Mines de Paris Sophia Antipolis Mastère OSE 14 Decembre 2009

Production future (reserves) des combustibles fossiles en 2009 et ses impacts

Jean Laherrere ASPO (Association for the Study of Peak Oil & gas) & ASPO France

jean.laherrere@nordnet.fr

pas d'accent par crainte de deformation possible avec certains logiciels

L'expose qui a ete presente a ce Mastere OSE le 17 octobre 2007 et le 1^{er} Octobre 2008 sur le meme sujet se trouve sur le site www.aspofrance.org et doit etre consulte pour voir l'evolution.

-1-Petrole

-1-1-Production

-Petrole =mineral, different *oil* = tout liquide qui brule, notamment vegetal (olive oil)

Publier une donnee est un acte politique et depend de l'image que l'auteur veut donner.

Tout ce qui est publie est politique (OPEC qui triche sur les quotas) ou financier (regles SEC = seul prouve).

Tout ce qui est technique est confidentiel (sauf UK, Norvege et US federal)

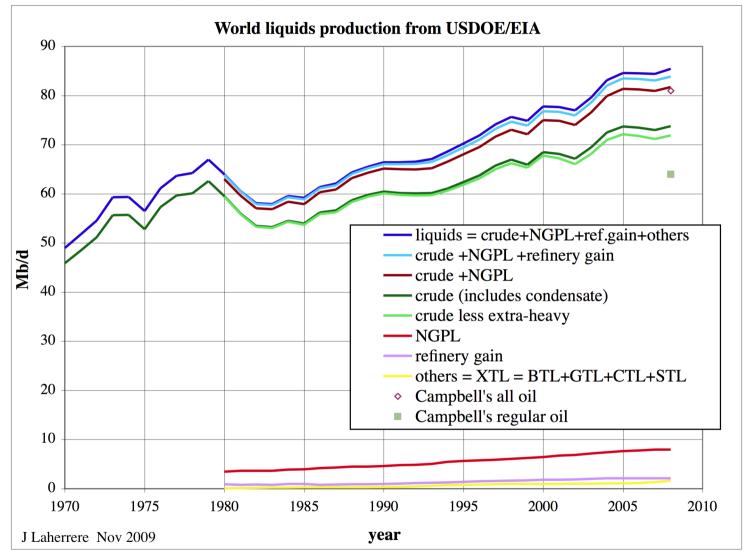
L'ambiguite est recherchee et les definitions ne sont jamais fournies exactement, ni les valeurs de reference

Pour 2008 la production d'huile va de 64 Mb/d pour le regular oil de Campbell a 86 Mb/d pour tous liquides (= oil demand) incluant liquides de gaz naturel, petroles extra-lourds, huiles synthetiques, biocarburants, liquides de charbon et gains de raffinerie (en volume)

World oil production for 2008	definition	Mb/d
OGJ Oil & Gas Journal	oil	72 ,647
WO World Oil magazine	crude/condensate	74 ,698 0
BP Statistical Review	liquids (excl BTL, CTL)	81 ,663 310 979 140 2
USDoE (Depart of Energy)/EIA	crude oil	73 ,573 844 712 166 8
2	all liquids	84 ,597 461 4
IEA International Energy Agency	oil	85 ,4
OPEP	crude oil	72 ,028 3
	oil supply	86

