

**Actualisation de la présentation Toulouse 26 Aout 2004 Journées d'Eté des Verts
"Pic du pétrole et autres pics"
Jean Laherrère Président ASPO France**

Cette présentation est la réduction d'un texte long (53 pages & 98 figures) que l'on peut trouver sur notre site http://aspofrance.viabloga.com/files/JL_Marseillelong2013.pdf (ou aspofrance.org et allez documents)

ASPO = Association for the Study of Peak Oil and gas fondé en 2001 par Colin Campbell, président Kjell Aleklett Université Uppsala Suède comme un réseau informel de géoscientistes européens
Réunions internationales annuelles: Uppsala 2002, Paris 2003, Berlin 2004, Lisbonne 2005, Pise 2006, Cork 2007, Barcelone 2008, Bruxelles 2011, Vienne 2012
Depuis 2005, création d'une trentaine d'ASPO Nationaux dont le plus actif ASPO USA
Notre site aspofrance.org documents publie les articles de ses membres (20) à leur demande

La meilleure façon de juger la valeur d'une prévision par un auteur est de constater la valeur de sa prévision antérieure par rapport aux données nouvelles. A vous de me juger sur la valeur de mes prévisions de 2004.

Les graphiques de Toulouse 2004 (et texte en italique) sont actualisés et complétés.

Je vais passer beaucoup de graphiques sans trop d'explications **en espérant que vous irez voir le texte long pour mieux comprendre.**

Tout dans la nature est cyclique et peut être modélisé avec des cycles simples

Fig 1: Exemple de la morue Nord Atlantique, maintenant disparue

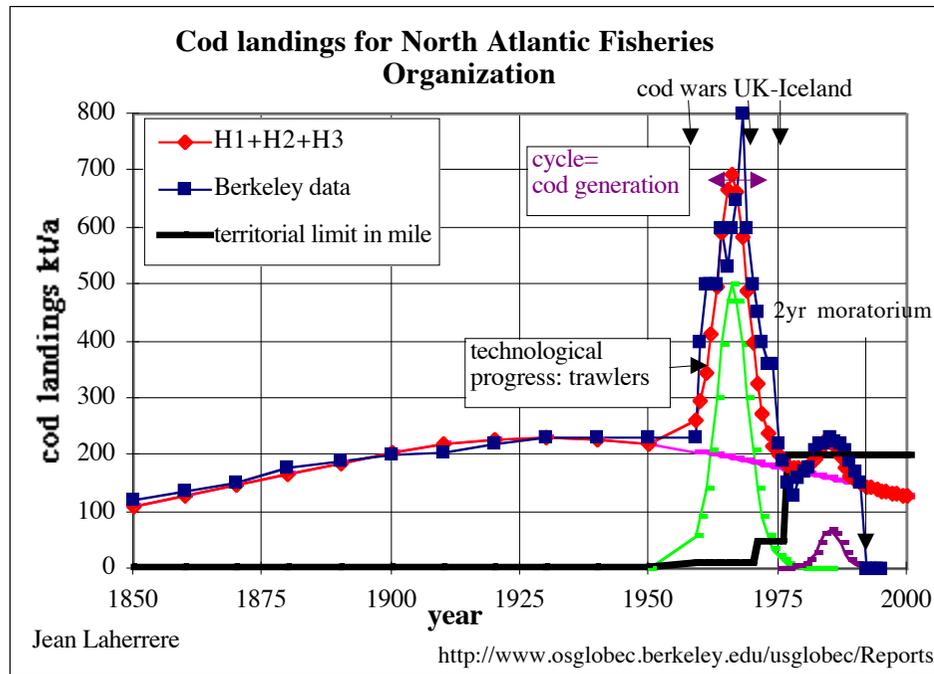
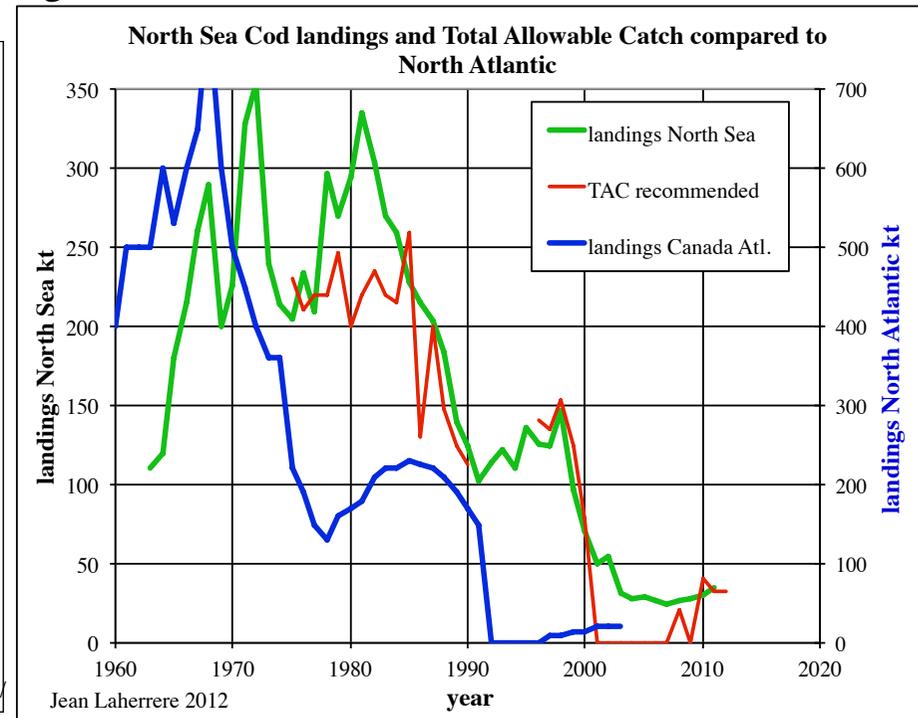


Fig 2: On retrouve le même schéma en Mer du Nord



Le TAC (Total Allowable Catch) est souvent dépassé, contribuant à la disparition de l'espèce: la technologie (chalutiers et usines flottantes) ont tué la pêche en mer, mais aussi le non respect des règles!

Si le TAC continue d'être dépassé, la morue de la Mer du Nord va disparaître comme celle de Terres Neuves

Fig 3: nombre de cas de vache folle

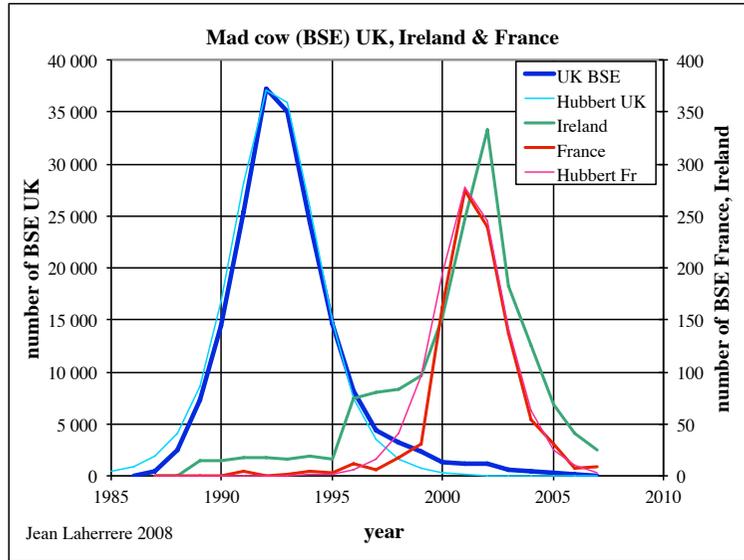


Fig 4: production de charbon en France et Belgique

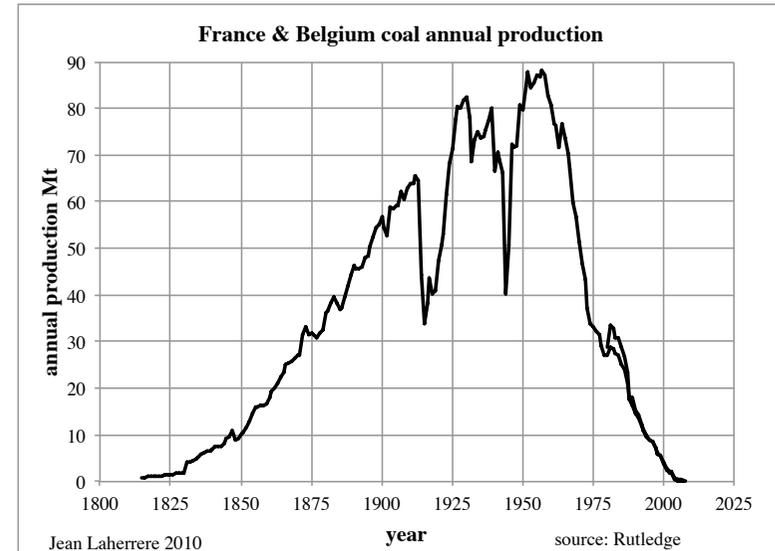


Fig 5: Production charbon Grande-Bretagne

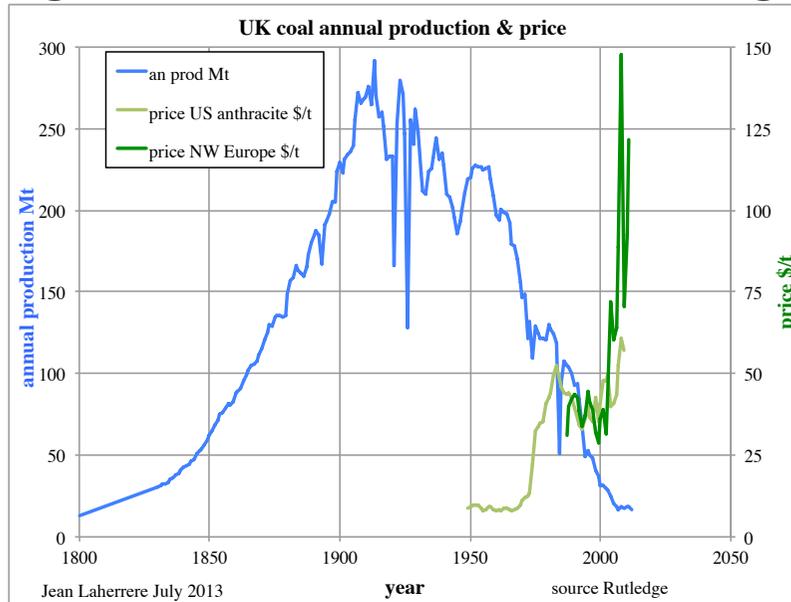


Fig 6: Nombre de fourrures lièvre-lynx Baie d'Hudson

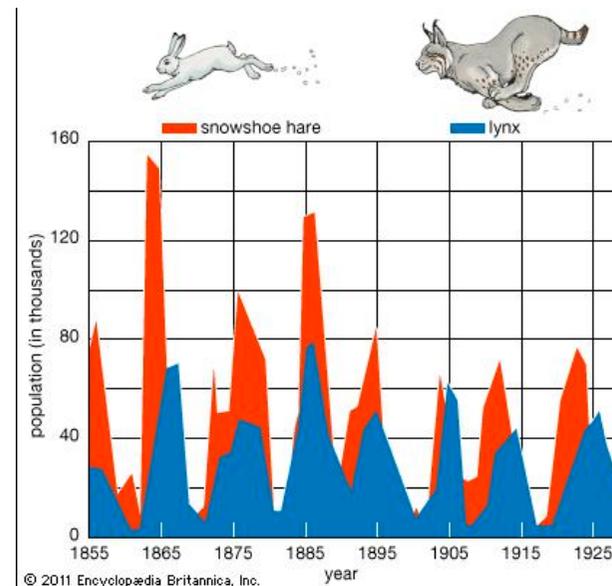
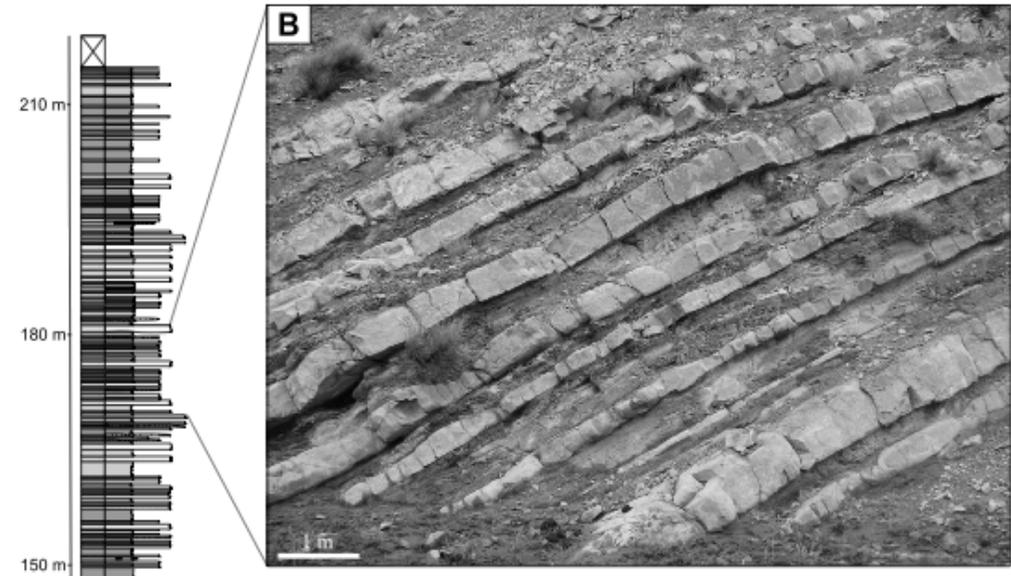
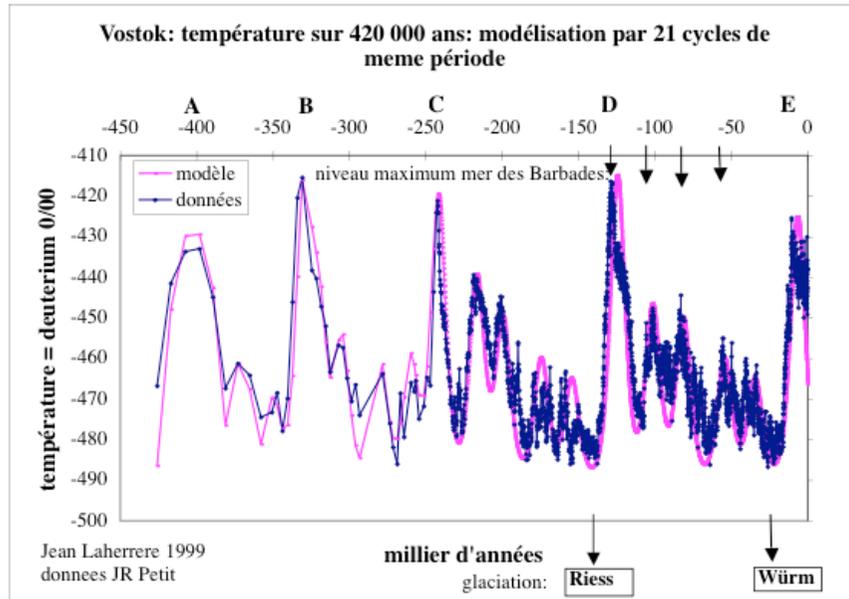


Fig 7: Modèle température Vostok 420 000 ans avec 21 cycles = 20 000 ans

Fig 8: Argentine Vaca Muerta 20 000 ans = précession équinoxes



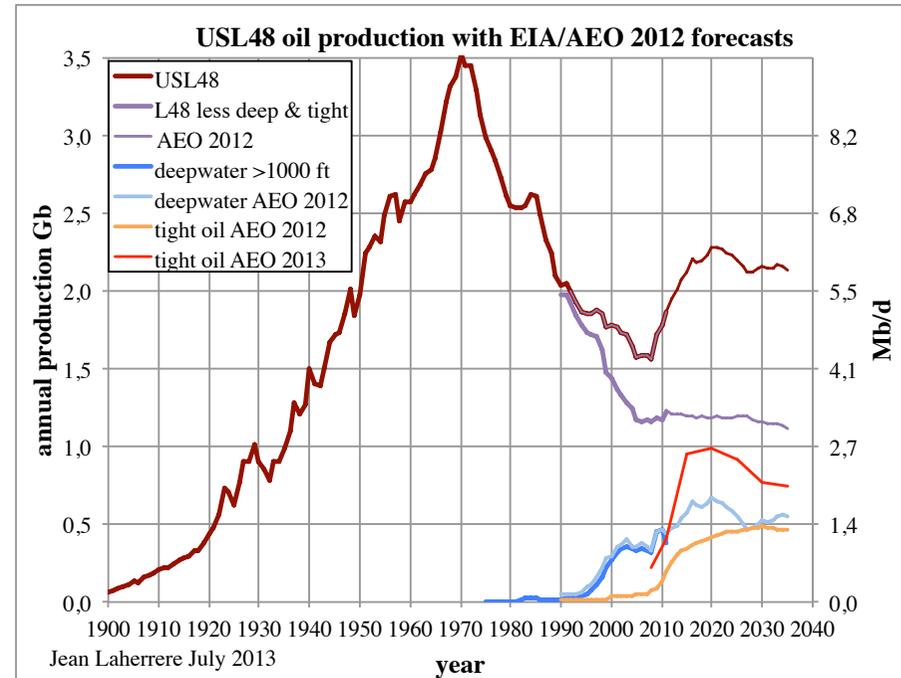
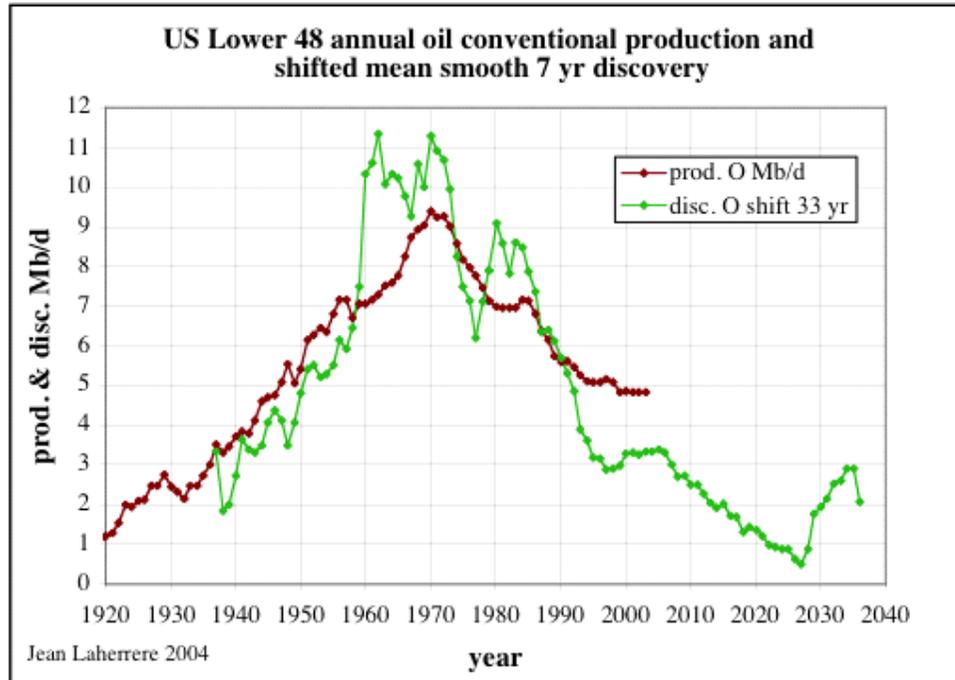
Quand vous voyez dans les affleurements des alternances répétées, vous observez des changements climatiques cycliques astronomiques.

