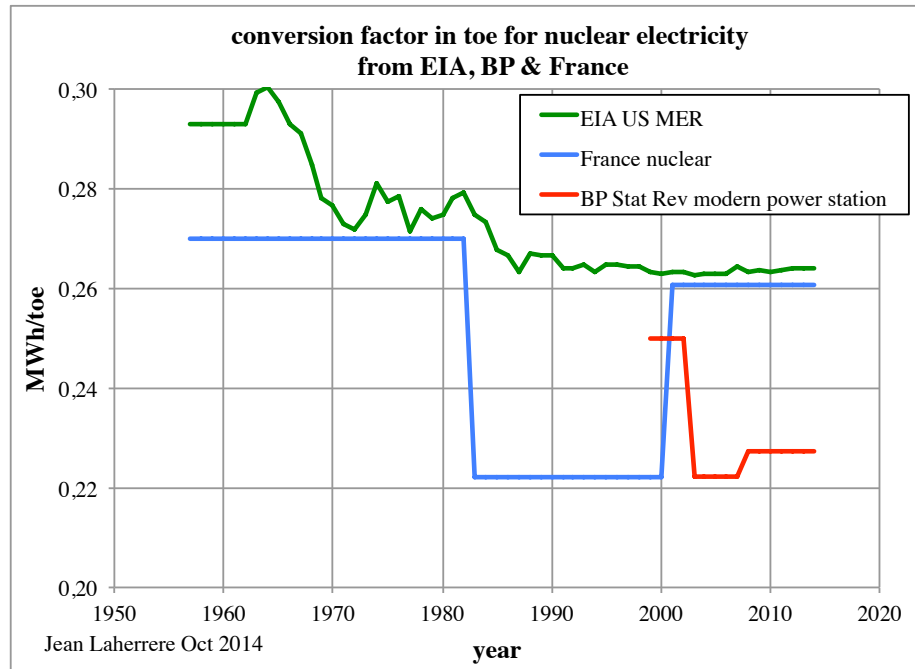


Fig 117: taux conversion électricité nucléaire France, EIA, BP    Fig 118: taux conversion géothermie



Pour faire le bilan énergétique il faut ramener toutes les énergies avec une unité unique à savoir l'unité d'énergie qui est le Joule ou la tep = 42 GJ

Mais les facteurs de conversion dépendent de chaque source et au lieu de prendre les valeurs moyennes variant avec le temps et les techniques chaque pays prend des facteurs qui varient avec les personnes en place

Pour la France, le taux de conversion pour l'électricité nucléaire (en bleue) a varié en 1981 et en 2001 d'une façon étrange ; et le taux de conversion de la géothermie a bondi en 2001 d'un facteur 4 alors qu'il n'a pas bougé pour l'EIA ou pour BP

**N'oubliez pas ces facteurs quand vous regardez des bilans énergétiques !**

Fig 139: durée effective annuelle de travail des salariés à plein temps en Europe