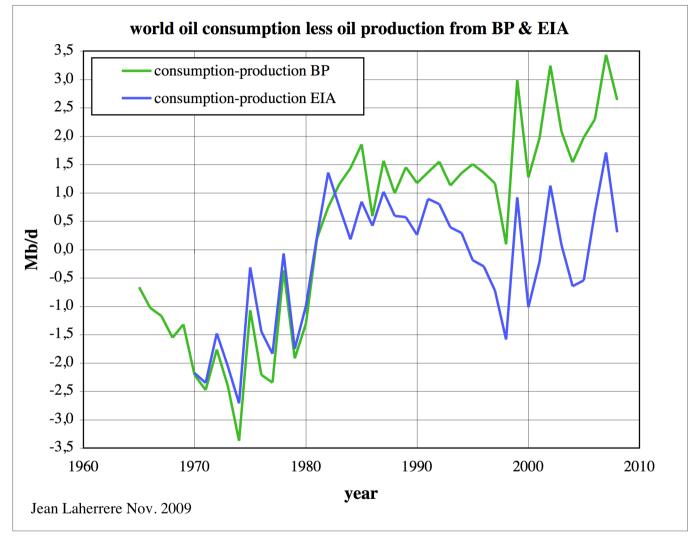
Publier une donnée avec plus de 2 chiffres significatifs pour l'energie montre que l'auteur est incompetent sur le sujet, ignorant les incertitudes et le calcul d'erreur

Figure 1: Production mondiale de liquides d'apres USDOE/EIA 1970-2008



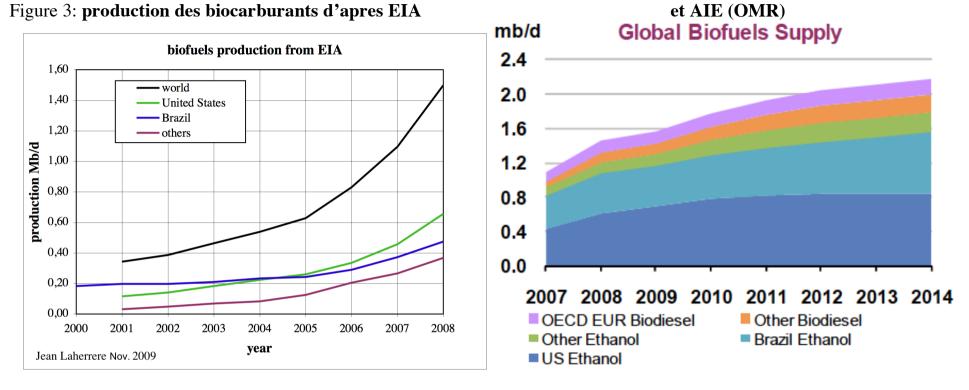
Colin Campbell, fondateur d'ASPO, a remplace *conventional oil* par *regular oil*, excluant arctique, offshore profond (>500m) et petrole lourd (<17,5°API), mais, dans *all oil*, il ne met ni les gains de raffinerie, ni les petroles synthetiques (XTL)

Pour BP Statistical review "oil production" n'est pas le meme que "oil consumption" excluant les biofuels et autres Figure 2: "oil" production moins "oil consumption" pour BP et EIA



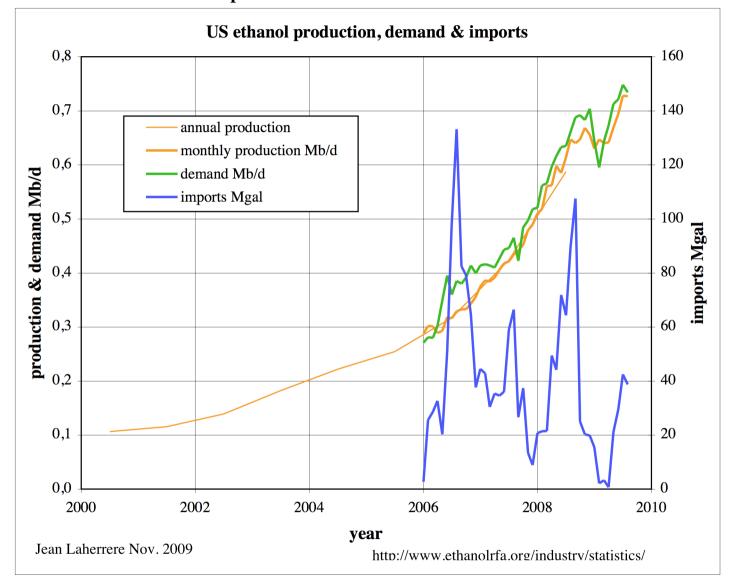
La plupart des données petrolières publiques sont manipulees financierement (regles perimees SEC) ou politiquement (bagarre entre les membres OPEP sur les quotas) ou economiquement (regles ABC1 ex-URSS)