Etats-Unis 48 Etats: Il faut trouver le pétrole avant de le produire !

L'estimation des découvertes permet d'anticiper la production future en décalant la courbe des découvertes

Fig 9:USL48: production annuelle de pétrole et découverte décalée de 33 ans

Fig 10: USL48: production pétrole et non conventionnel



Les EU sont le seul pays où le propriétaire du sol est propriétaire du sous-sol: il y a plus de 20 000 compagnies pétrolières, 45 000 champs, 500 000 puits producteur huile (plus de 2 millions forés), >500 000 puits producteur gaz.

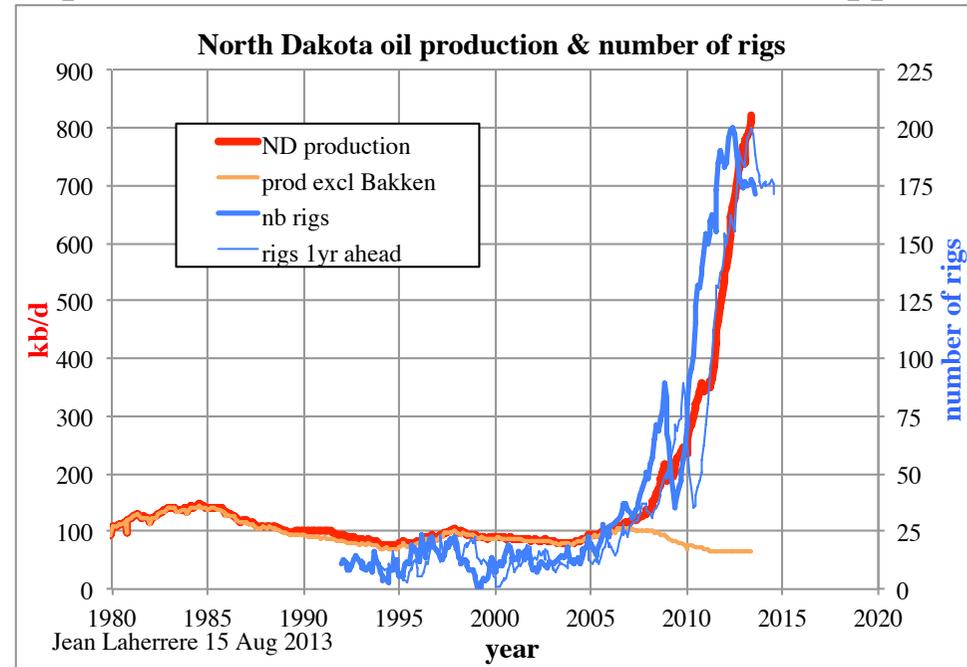
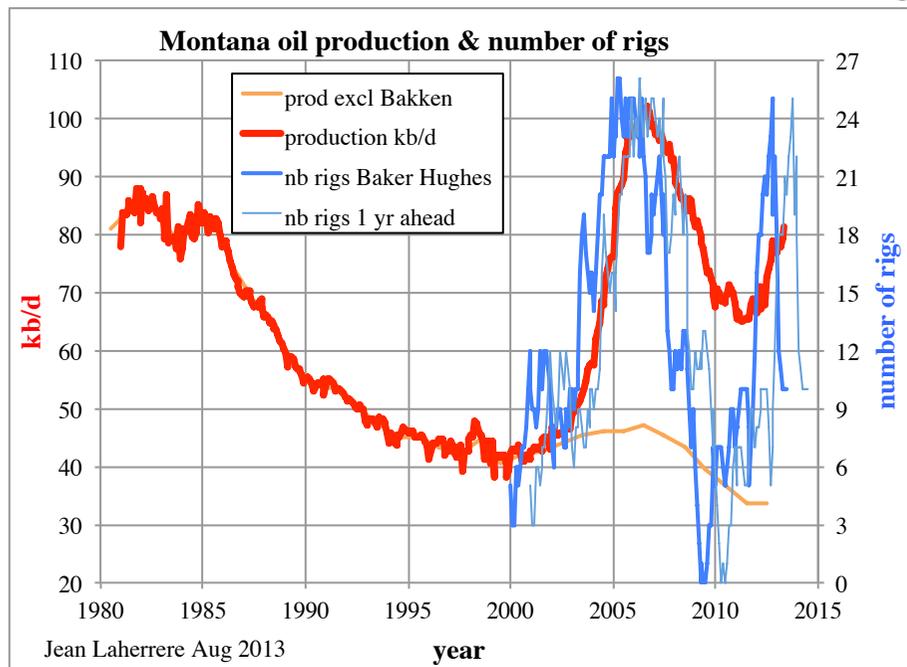
Le Bakken (réservoir carbonaté au milieu des argiles roche-mère) est la production phare US du « shale oil » maintenant appelé « light tight oil » au Montana et au North Dakota

La production du Montana a culminé en 2006 (Elm Coulee = Bakken) comme le nombre d'appareils de forage décalé d'un an.

Le pic de la production du North Dakota devrait se produire cet été autour de 800 000 b/d, car le nombre d'appareils est passé de 20 en 2005 (production 100 000 b/d) à 200 en 2012, mais à 171 actuel.

Fig 11: production au Montana et nombre d'appareils décalé d'un an

Fig 12: production au North Dakota et nombre d'appareils



Sur les graphiques (Hughes mai 2013) pour le Bakken et l'Eagle Ford (Texas), les bons puits (sweet spots en rouge) sont concentrés dans des zones bien définies et tous les puits ne couvrent qu'une faible partie de la superficie de la roche-mère (en gris).

La distribution n'est pas aléatoire et le piégeage est bien géologique.

Le volume produit initialement est bon comparé aux puits conventionnels mais le déclin est très élevé avec 50% la première année. La vie de ces puits va être courte, mais on manque d'historique.

Fig 13: qualité des puits du Bakken (Montana North Dakota)

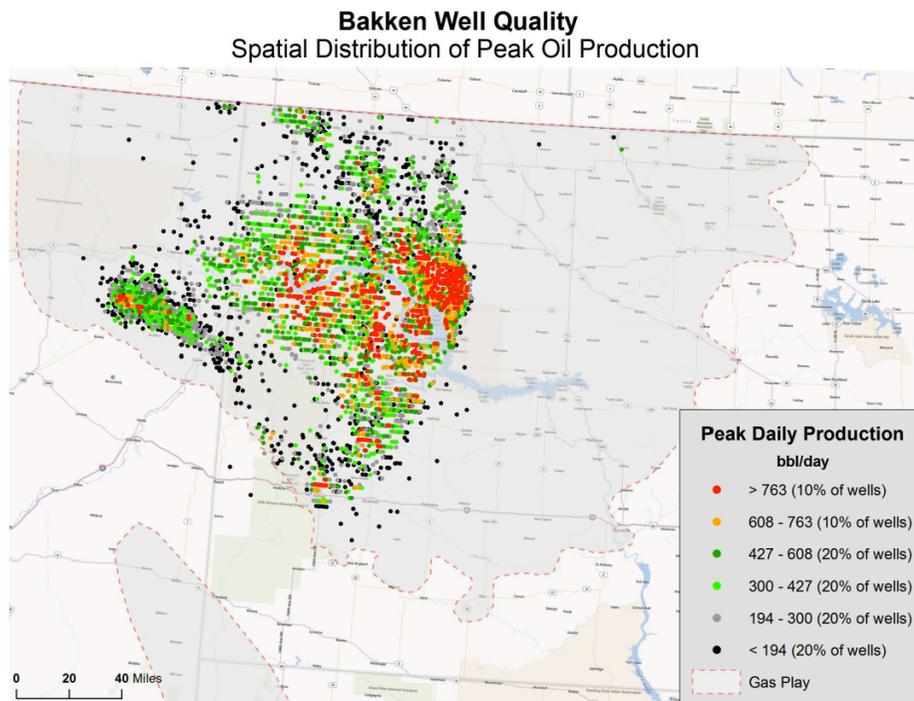
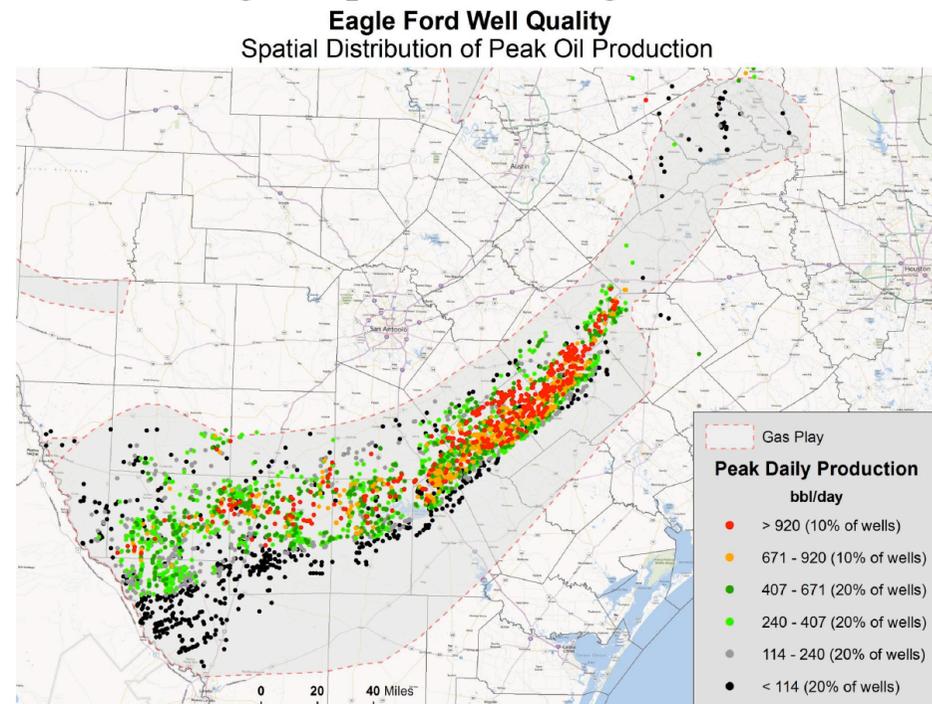


Fig 14: qualité de l'Eagle Ford (Texas)



Au North Dakota le tiers du gaz associé au Bakken est brûlé (perte 100 M\$/a), car il n'y a pas de gazoduc pour le transporter et le réservoir ne permet pas de le réinjecter.

On peut voir l'importance de ce torchage sur la photo satellite des US où le Bakken est aussi lumineux que Minneapolis ou San Francisco

Fig 15: photo satellite de nuit montrant le torchage du Bakken



Ce **gaspillage**, justifié par un prix bas du gaz alors que le coût est plus haut, est le résultat de la compétition et du court terme des opérateurs et des politiciens. Mais ceci ne peut durer longtemps!

Cycles de découverte et cycles de production

Les découvertes sont souvent par cycle et la production suit le même schéma

Fig 16: France: Production de pétrole & découverte décalée de 7 ans pour 2 cycles de découverte

Fig 17: 3 cycles de production

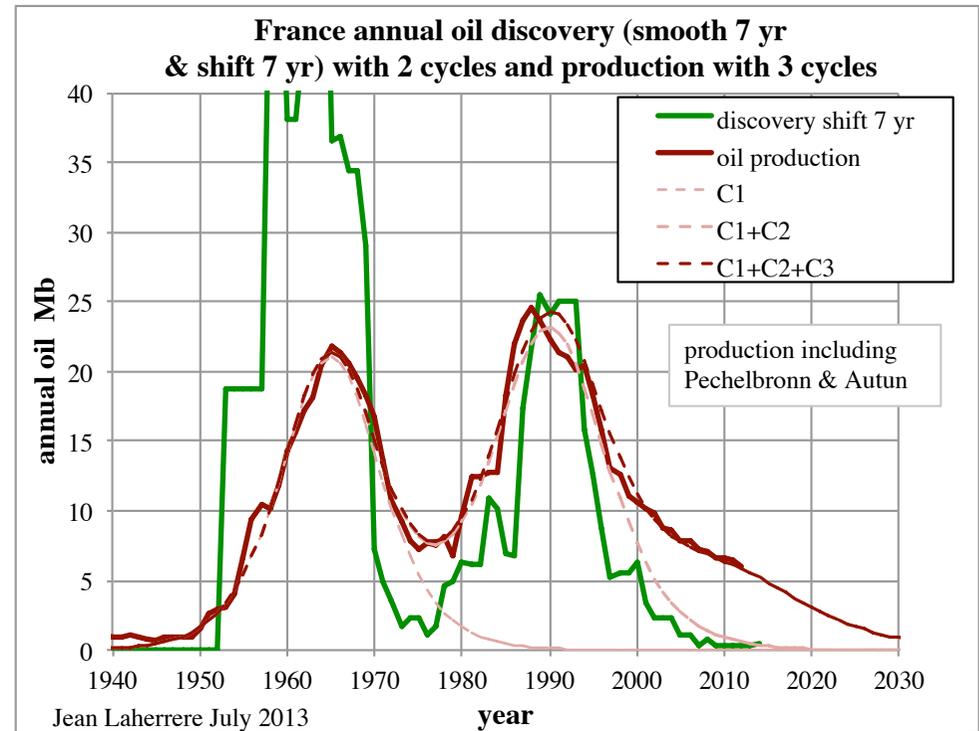
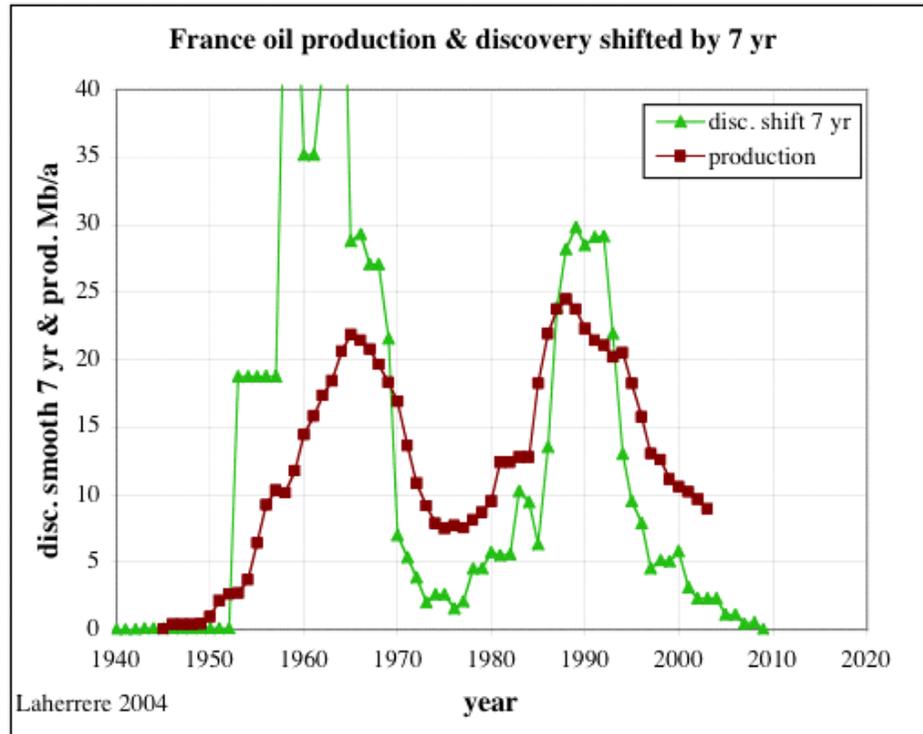