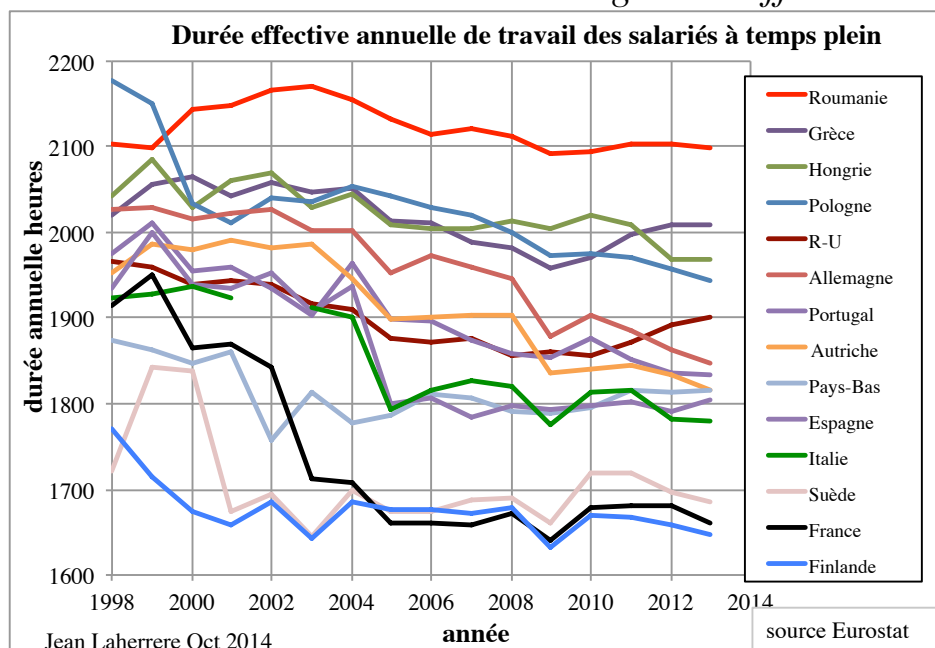
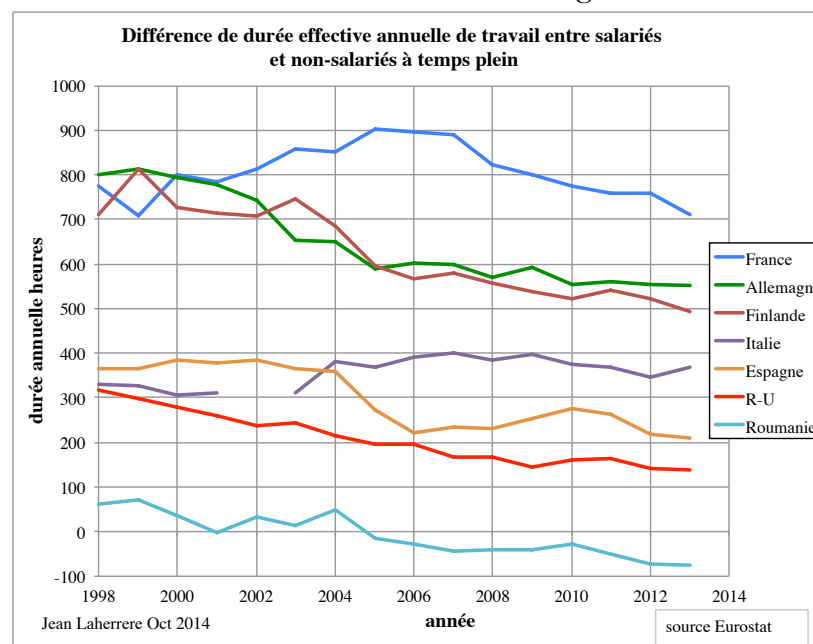