Les biocarburants, notamment l'ethanol au Bresil et aux US, ont joue les perturbateurs en 2007, mais cela se tasse



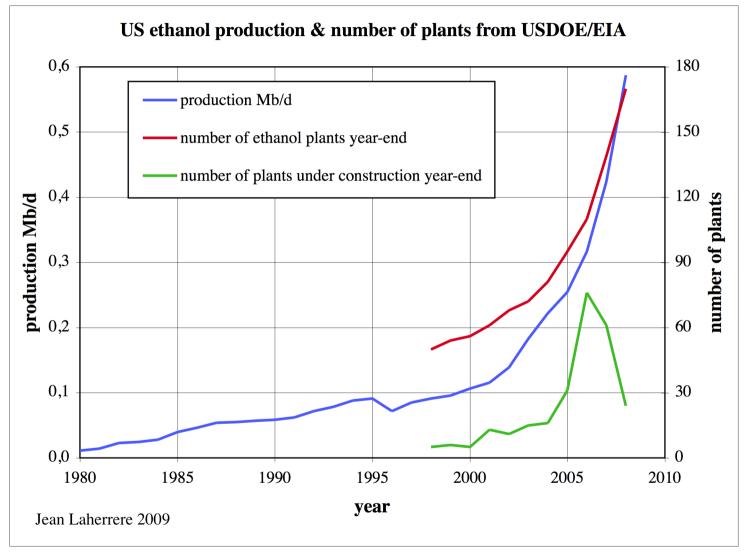
La production d'ethanol aux US presenterait un plateau en 2011

Aux US l'ethanol a connu des hauts et des bas sur la demande et les importations Figure 4: production d'ethanol aux US d'apres EIA



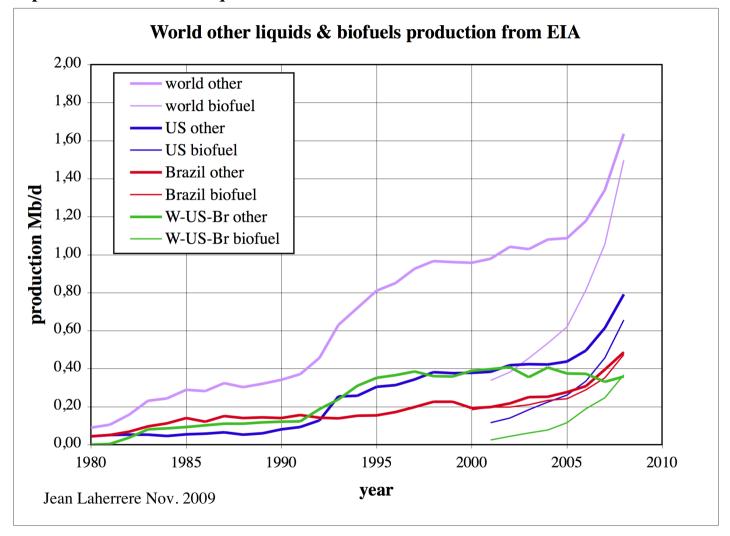
Le nombre d'usines mis en contruction a connu un pic en 2007