Fig 20: Monde hors US/Canada terrestre Courbe d'écrémage

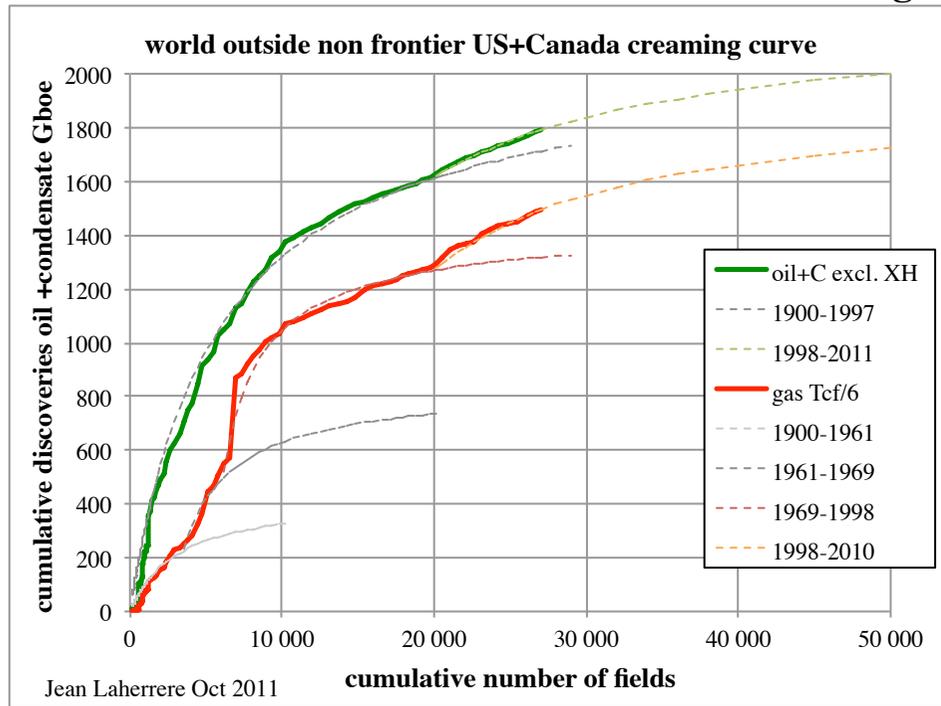
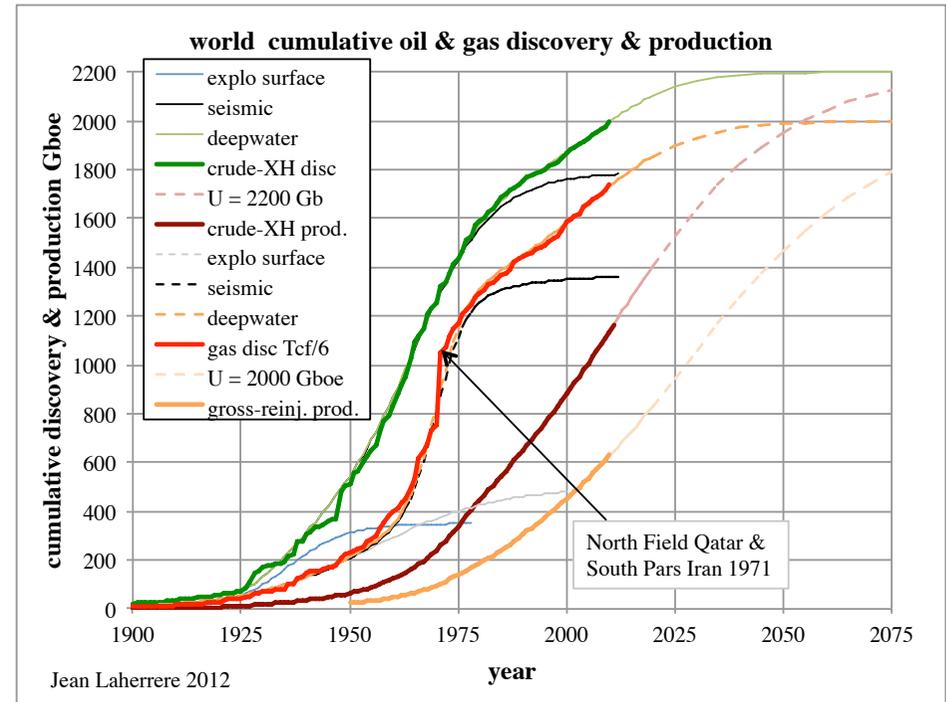


Fig 21: Monde: découverte cumulé U = 2200 Gb & 12 Pcf



Le total cumulé mondial des réserves 2P en fonction des dates de découverte est extrapolé avec plusieurs cycles :

- 1900-1945 = exploration de surface
- 1945-1990 = exploration sismique
- 1990-2011 = mer profonde et subsalt

L'extra-lourd (Canada & Venezuela) découvert avant 1940 est exclus de cet inventaire, car c'est la taille du robinet (et celle non des réserves) qui importe.

Réserves

En fait, il y a **quatre définitions pour les réserves**:

-OPEC: réserves dites prouvées mais **non auditées**, essentiellement politiques, avec une augmentation de 300 Gb
-règles de la SEC (tous les majors sur la bourse de New York) avec uniquement les réserves **prouvées** (certitude **raisonnable** sans la définir) auditées

-pays ex URSS classification russe ABC1 = maximum théorique

-estimations confidentielles des réserves « prouvées + probables », qui peuvent être achetées chez les compagnies d'espionnage industriel.

Fig 22: Réserves restantes de pétrole politiques et techniques 1998: Scientific American

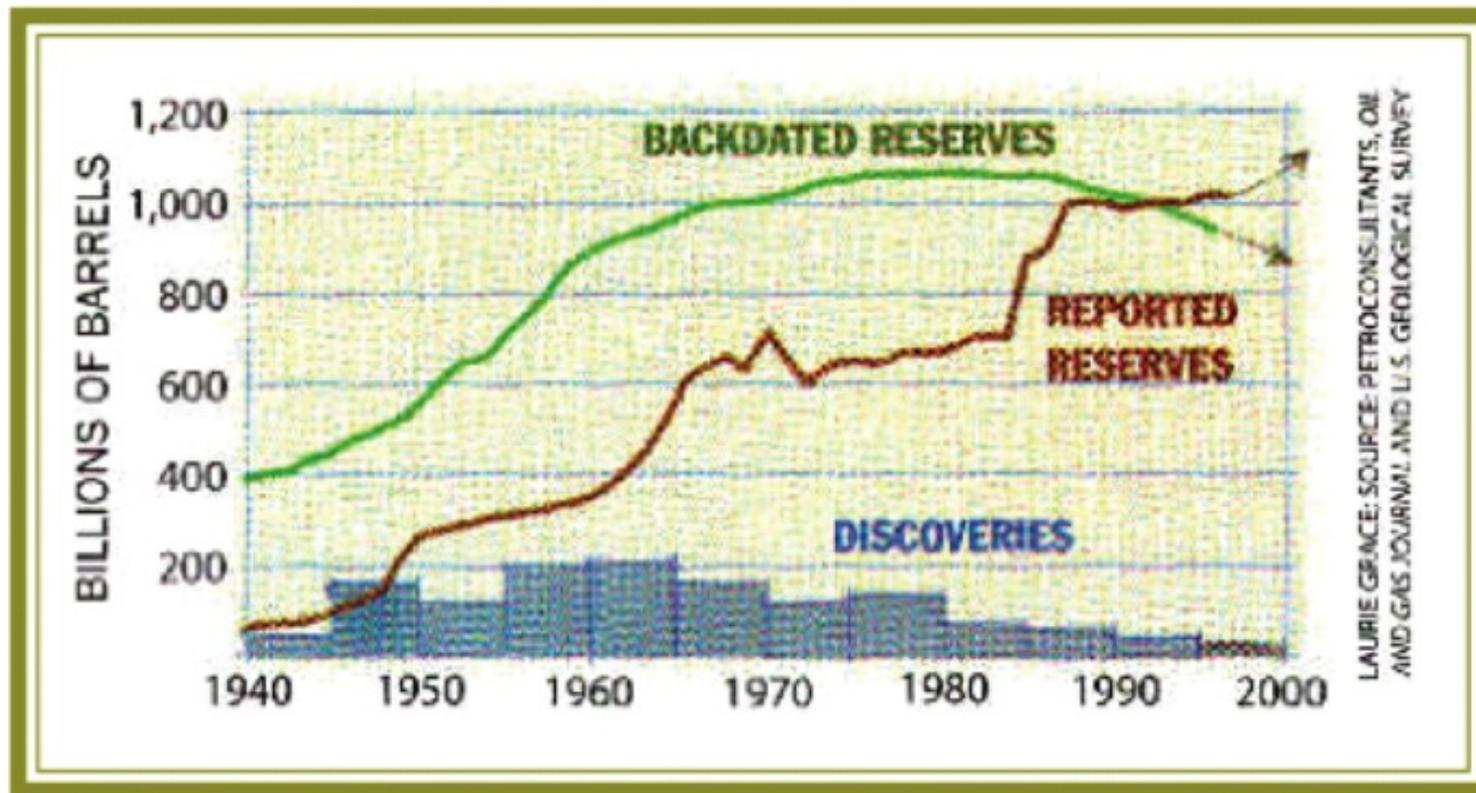


Fig 24: Réserves restantes de pétrole d'après les données politiques et techniques en 2004

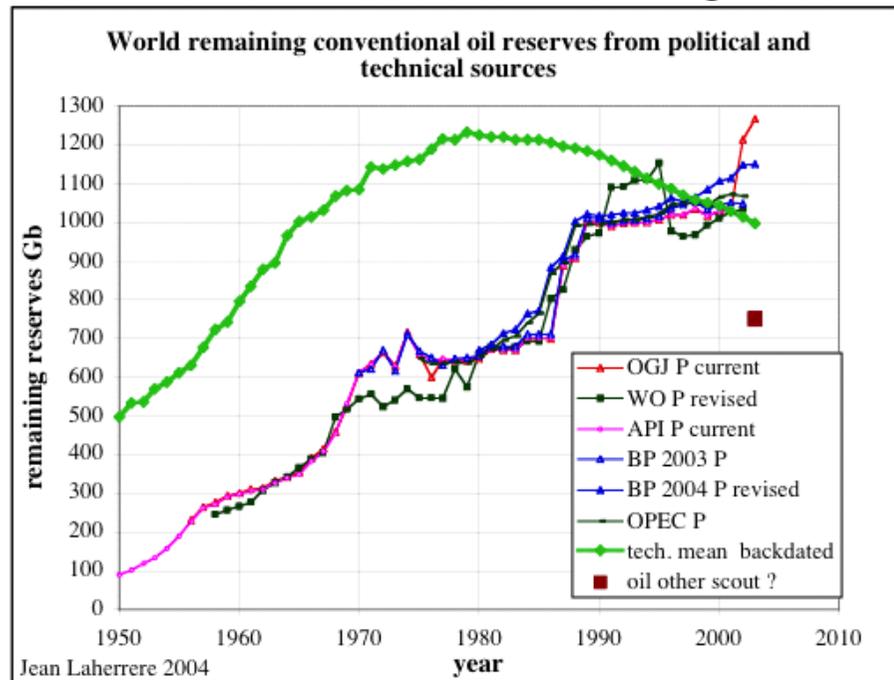
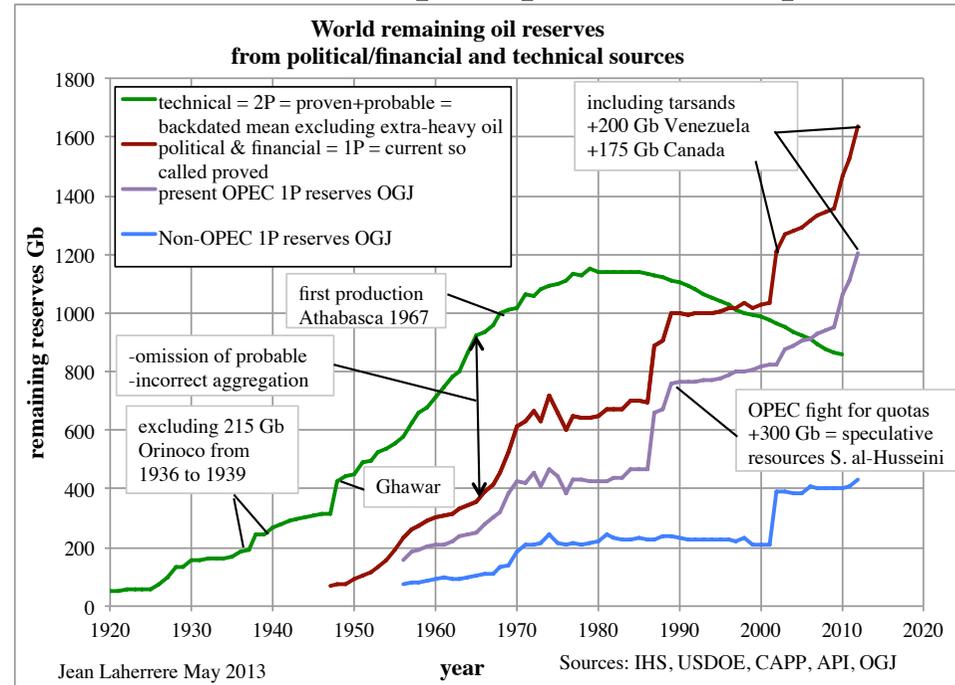


Fig 25: réserves mondiales restantes politiques ou techniques en 2013



Le pic des réserves restantes mondiales a été en 1980

Ce graphique explique la divergence entre les géologues (qui savent que depuis 1980 la courbe verte est en déclin car depuis le monde découvre moins de pétrole que ce qu'il produit) et les économistes qui n'ont accès qu'à la courbe marron qui monte depuis plus de 50 ans.

Les réserves de pétrole extra-lourd (Canada Athabasca et Venezuela Orénoque) doivent être mis à part, les ressources sont connues depuis très longtemps.

La taille des réserves non-conventionnelles n'a aucune importance, **c'est la taille du robinet qui importe**. Le robinet du non conventionnel est très cher et très long à installer !

Il ne faut pas confondre réserves et ressources

Les réserves restantes sont l'estimation de la production future jusqu'à la fin de la production, alors que les ressources sont le volume des hydrocarbures restant dans le sol.

Pour avoir des réserves il faut vouloir produire: en France nous avons encore des ressources de charbon, plusieurs compagnies étrangères ont voulu le produire, mais les Français s'y sont opposés: nous n'avons donc plus de réserves de charbon! Cela peut changer demain!

Dans le monde les ressources de charbon sont gigantesques représentant le volume en place mais les réserves ne gardent que les couches >50m, à terre et pas moins de 1500 m de profondeur, car au delà le bilan énergétique est négatif.

Les ressources de charbon de la Mer du Nord sont très grandes, mais les réserves nulles!

En ce qui concerne le méthane, les bovins émettent annuellement en ruminant 100 kg soit 140 m³.

En France avec 19 millions de bovins cela représente 2 G.m³/a, soit 2 fois la production France 2012.

Pour le monde avec un milliard de bovins 140 G.m³/a = 4% de la production mondiale de gaz.

Il y a donc du biogaz partout, mais qui va produire le méthane des vaches?

Personne, car ce n'est pas économique !

Données de production

Tout le monde triche ou censure les données de production ou joue sur des définitions obscures.

Dans le monde du football il y a des règles, des arbitres et des cartons rouges ?

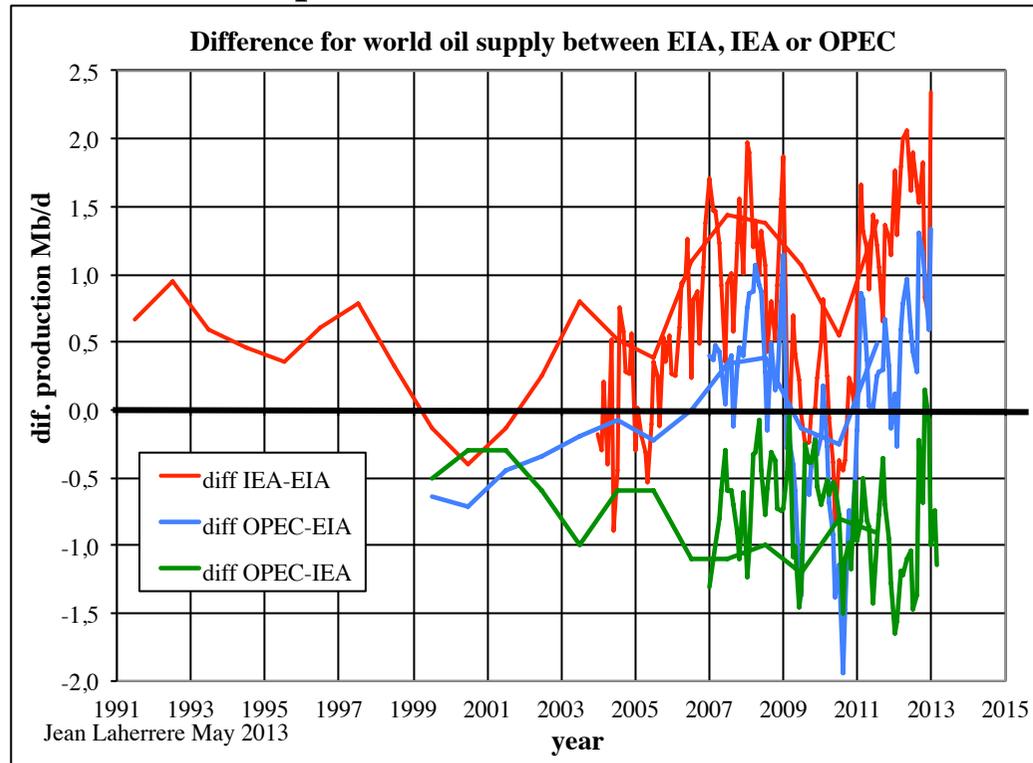
Dans le monde du pétrole il n'y a ni consensus sur les définitions, ni règles, ni arbitres, ni cartons rouges.

La différence des données de production entre AIE, EIA & OPEP est plus ou moins 3 Mb/d = 3%

L'OPEP publie les productions d'après sources secondaires et d'après les membres avec plus de 1 Mb/d de différence

En réalité, seuls les deux premiers chiffres significatifs ont de l'importance, les autres sont faux et inutiles !