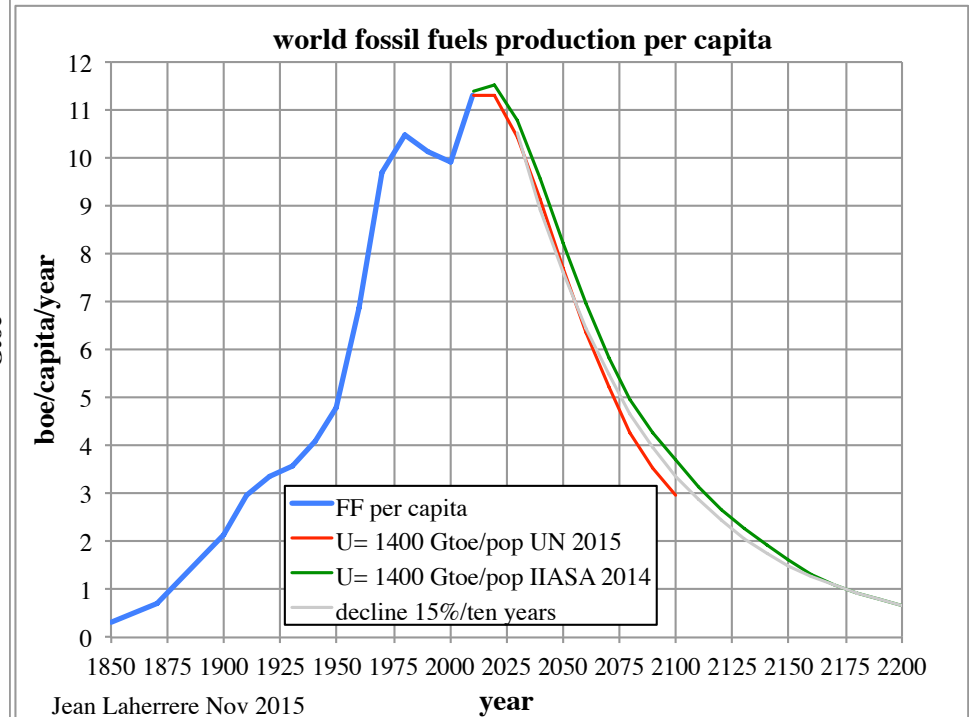
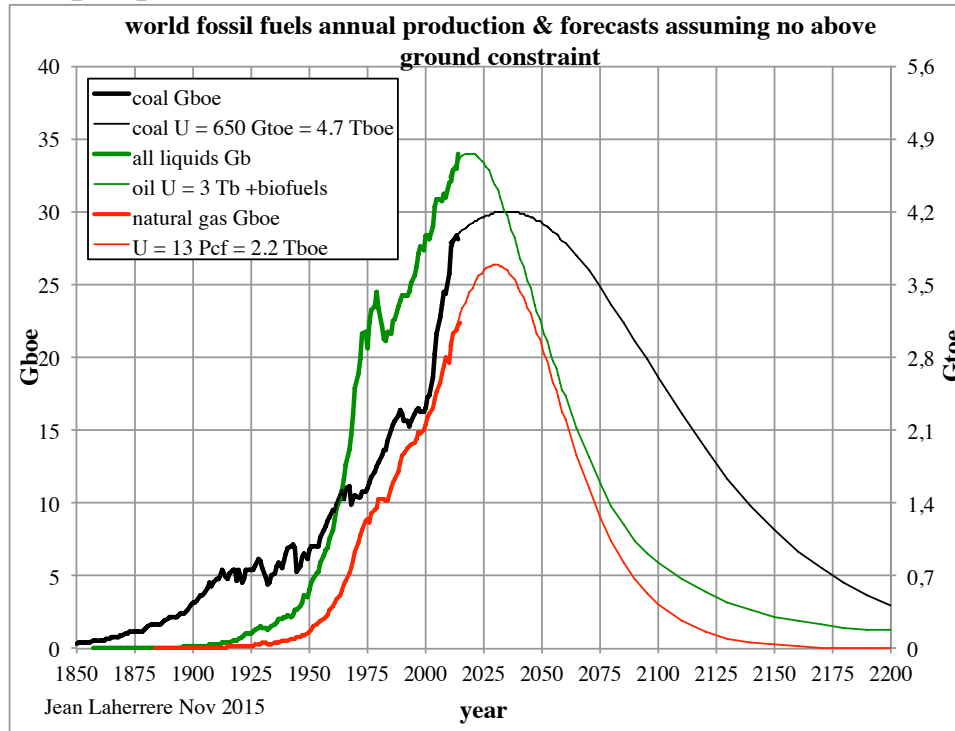