Fig 26: Monde: Différence offre pétrole entre AIE, EIA & OPEP

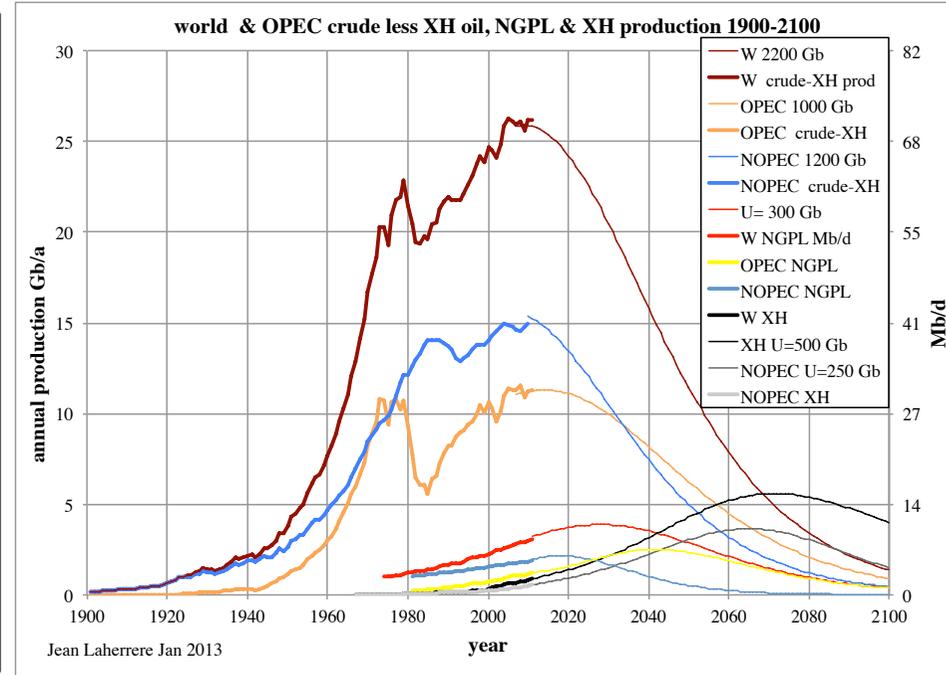
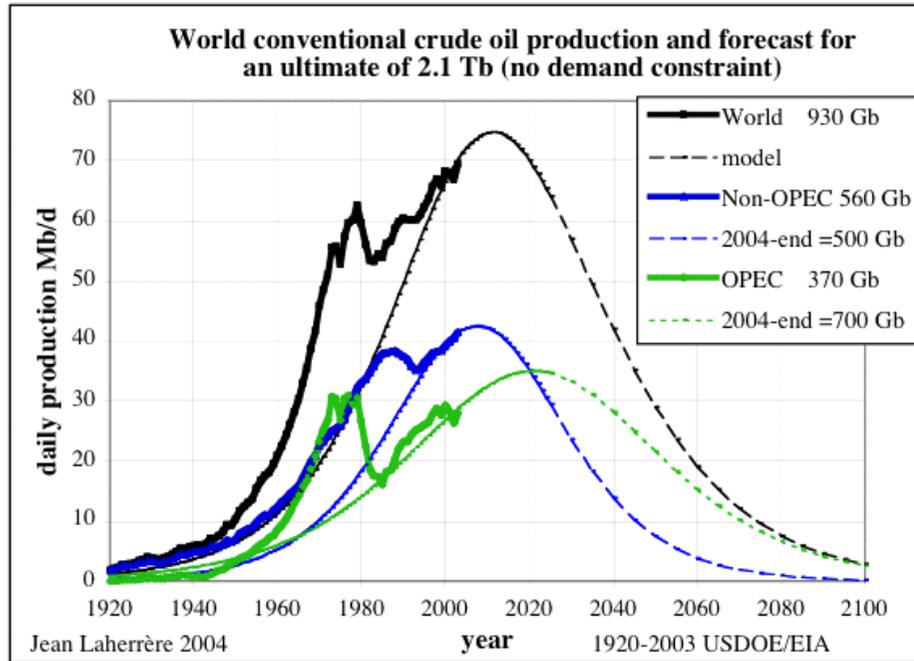


OPEP donne 5 chiffres significatifs alors que le deuxième est faux! BP donne 15 chiffres significatifs = ridicule

La production mondiale de pétrole conventionnel (brut moins extra-lourd (XH)) est sur un plateau ondulé.

Fig 28: Production mondiale (OPEP et Non-OPEP) de pétrole brut conventionnel et prévision pour un ultime de 2,1 Tb, en supposant pas de contrainte de la demande

Fig 29: production mondiale brut -XH, XH, NGL, OPEP et NOPEP



Il y a peu de différence entre les prévisions de 2004 et celles de 2013, l'écart est moindre que la précision des mesures actuelles.

Fig 30: Production mondiale de liquides avec modèles Hubbert

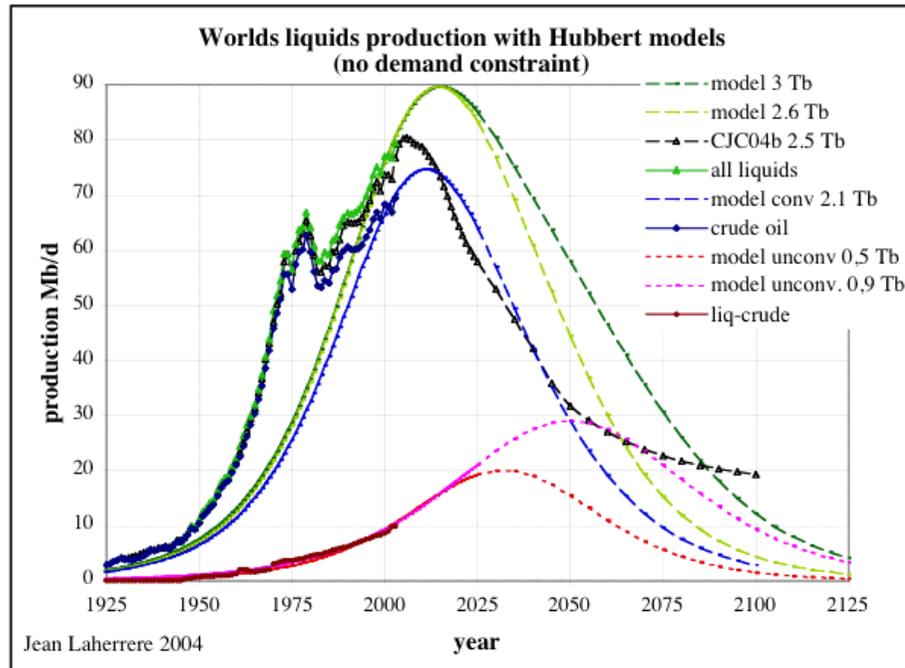


Fig 31: mes prévisions et les prévisions officielles

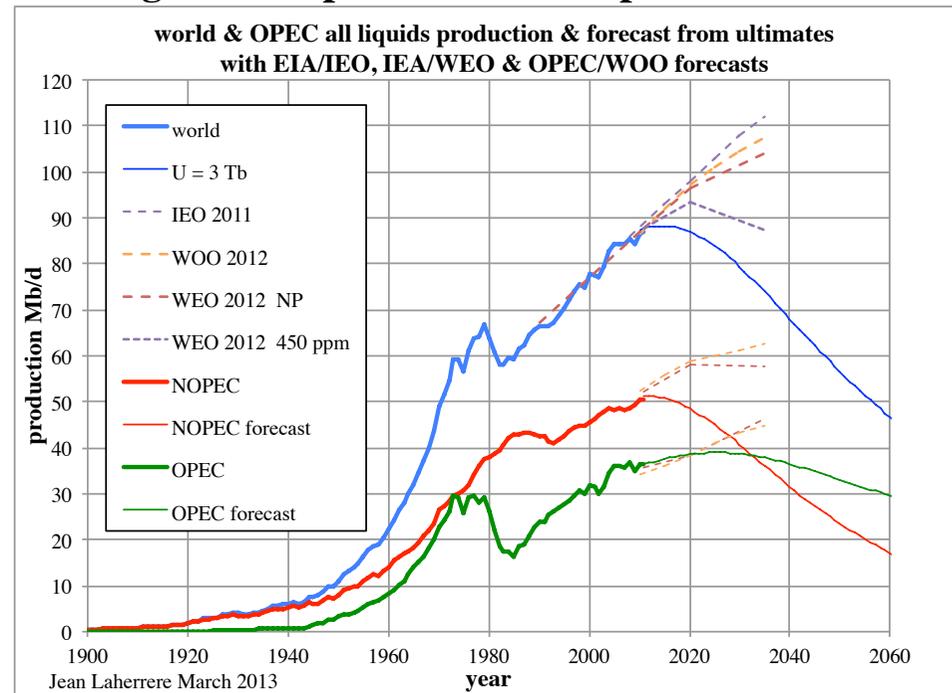
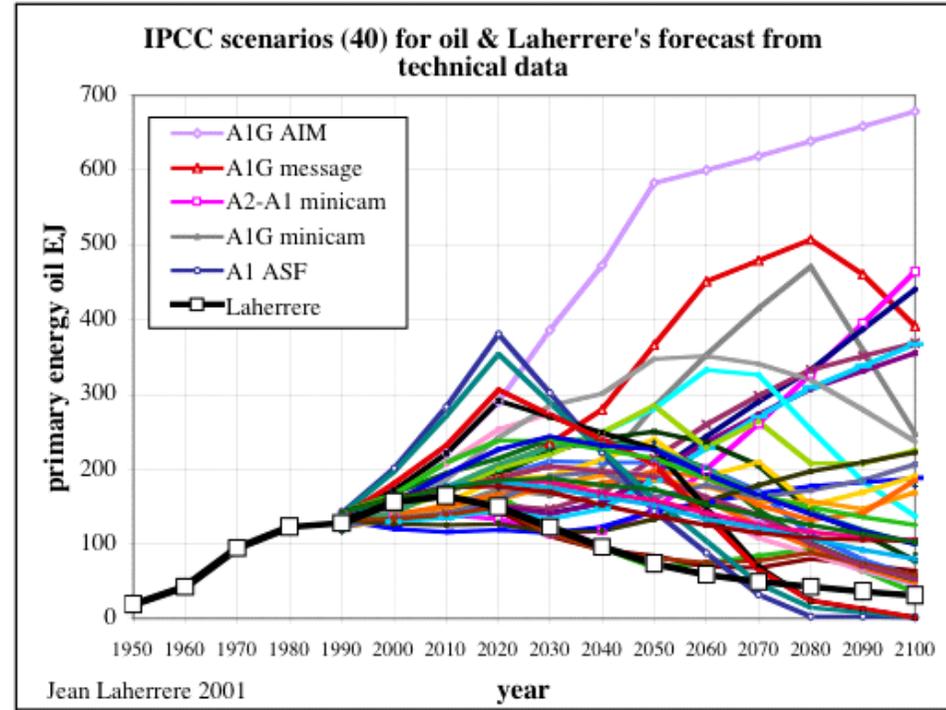
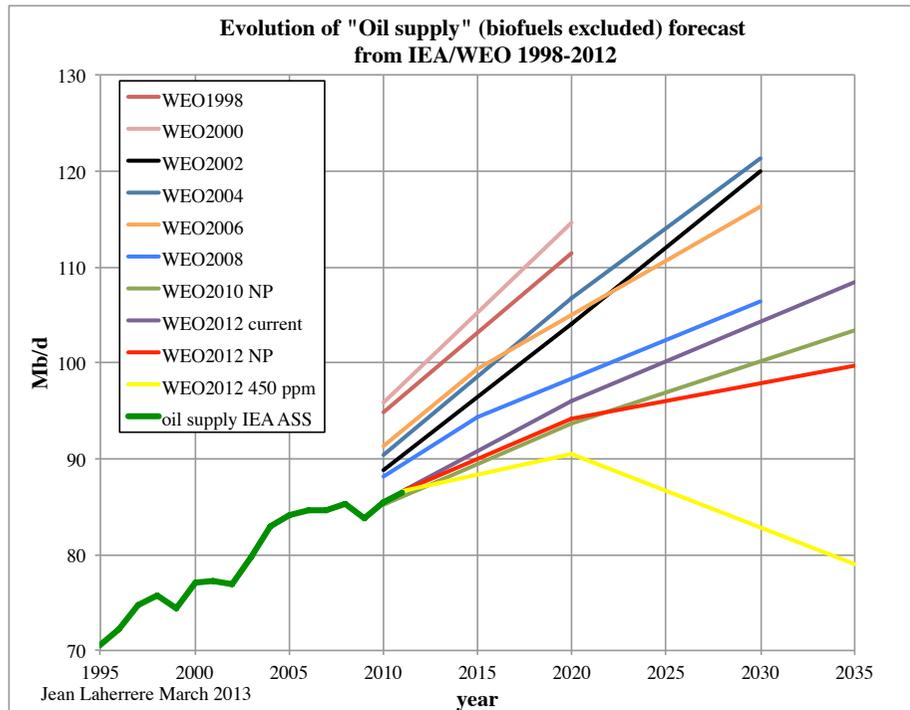


Fig 32: Evolution des previsions pétrole de l'AIE/WEO **Fig 33: Les scénarios pétrole du GIEC (1998)**



Les prévisions anciennes de l'AIE sont fausses, quid des actuelles ?

C'est quasiment tout faux pour les 40 scénarios énergétiques du GIEC (qui ne sont pas d'après leur auteur des prévisions, mais des histoires = storylines)!

Le pic pétrolier n'est pas évident sur le graphique 31 avec les prévisions AIE et USDOE/EIA qui montent jusqu'au ciel (sauf pour le scénario 450 ppm), par contre sur le graphique de [la production de pétrole par habitant](#), le pic a eu lieu en 1979 à 5,5 barils par an et 4,5 barils en 2012. Tous les prévisions sont plates ou en déclin.

Fig 34: prévisions production mondiale de pétrole par habitant

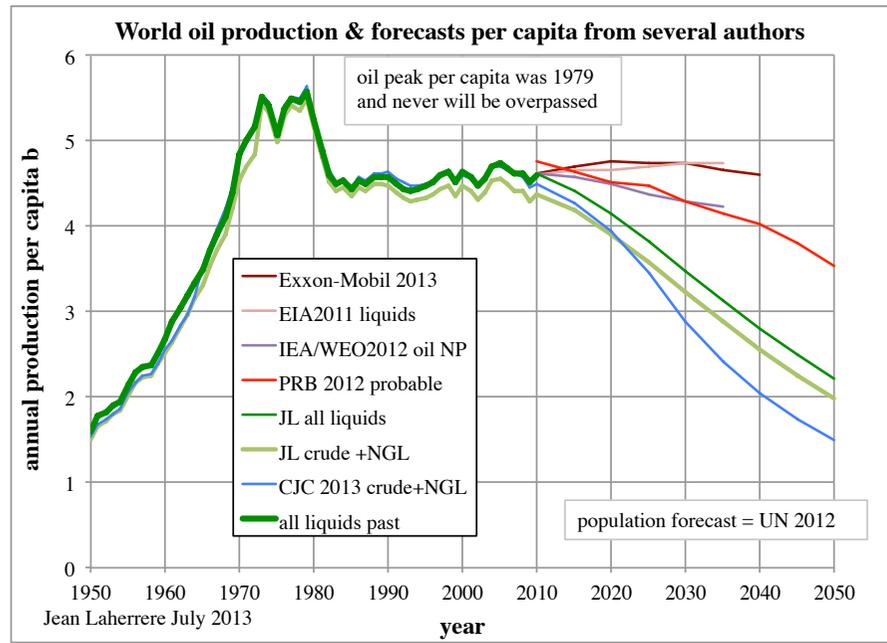
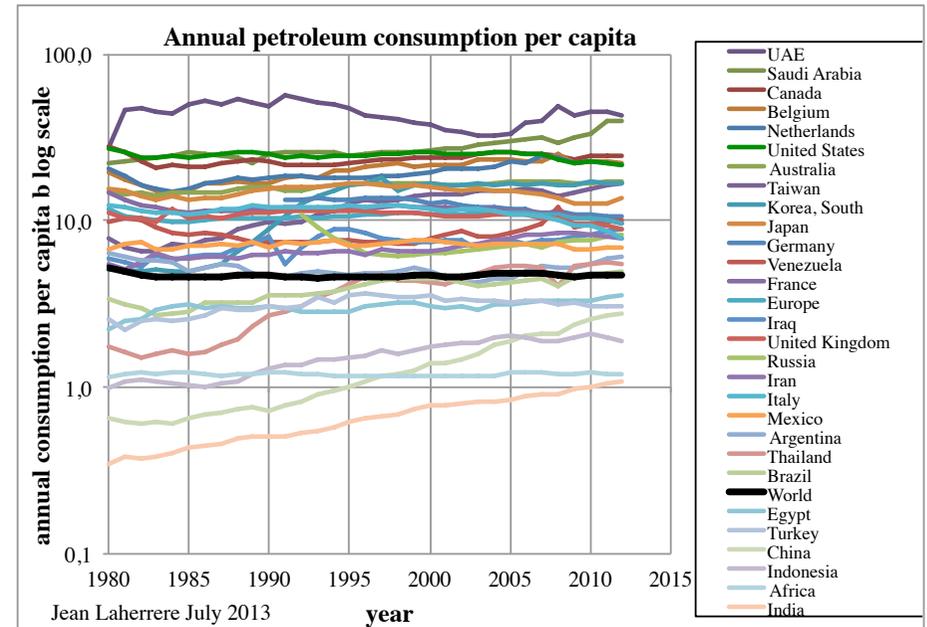


Fig 35: Consommation de pétrole par habitant



La consommation actuelle annuelle de pétrole par habitant montre une fourchette gigantesque avec 80 b à Singapour, **40 b pour l'Arabie Saoudite**, 24 Canada, 22 US et Belgique, 17 Australie, 14 Japon, 10 Espagne et France, 8 Russie, 6 Argentine, **4,7 monde**, 3,5 Egypte, 3,2 Algérie, 2,8 Chine, 1,9 Indonésie et **1,1 Inde**

Le prix des carburants à la pompe varie largement avec les pays, à cause des subventions et taxes:

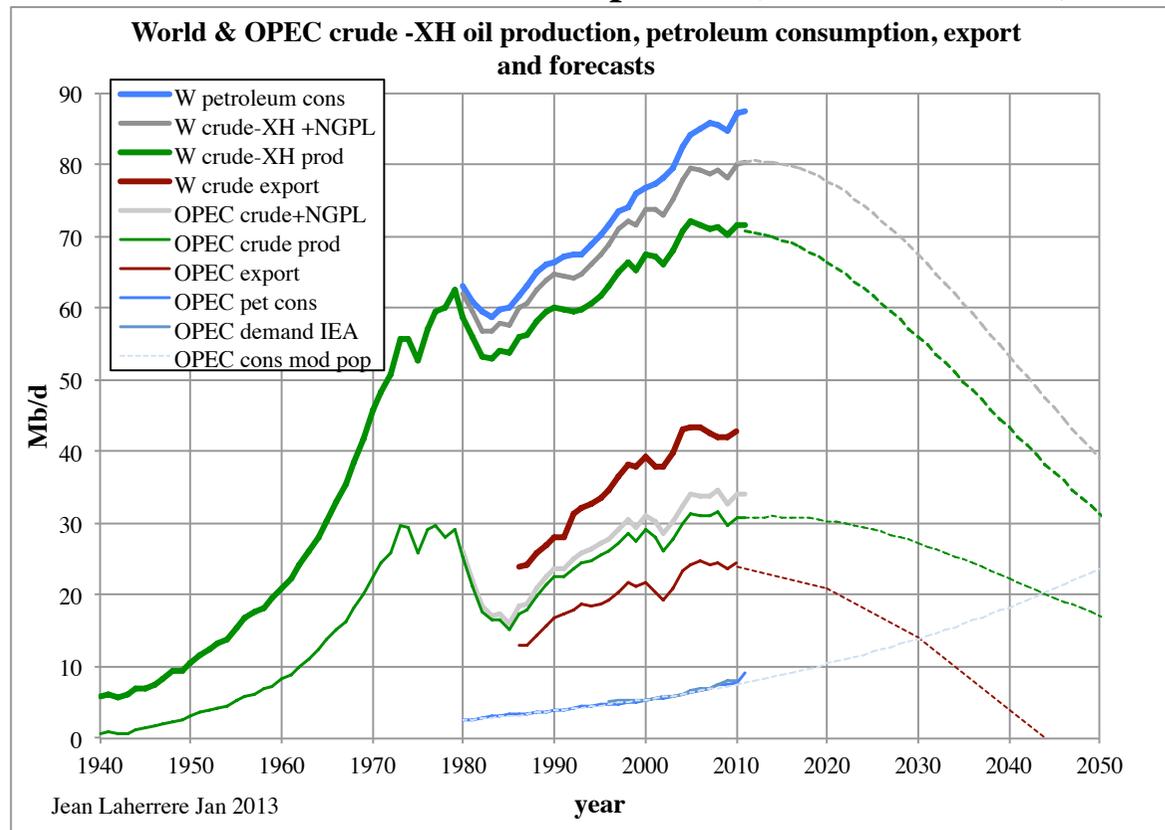
essence Venezuela 0,02 €/L contre 2,07 en Turquie = **100 fois plus !**

diesel Venezuela 0,01 €/L contre 1,89 en Norvège = **190 fois plus**

Les pays producteurs du Moyen Orient subventionnent fortement les carburants ce qui entraînent une forte consommation liée à une démographie en croissance avec peu de découvertes (pas d'offshore profond).

La production de brut de l'OPEP (en vert fin pointillé) va rencontrer la courbe de consommation (en bleu fin pointillé) vers 2045, ce qui signifie la fin de l'exportation de l'OPEP, donc de l'OPEP !

Fig 37: Production et consommation mondiale de pétrole (hors extra-lourd) et de l'OPEP



Gaz Naturel: cas des Etats-Unis et du « shale gas » (gaz de roche-mère)

Fig 38: US: nombre d'appareils de forage

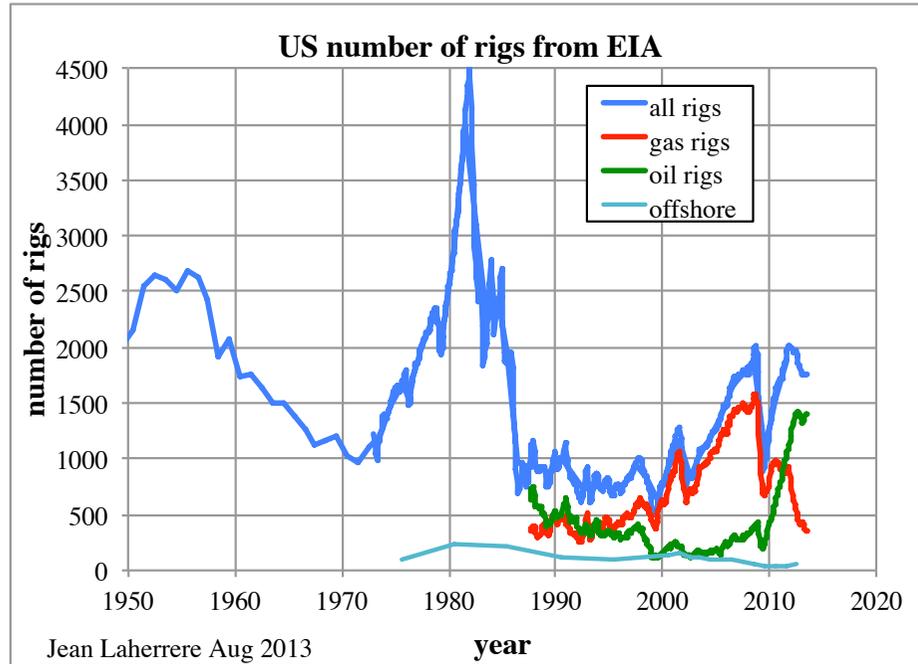
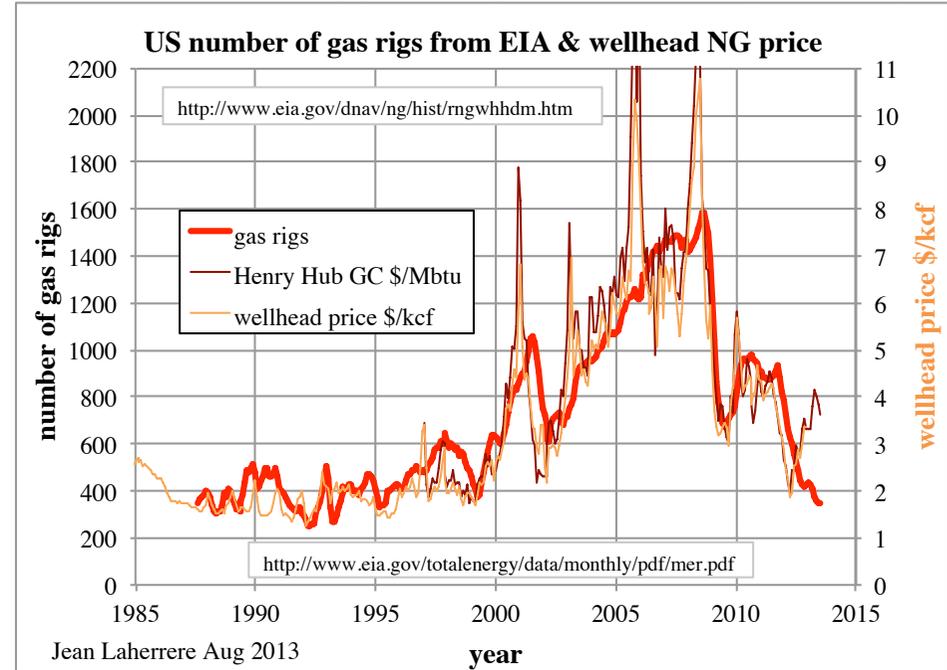


Fig 40: US: nombre d'appareils pour le gaz et prix du gaz



La production du champ de Barnett au Texas a culminé en 2012 à 2 Tcf/a avec 17 000 puits .

Les émissions de méthane aux US à partir des ruminants et des lisiers sont de 10 Mt ou 14 G.m3 = 0,4 Tcf, soit 0,2 fois le Barnett.

Comme pour le shale oil, les cartes de qualité de production de Hughes 2013 du shale gas sont très parlantes :

- pour le Barnett les bons puits (rouge) sont bien concentrés notamment près de Dallas Fort Worth et le reste de la surface du Barnett (gris) est vide de puits.
- pour le Marcellus qui débute les bons puits sont localisés en 2 endroits : va-t-il avoir un 3^e endroit ? On le saura assez vite, car il y a encore 86 appareils en activité en aout (contre 140 en février 2012)

Fig 43: carte de qualité du Barnett Hughes 2013

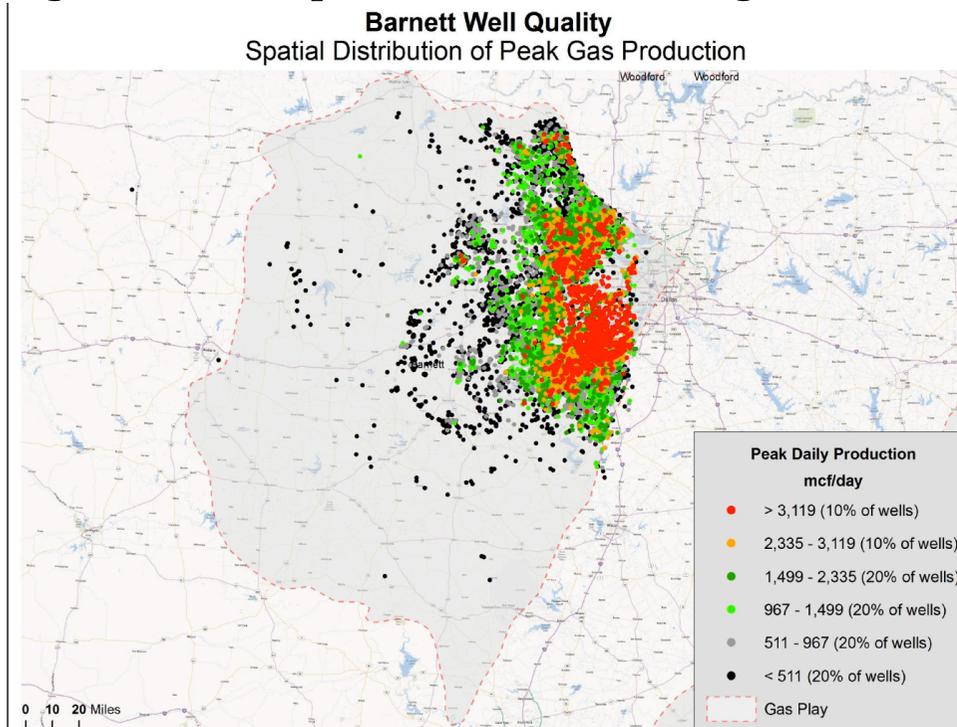
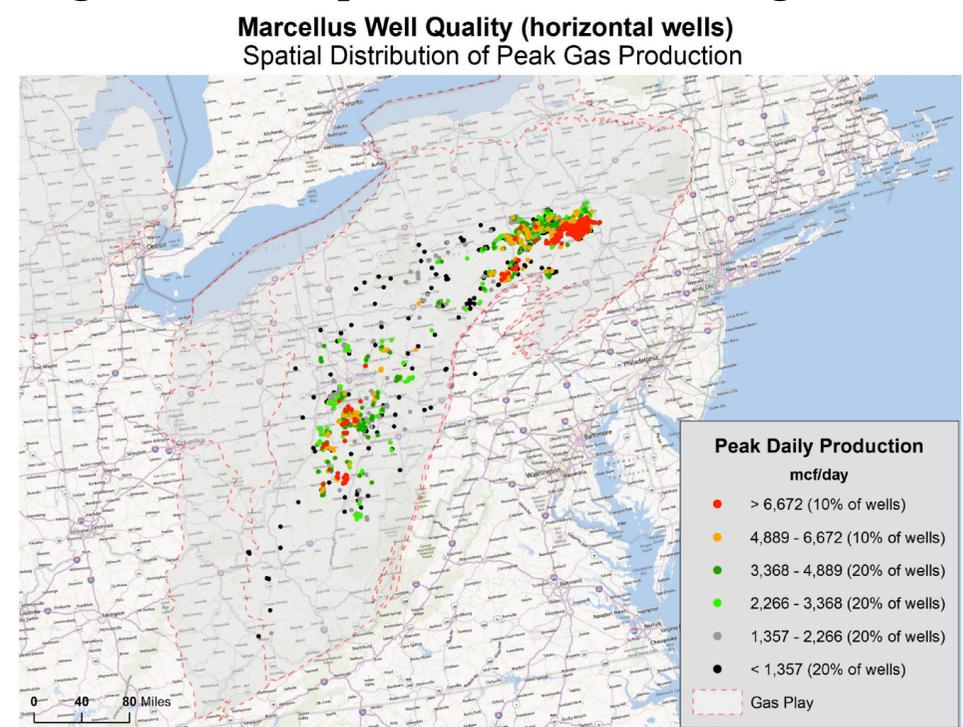


Fig 44: carte de qualité du Marcellus Hughes 2013



Le ratio du prix en énergie du brut sur celui de gaz (bleu) suit la courbe de torchage du gaz pour les US (rouge) ou au N. Dakota (orange). Il était de 7 en 1950, seulement à 1 de 2000 à 2005 et actuellement à 5.

Fig 46: US: ratio prix brut/prix du gaz & % torchage/production

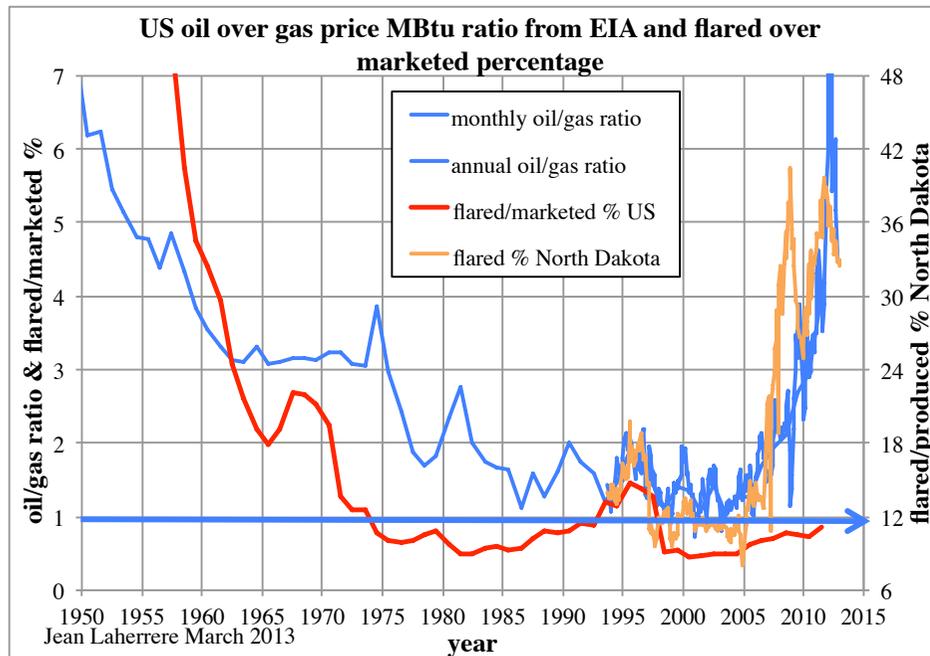
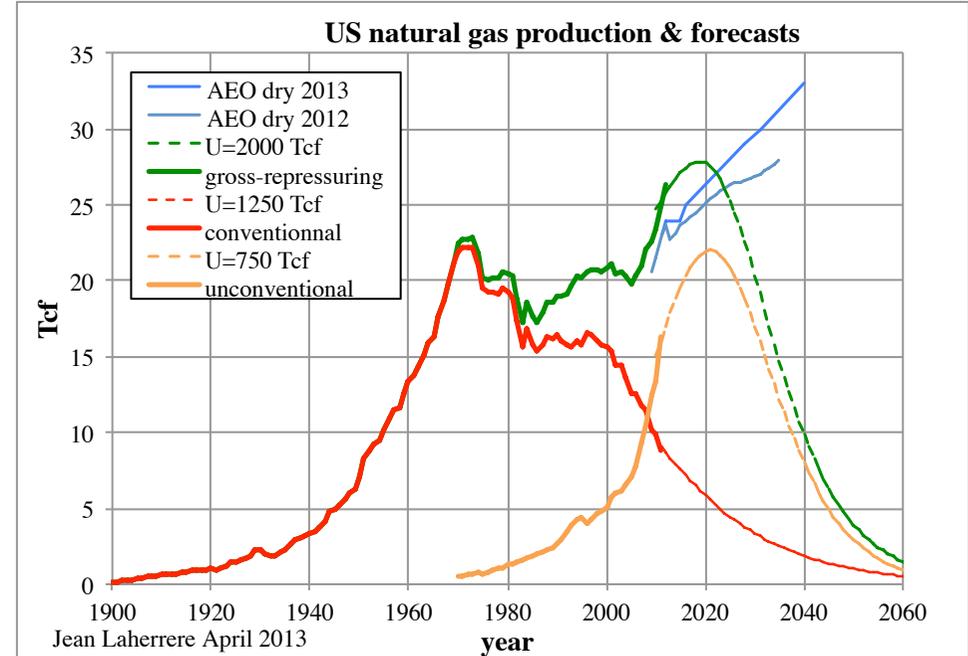


Fig 47: US production du gaz & prévisions non-conventionnel



L'absence de gazoducs et de concertation entre les nombreux promoteurs a conduit à un **écroulement du prix du gaz aux US qui est insoutenable, car bien inférieur au coût.**

On parle d'exportation de shale gas liquéfié avec 22 projets en examen en Juillet 2012.

Ceci semble peu réaliste !

La production de gaz non conventionnel (shale tight, coalbed methane) aux US devrait plafonner en 2020.

La production totale de gaz devrait atteindre 27 Tcf/a en 2020 (26 actuel) et descendre à 10 Tcf en 2040.