Fig 140: différence durée salariés et non-salariés Allemagne, France & RU

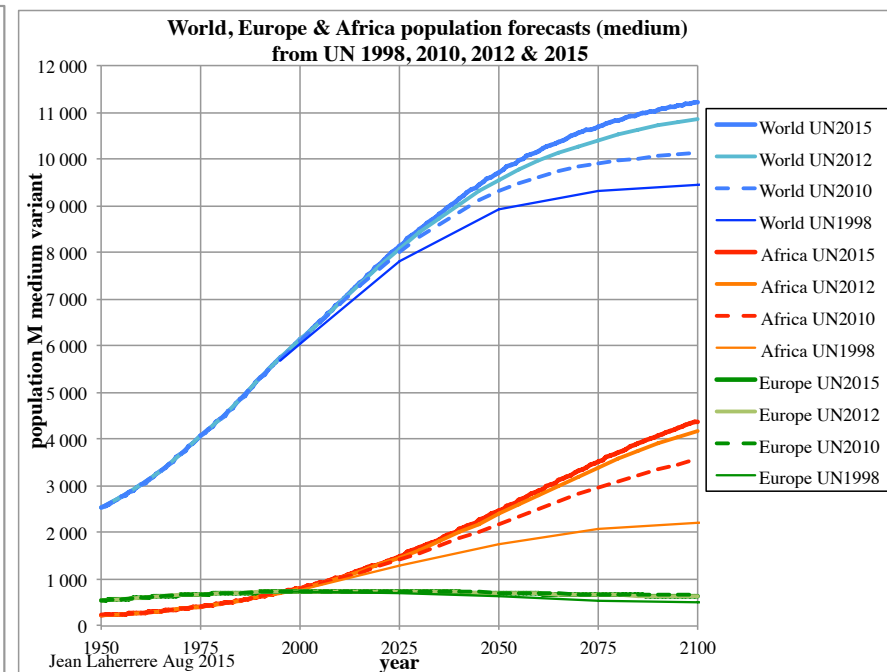
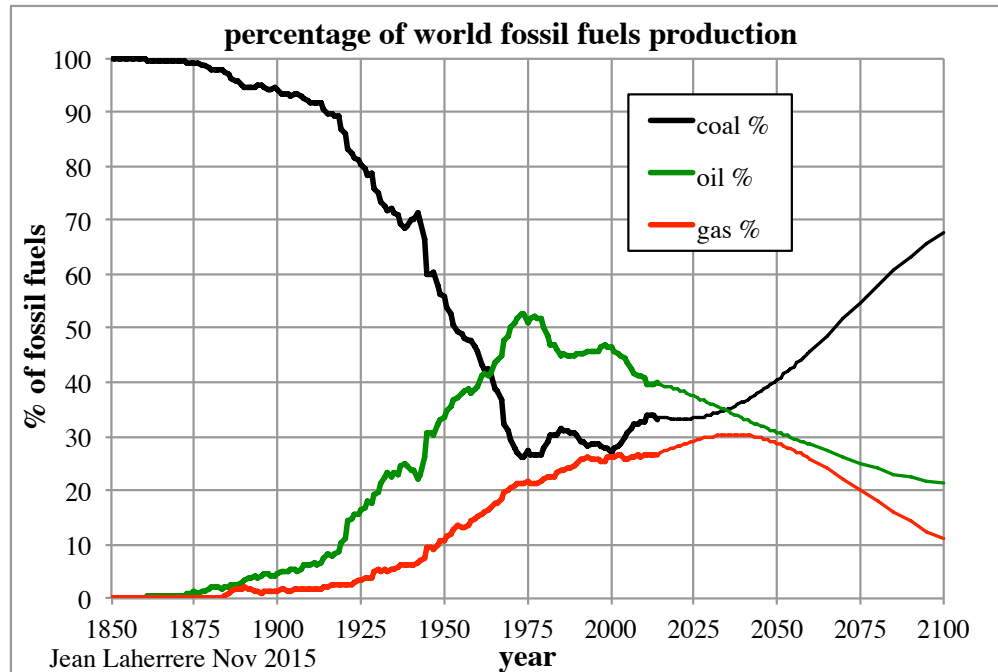


Les non salariés français travaillent autant que les Allemands avec près de 2400 heures et 300 heures de plus que les Anglais mais **les salariés français travaillent 700 heures de moins que les non-salariés français soit 43%** et 186 heures de moins que les salariés allemands et 239 heures de moins que les salariés anglais. L'écart de durée du travail entre non-salariés et salariés à temps plein est de 27 % pour l'Allemagne, 21 % pour l'Italie, 7 % pour le Royaume-Uni, contre 43 % pour la France. Les congés et RRT représentent 6,6 semaines en France contre 3,9 en Allemagne. Un sondage récent indique que 2 Français sur 3 trouvent qu'ils n'ont pas assez de vacances ! Les salariés français devraient être les plus heureux d'Europe : ils sont plus en vacances que les autres ! Le problème est que, plus on est en vacances, plus il faut de l'argent pour les occuper ! Mais on ne peut avoir le beurre et l'argent du beurre. Mais comme l'a bien montré François de Closet, en France **c'est toujours plus !**

## Graphiques actuels :



La production de combustibles fossiles par habitant est actuellement au sommet avec 11 bep par habitant, elle déclinera a partir de 2020 et sera de 8 bep en 2050 (déclin de 15% tous les 10 ans).