Le futur du « shale gas » :

il suffit de regarder celui de Chesapeake (premier producteur de gaz US en 2010): son président a été viré, ils ont 12 G\$ de dettes (après avoir vendu 24 G\$ d'intérêts) et son action a beaucoup chuté de son pic de 2008

Fig 48: dette & revenus de Chesapeake 1993-2012

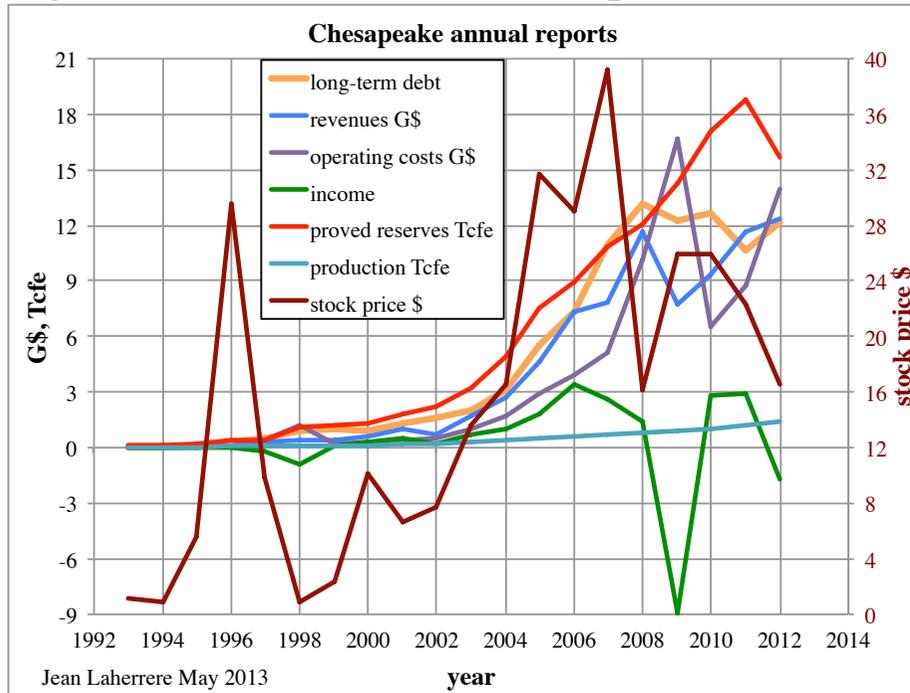
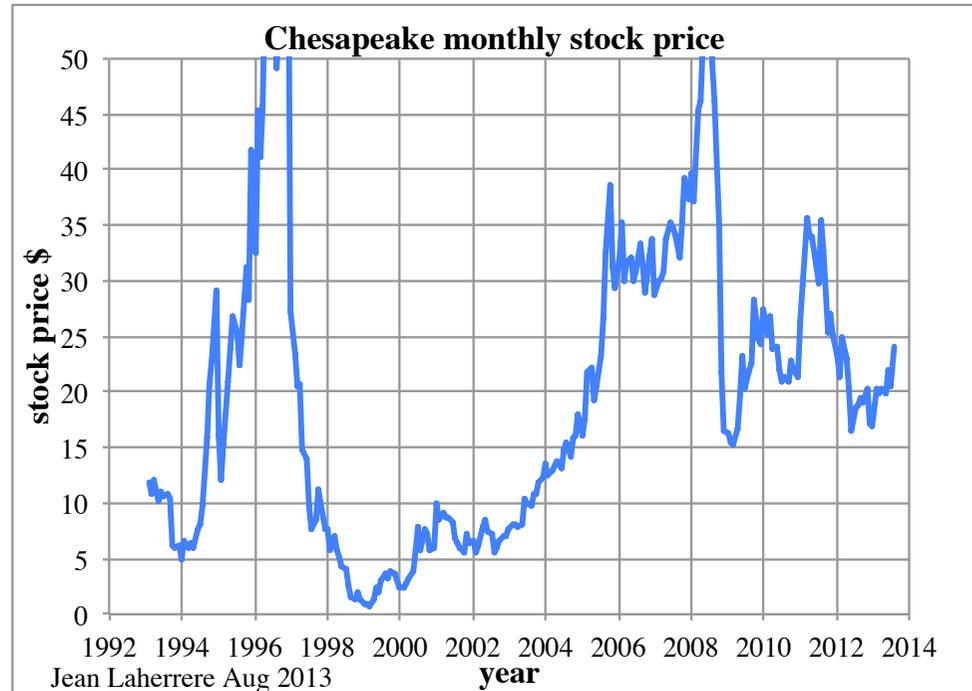


Fig 49: prix mensuel de l'action Chesapeake



Les majors (Exxon, Shell, BG, BHP, Encana) ont effacés plus de 10 G\$ sur le montant de leur achat de shale gas. Le shale gas semble s'apparenter plutôt à du « Madoff » ou du « subprime », qui vendait des rêves irréalistes. Les ressources sont peut-être là, mais pas les réserves annoncées.

Dans le reste du monde, la Pologne est décevante, la Grande Bretagne débute, comme l'Argentine (handicapé par la nationalisation de Repsol-YPF) et l'Australie. Mais la grande inconnue est la Chine mais j'ai des doutes.

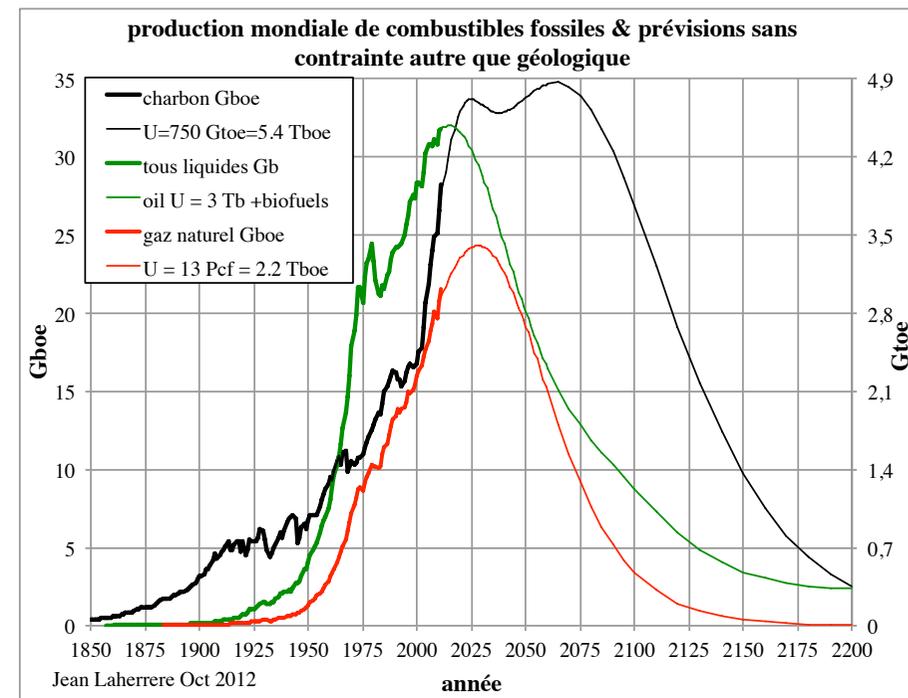
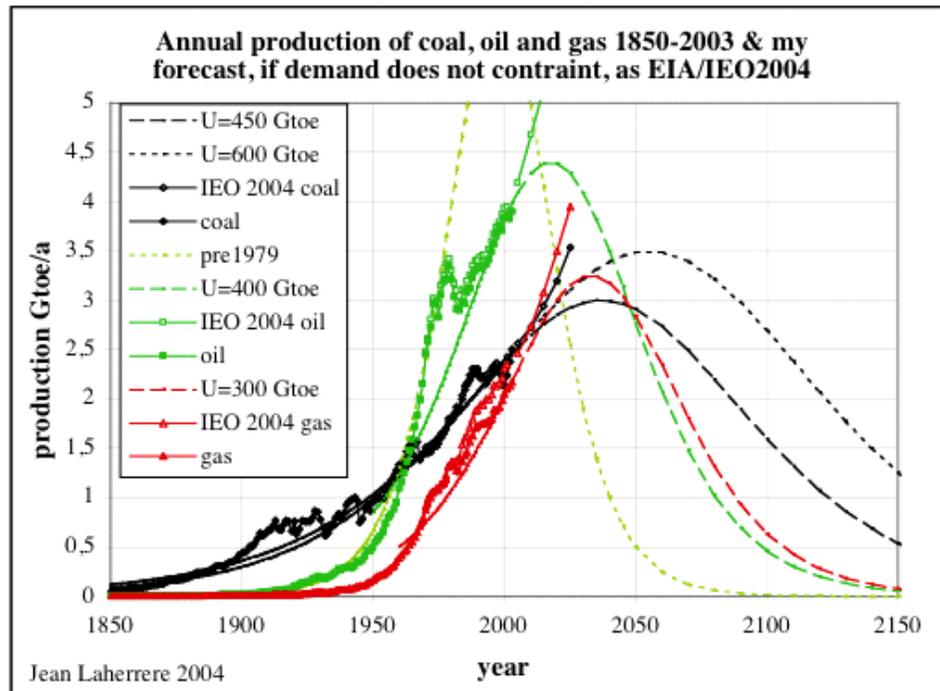
Combustibles fossiles : charbon

Les prévisions en 2004 de production de charbon étaient basées sur un ultime de 450 et 600 Gtoe: actuellement l'ultime est estimé à 750 Gtoe, mais l'incertitude est grande, à cause de l'opacité des données chinoises.

Le pic du charbon était prévu à 3-3,5 Gtoe/a, maintenant c'est 5 Gtoe/a !

Fig 51: Production mondiale de charbon, pétrole et gaz et prévisions

Fig 52: actualisé en 2012

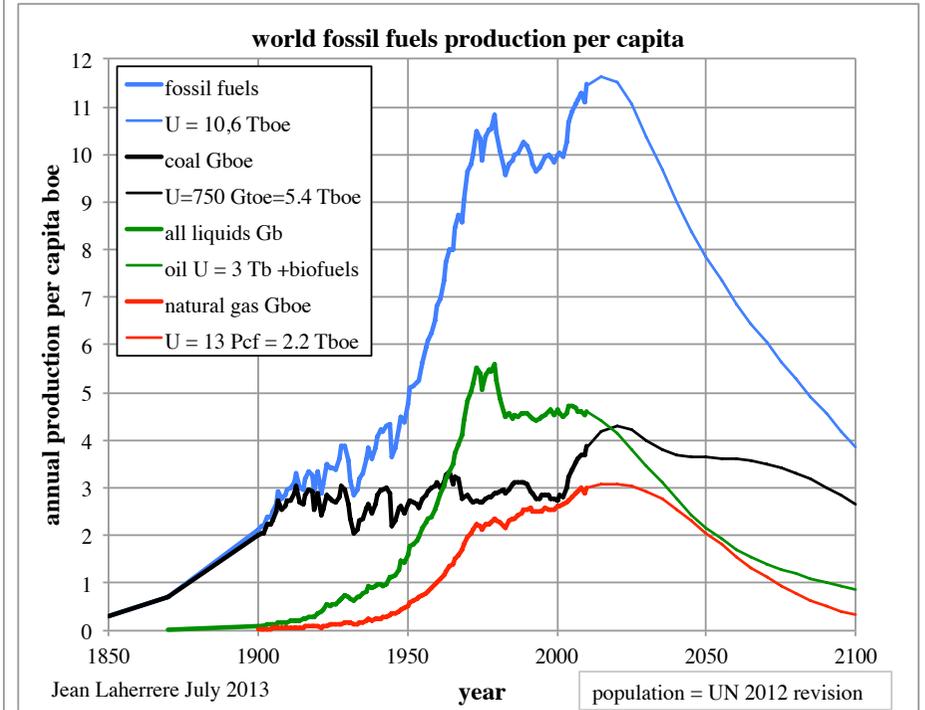
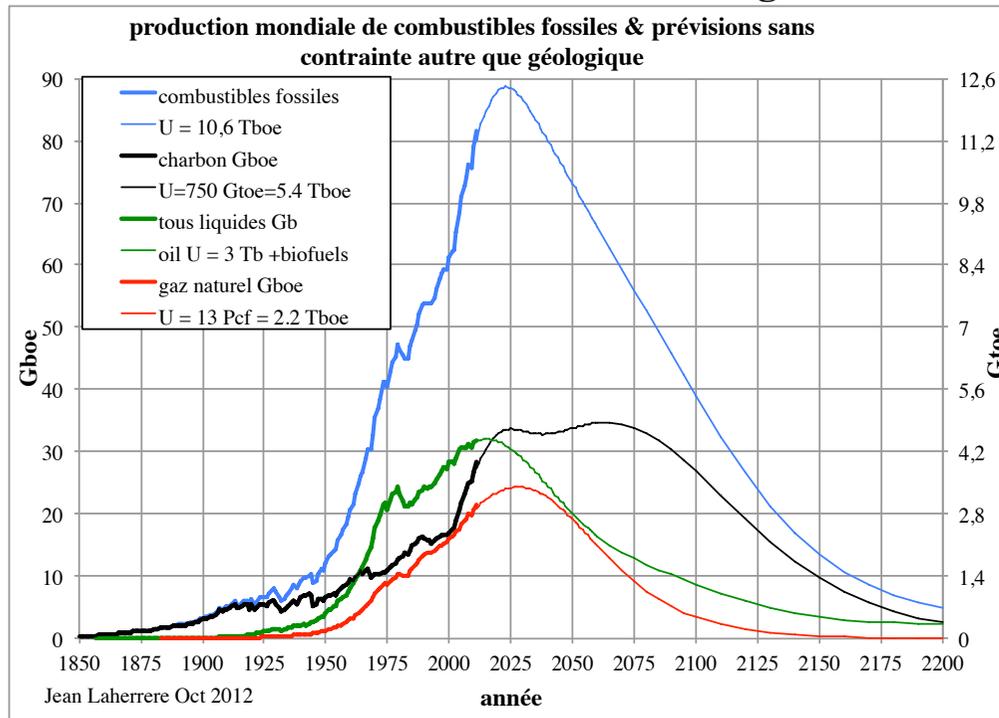


Le grand changement depuis 2004 est la croissance brutale et imprévue de la production de charbon en Chine depuis 2001 qui a fait changer fortement nos prévisions sur le charbon où nous ne sommes guère expert et où les données chinoises sont très incomplètes.

La production de combustibles fossiles sera pour longtemps la source principale d'énergie primaire

Fig 53: Production mondiale de combustibles fossiles

Fig 54: Production mondiale de combustibles fossiles par habitant



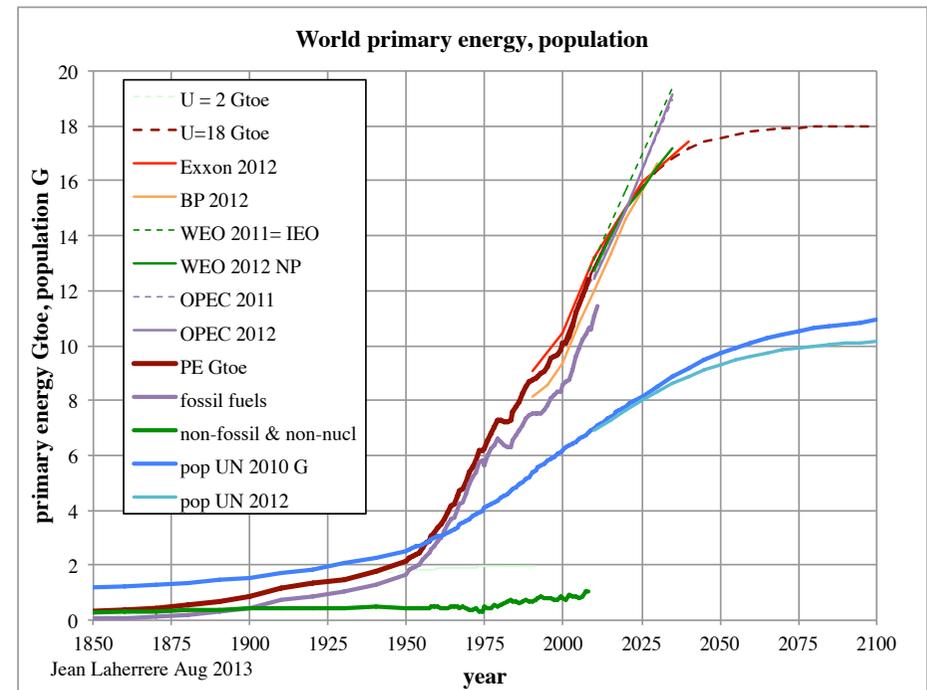
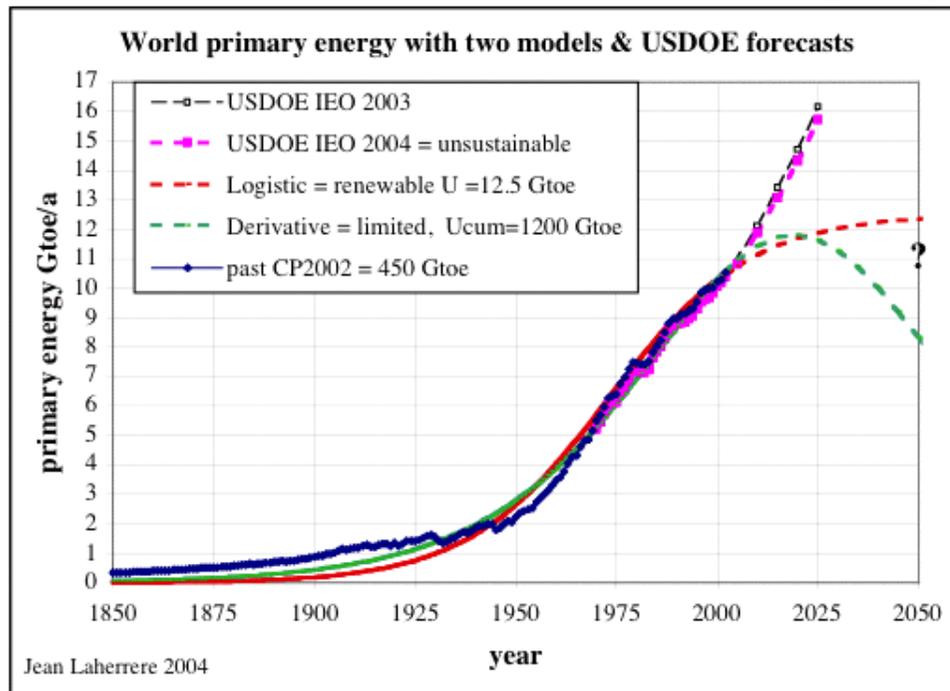
La production de combustibles fossiles devrait **culminer en 2025 à 12 Gtoe/a et décliner de 1 %/a ensuite, le charbon dépasserait le pétrole en 2020.**

Le déclin de la production des combustibles fossiles **par habitant** ne semble pas exister dans les scénarios récents des ministres pour 2025 !

Production mondiale d'énergie primaire Notre prévision de 2004 était trop pessimiste, à cause du charbon.

Fig 55: Production mondiale d'énergie primaire avec prévisions

Fig 56: production mondiale d'énergie primaire et population



L'énergie primaire montre donc une croissance plus forte depuis 2000 à cause du charbon chinois, notre nouvelle prévision est pour une asymptote à 18 Gtoe en ligne avec les prévisions d'Exxon-Mobil (en rouge), mais contre celles de l'OPEP et AIE basées sur une croissance linéaire!

Les combustibles fossiles (violet) représentent 86% de l'énergie primaire et il semble difficile de vouloir les remplacer par des renouvelables (9%) dans les prochaines décennies, surtout si on veut supprimer le nucléaire !

Il ne faut pas rêver!

La seule solution est les économies d'énergie en changeant notre mode de vie.

Fig 57: France: Prévisions DGEMP 2000 et 2004: consommation énergie primaire

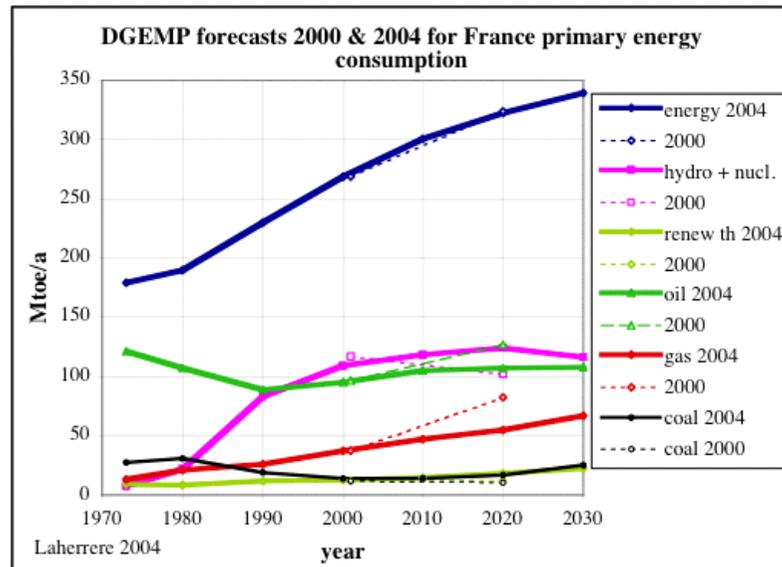
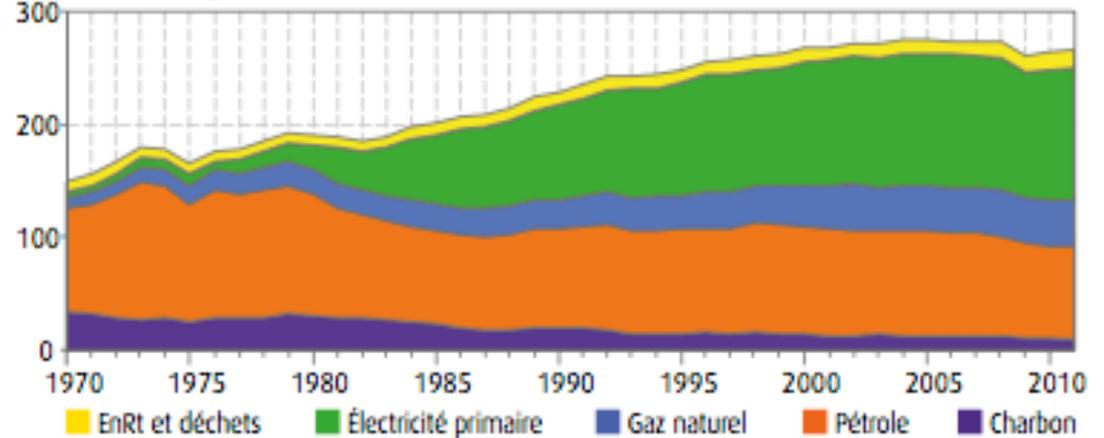


Fig 58: consommation énergie primaire 1970-2011

Consommation d'énergie primaire (corrigée des variations climatiques) par énergie

En millions de tep



La croissance prévue par la DGEMP (ex DGEC) n'a pas eu lieu, handicapée par la croissance du prix du pétrole en 2005, et la part du renouvelable (et déchets) est toujours faible! Il y a pic en 2005 et déclin ensuite (2,3% en 2012)

Le débat national sur la transition énergétique actuel n'a pas sorti de prévisions.

Prix des énergies

Fig 59: Prix du pétrole 1860-2003: BP review 2004

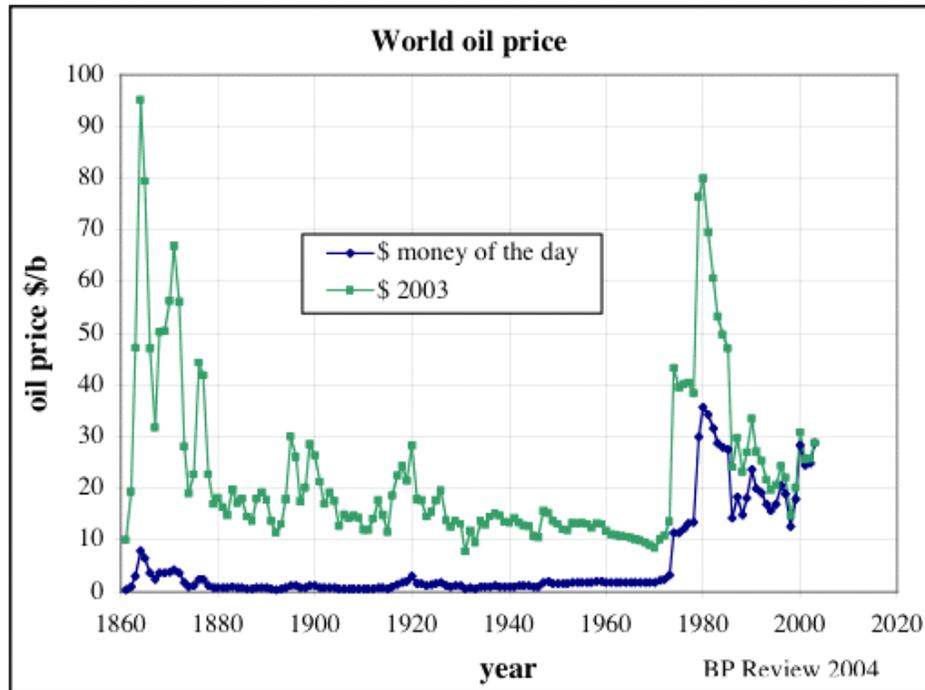
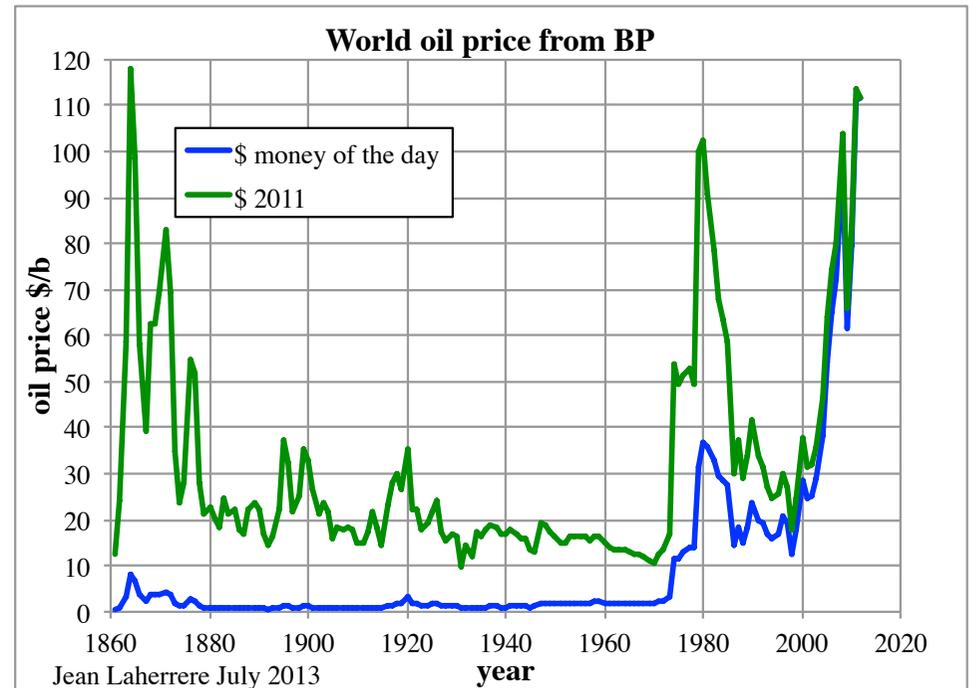


Fig 60: prix du pétrole 1860-2012: BP Review 2013

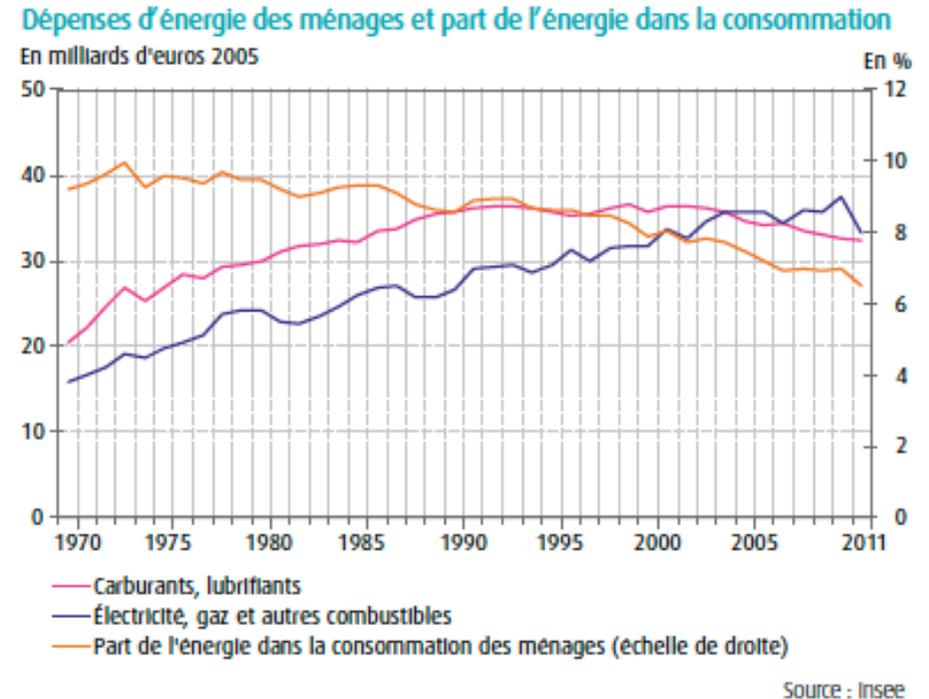
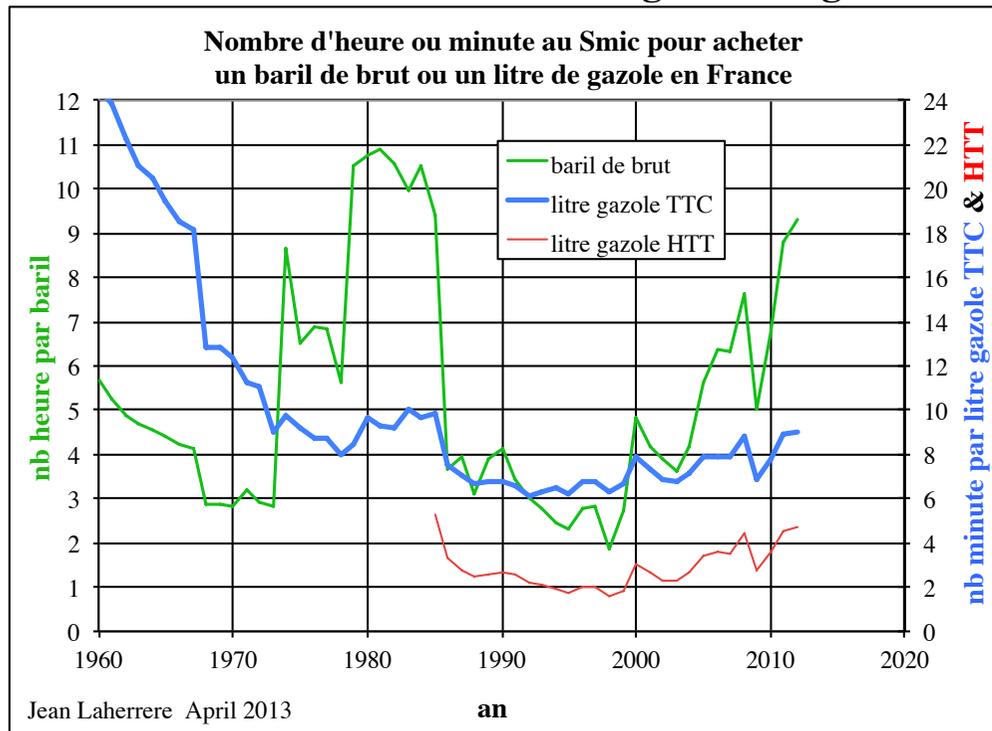


En 2004 les organismes officiels ne prévoyaient pas d'augmentation du prix du pétrole, les écrits sur « la fin du pétrole bon marché » (Campbell-Laherrere-Pour la Science Mai 1998) étaient ignorés.

En 2005 le prix a explosé et je suis passé au JT de Pujadas !

Fig 61: nombre de minutes au SMIC pour acheter un litre de gazole 1960-2012

Fig 63: énergie dans consommation des ménages 10% 1973, <7% 2011

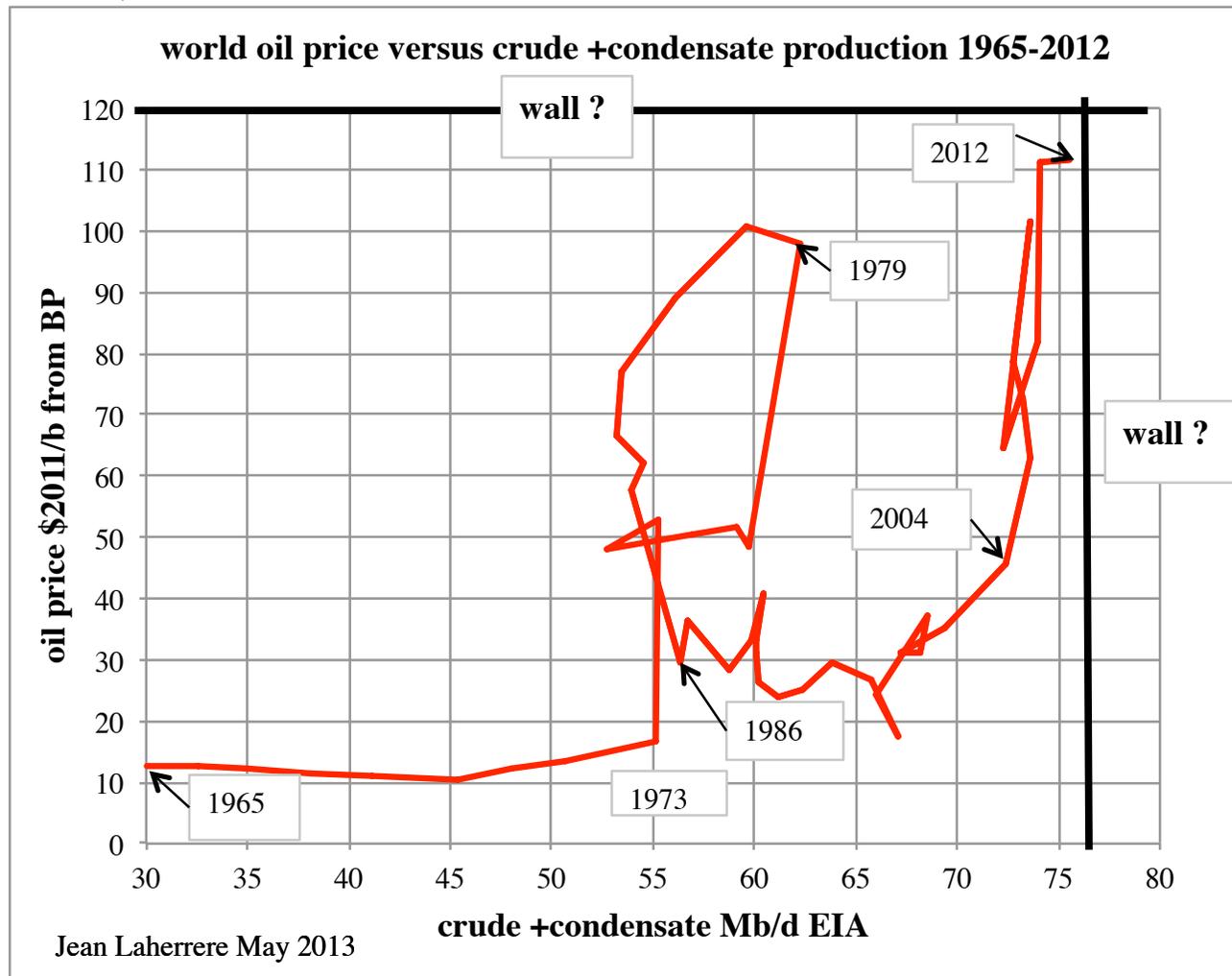


Il fallait 25 minutes de travail au SMIC en 1960 pour acheter un litre de gazole TTC, 12 minutes en 1970, 10 minutes en 1980 et seulement 6 minutes en 1991 et 9 minutes en 2012.

La part de l'énergie dans le budget d'un ménage en France était de 9% en 1970 n'est plus que moins de 7% en 2011

En pouvoir d'achat, l'énergie est aujourd'hui bien moins chère qu'en 1970, avant le choc pétrolier !

Fig 67: Monde: Y a-t-il un plafond pour le prix (120 \$/b) et pour la production de pétrole (brut & condensat 77 Mb/d)?



Réponse dans 10 ans !