Le charbon va remonter en pourcentage vers 2030 devant la baisse du gaz : il devra être plus propre, à savoir sans particules.

Le pic de production du pétrole bon marché a été atteint en 2005. Le pétrole de roche-mère est un pétrole cher qui perturbe les locaux : il est acceptable aux US car le sous-sol appartient au propriétaire du sol, au contraire du reste du monde où il appartient au gouvernement. L'éolien est accepté en France car le propriétaire du sol tire des profits de l'air à 100 m au dessus de son terrain alors qu'il n'aurait aucun profit d'un gaz de schiste sous son sol.

Le pic de production du gaz va arriver vers 2030 et celui du charbon vers 2040

La production de combustibles fossiles par habitant est actuellement au sommet avec 11 bep par habitant, elle déclinera à partir de 2020 et sera de 8 bep en 2050 (déclin de 15% tous les 10 ans).

Les énergies renouvelables ne pourront remplacer les combustibles fossiles tant que le problème de l'intermittence (donc du stockage de l'énergie) n'est pas résolu.

L'évolution des prévisions de population par les NU s est inquiétante : l'Afrique en 2100 est passé de 2 G édition 1998 à 4,3 G édition 2015, alors que l'Europe est resté a 0,7 G. L'Afrique est condamné à envahir l'Europe.

Autres sujets:

-affirmation de l'ADEME de 100% renouvelable en France en 2050 [http://sciences.blogs.liberation.fr/files/rapport\\_final-ademe.pdf](http://sciences.blogs.liberation.fr/files/rapport_final-ademe.pdf)

papier S. Huet Libération <http://sciences.blogs.liberation.fr/home/2015/11/ademe-un-mix-électrique-100-enr.html>

papier sur renouvelables UK <http://www.journaldelenvironnement.net/article/royaume-uni-vent-mauvais-sur-les-renouvelables,63828?xtor=EPR-9>

papier M.Gray sur les renouvelables <http://www.contrepoints.org/2015/11/08/228181-energies-renouvelables-faux-scenarios-et-vrais-mensonges>

papier PR Bauquis sur charbon <http://pierrerenebauquis.com/img/projects/givingupcoal.pdf>

de plus, un réseau à base d'éoliennes et de panneaux photovoltaïques est dans l'incapacité de faire démarrer des moteurs électriques de puissance

-livres récents:

Matthieu Auzanneau : 2015 « or noir, la grande histoire du pétrole »

Jean Marc Jancovici : nov 2015 « Dormez tranquille jusqu'en 2100 et autres malentendus sur le climat et l'énergie.» voir mes commentaires et C à dire France 5 11 nov 2015 <https://www.youtube.com/watch?v=TR9MT-Pav4E>

Olivier Postel-Vinay ; nov 2015 « La comédie du climat- comment se fâcher en famille sur le réchauffement climatique »

-qui a fait une action dans les dernières années pour économiser l'énergie et éviter la pollution ?

- voir mon papier : -Laherrere J.H. 2015 «Commentaires sur la synthèse « Energie dans le monde » 10 Janvier 2015 AFCO = Association Francophile des Climato-Optimistes» texte long Aout [http://aspofrance.viabloga.com/files/JL\\_2015\\_AFCOenergie.pdf](http://aspofrance.viabloga.com/files/JL_2015_AFCOenergie.pdf)



## **Conclusions :**

Nous sommes en train de vivre une époque charnière. La révolution industrielle a été basée sur l'énergie abondante et bon marché.

La production par habitant des combustibles fossiles est au pic et déclinera dès 2020 avec un déclin de 15% tous les 10 ans: il faudra les remplacer par le nucléaire et les énergies renouvelables.