Le scandale du gazole

Les raffineries produisent un certain pourcentage d'essence et de gazole suivant leur équipement et les bruts utilisés. **Le gazole est plus lourd que l'essence et a donc en volume 7% d'énergie en plus.**

Fig 68: produit à partir d'un baril en raffinerie (API) US, Europe & Japon

Refinery "Cut of the Barrel": US vs Europe vs Japan

US Refineries Are Designed and Constructed for Gasoline Production

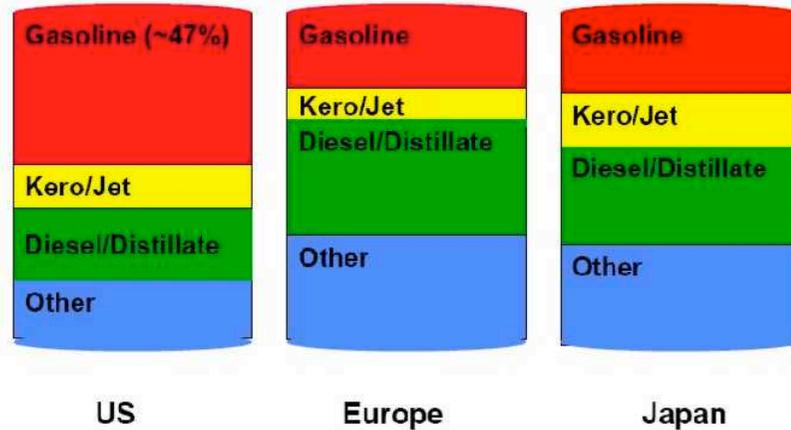
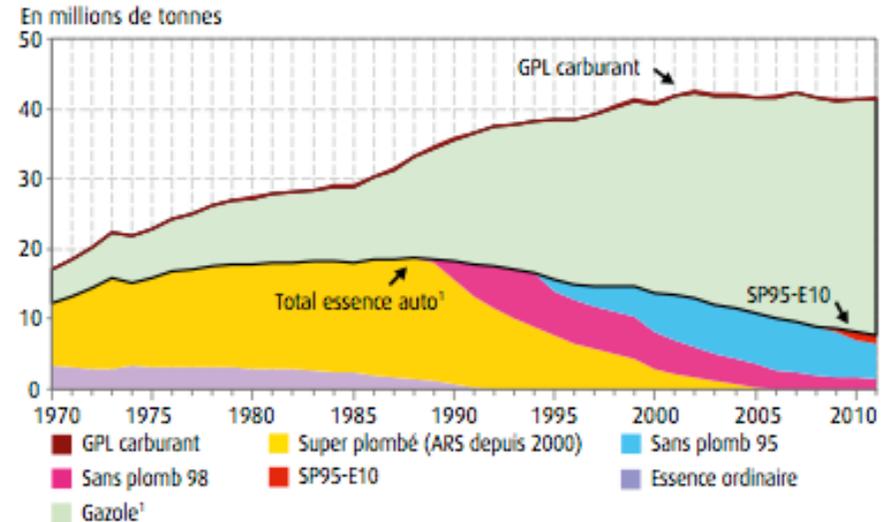


Fig 69: France : consommation d'essence et de diesel Mt

Évolution des ventes de carburants routiers (biocarburants inclus)



¹ Essence ordinaire, super plombé, sans plomb 95, SP95-E10, sans plomb 98, biocarburants inclus.

Source : calcul SOEs d'après CPDP

Fig 71: France: ratio du prix gazole/SP95

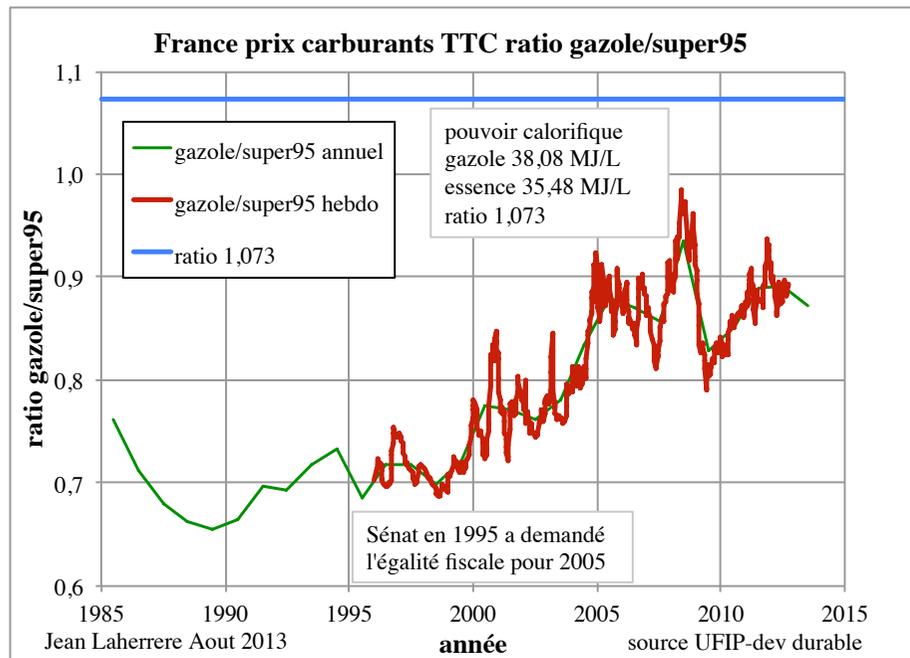
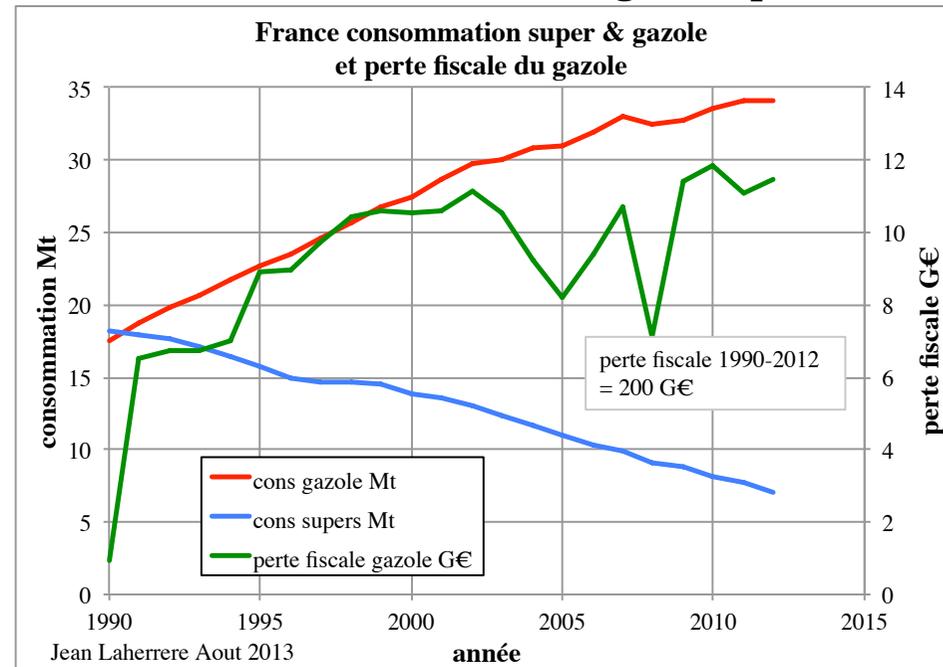


Fig 75: France consommation essence & gazole, perte fiscale



En 2012 la niche fiscale du gazole a coûté 11 G€ et le cumul de la perte fiscale est de près de 200 G\$

Mais tous nos gouvernements, tous nos syndicats et tous les partis politiques ont soigneusement omis de mentionner cette niche fiscale gigantesque.

Déjà en 1996 le député Laurent Dominati parlait de 260 à 350 décès annuel à Paris à cause des particules des moteurs diesel. Aujourd'hui l'OMS parle de 42 000 morts en France.

Il est surprenant de voir les Verts, très actifs sur les OGM et le CO2 qui n'ont jamais tué personne, être pratiquement muets devant **les nano particules du diesel qui tuent.**

Aphekom 2008-2011 indique que les Parisiens gagneraient 6 mois d'espérance de vie si le PM2,5 était abaissé à 10 µg/m3 et les Marseillais près de 8 mois. Bruxelles condamne la France sur 16 villes, mais le gouvernement fait le contraire depuis longtemps en subventionnant le gazole.

Population

La production d'énergie par habitant nécessite d'étudier les prévisions de population

De 1998 à 2012 la population prévue en 2100 dans le monde a augmenté de plus de 1,5 milliard et en Afrique de 2 milliards !

Fig 80: croissance annuelle de la population mondiale

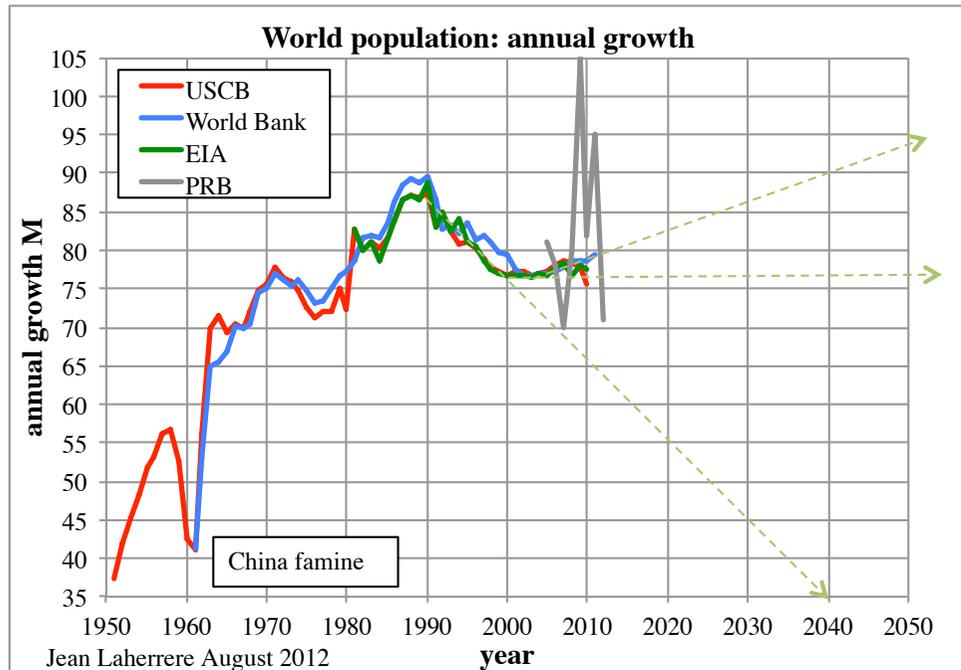
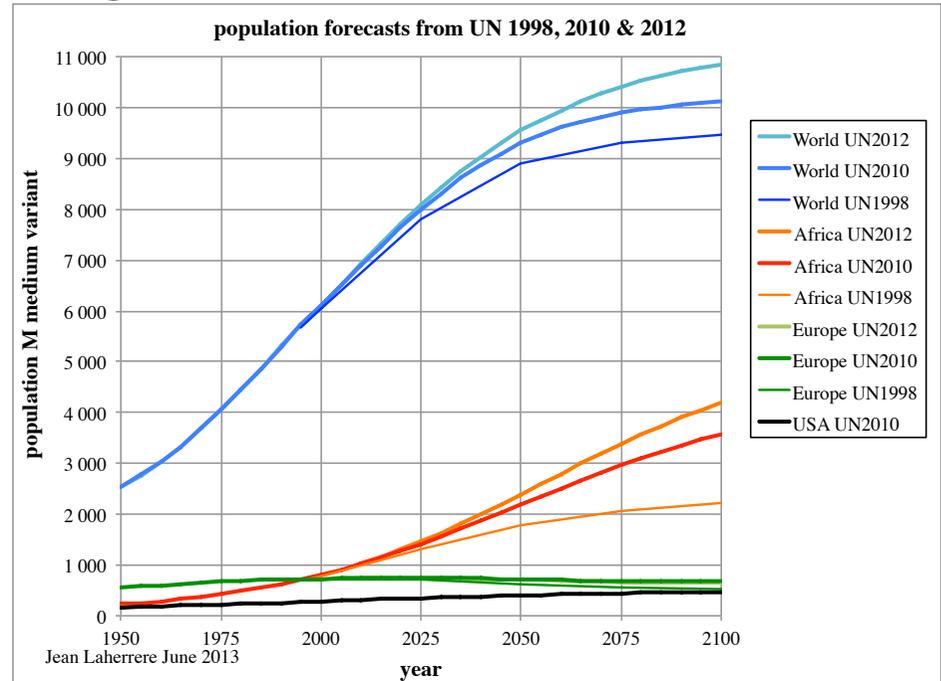


Fig 81: Prévisions NU 1998, 2010 & 2012



En 2004, le pic population de l'Europe était prévu pour 2000, maintenant pour 2025. En 2004, la population des US était prévue à 450 M en 2100, maintenant à plus de 500 M.

Fig 89: Europe et Amérique du Nord: population et prévisions

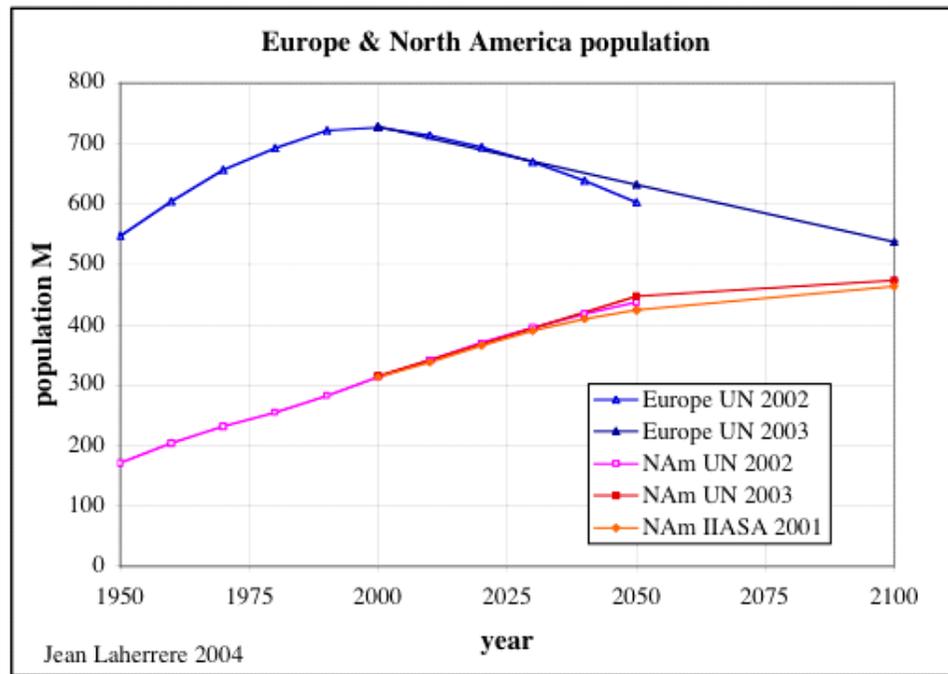
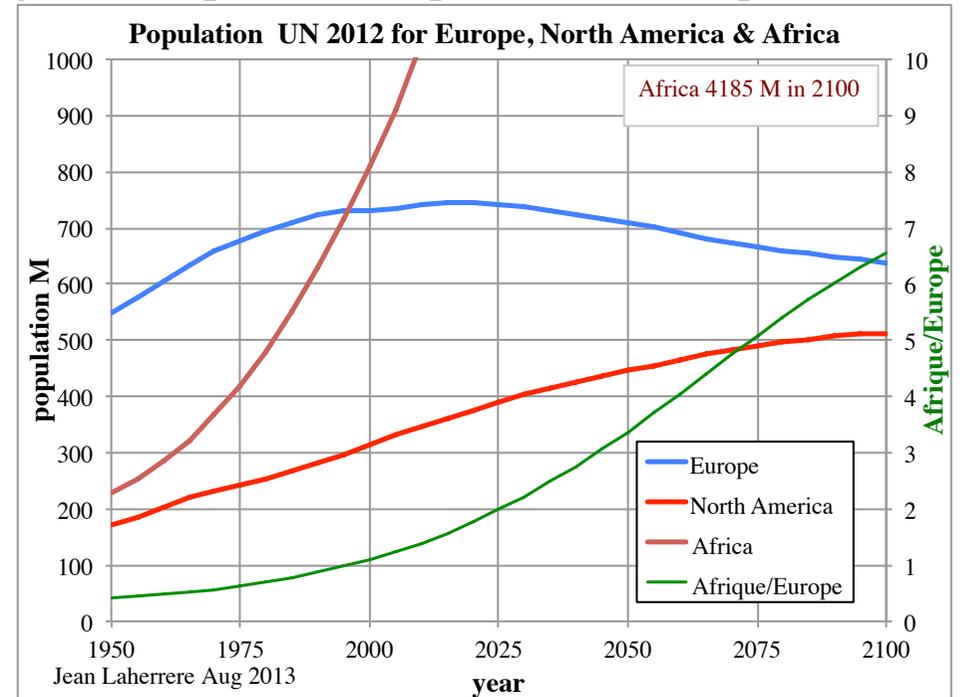


Fig 90: Europe & Amérique du N. & Afrique NU 2012



Comment parler de développement durable en Europe alors que la population est en déclin?

Mais l'Afrique qui a dépassé l'Europe en 1997 sera en 2100 près de 7 fois supérieure. L'Afrique est obligé d'envahir l'Europe qui se dépeuple et les prévisions des NU seront changées par l'immigration avec passage d'un continent à l'autre: ce sera un nouveau « Out of Africa » !

Conclusions

La comparaison de mes prévisions de 2004 avec la réalité de 2013 est plutôt bonne, bien meilleure que celles des prévisions officielles.

Mes conclusions de 2004 sont toujours valables, sauf celle sur la population qui va décroître et peut-être celle sur le gaz qui a été perturbée par le gaz de roche-mère: mais ce pourrait être une bulle et la chute plus brutale?

Il semble que le succès actuel du gaz de roche-mère américain sera difficile à extrapoler dans le reste du monde à cause du droit de propriété différent.

Quand on parle de la croissance, c'est celle du PIB, alors que le PIB est un indicateur manipulé.

Le seul objectif pour tous les pays doit être la croissance de l'emploi, mais là encore, les chiffres ne sont pas fiables.

Le premier objectif d'un parti politique devrait exiger la **transparence et la publication de toutes les données**, notamment en énergie: c'est loin d'être le cas en France ?

Comme aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, toute donnée collectée en France par un organisme public devrait être rendue publique dans les plus brefs délais, sans aucune censure.