La perspective de l'ADEME de 100 % renouvelables à prix comparable au nucléaire en 2050 en France est irréaliste

Mais le grand problème est la démographie et le partage des richesses.

Les prévisions récentes ont doublé la population de l'Afrique en 2100 alors que l'Europe baisse.

La COP21 ne sera pas un succès car en fait c'est le conflit entre le G180 des pays pauvres qui cherche le développement et son financement par le G20 des pays riches. L'objectif du G180 est d'obtenir du G20 100 G\$/a, mais le G20 est riche en imprimant du dollar et de l'euro. La dette des pays riches est colossale.

Les banques spéculent depuis que Clinton a aboli en 1999 le Glass Steagall Act mis en place en 1933 après la crise de 1929 et on devrait le rétablir, mais les intérêts en jeu sont considérables.

L'Europe après 1945 rêvait de paix, mais en 2015 les guerres de religion et de tribus avec des frontières mal tracées par Sykes-Picot en 1918 au Moyen Orient débordent dans le monde entier. Plusieurs pays n'existent plus en fait : Irak, Syrie, Lybie, Yémen et on voit mal comment rétablir la paix en séparant les tribus et les religions.

La monarchie médiévale de l'Arabie Saoudite semble prête à exploser.

Si le Moyen Orient va très mal, une partie de l'Afrique va aussi très mal avec des guerres tribales et religieuses

Il est évident que nous assistons à une fin de système et que personne ne sait bien comment en concevoir un nouveau.

Il faut tout refaire : meilleurs frontières, meilleure démocratie, meilleur mode de vie économisant l'énergie et réduisant fortement la pollution.

Mais l'homme n'aime pas changer et estime que c'est aux autres de le faire.

Il faut une nouvelle génération qui est plus ouvert à l'oubli.

Les privilèges acquis sont difficiles à remettre en question : on le voit en France.

Mais pour le moment le plus grand problème est le terrorisme, lié à la religion. Il y a quelques siècles les guerres de religion ont répandu la terreur : croisades, conflit catholiques-protestants et il a fallu beaucoup de temps pour les résoudre. Ce qui manque le plus est le temps : on ne peut pas faire un bébé en un mois avec neuf femmes ! Il faut imposer que les religions restent du domaine privé.

C'est évident qu'un tel changement ne peut venir que des jeunes  
Vous savons donc que la tâche est immense, raison de plus pour s'y préparer dès maintenant  
C'est à vous de sauver le monde en le changeant.

## **sites sur l'énergie à consulter**

EIA : [www.eia.gov](http://www.eia.gov)

AIE [www.iea.org](http://www.iea.org)

BP Stat : [www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html](http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html)

DECC UK: [decc.gov.uk](http://decc.gov.uk)

NPD Norvège : [www.npd.no](http://www.npd.no)

WEC = Conseil Mondial de l'Energie : [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org)

BGR : [www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)

Enerdata : [www.enerdata.net](http://www.enerdata.net)

UFIP : [valeurs.ufip.fr](http://valeurs.ufip.fr)

Bilan énergétique de la France en 2014 : [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Ref\\_-\\_Bilan\\_energetique\\_de\\_la\\_France\\_2014.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Ref_-_Bilan_energetique_de_la_France_2014.pdf)

ASPO France : [www.aspofrance.org](http://www.aspofrance.org)

ASPO International : [www.peakoil.net](http://www.peakoil.net)

Post carbon Institute : [www.postcarbon.org](http://www.postcarbon.org)

Shift project : [www.tsp-data-portal.org](http://www.tsp-data-portal.org)

Pierre-René Bauquis : [www.pierrerenebauquis.com](http://www.pierrerenebauquis.com)

Ron Patterson : [peakoilbarrel.com](http://peakoilbarrel.com)

Euan Mearns : [euanmearns.com](http://euanmearns.com)

Matt Mushalik : [crudeoilpeak.info](http://crudeoilpeak.info)

Art Berman : [www.artberman.com](http://www.artberman.com)

JM Jancovici : [www.manicore.com](http://www.manicore.com)