Figure 5: US: production d'ethanol aux US et nombre d'usines

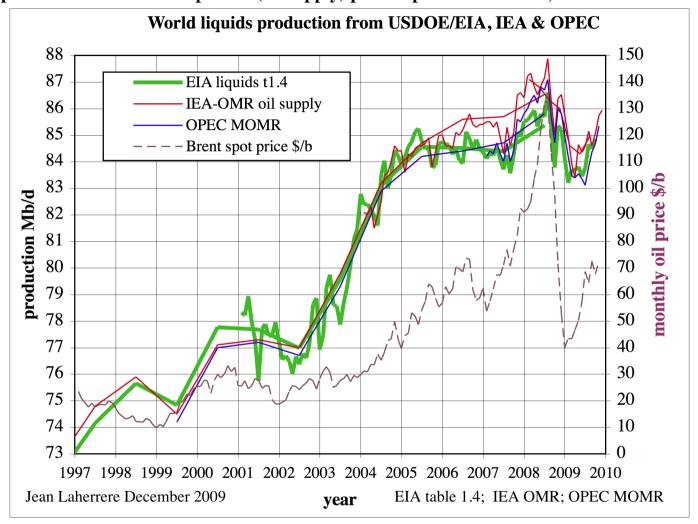


La production mondiale de « other liquids » par USDOE/EIA a augmente dee 2005 a 2008 (1,1 & 1,6 Mb/d) a cause des biocarburants

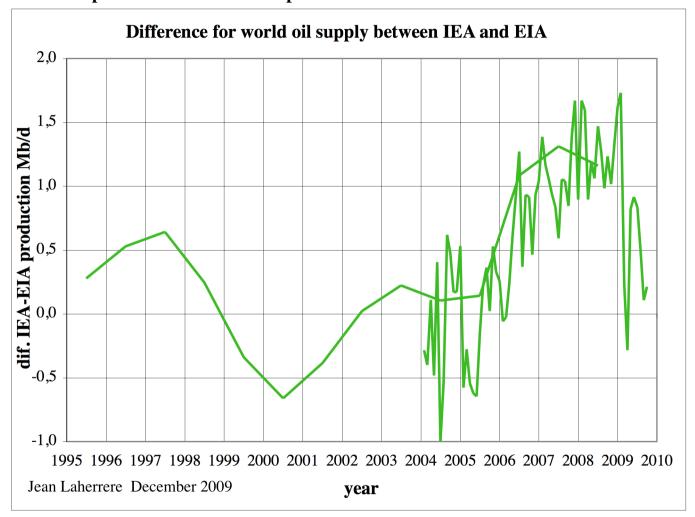
Figure 6: monde: production de "other liquids"



La production mondiale de tous liquides (oil supply) varie suivant les sources Figure 7: production mondiale de petrole (oil supply) publies par USDOE/EIA, AIE & OPEP



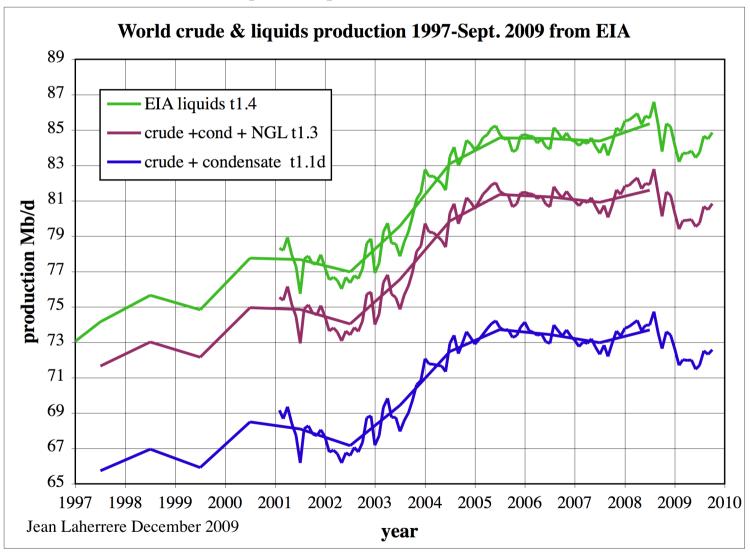
La difference entre les donnees AIE et USDOE varie entre -1 Mb/d et +1,7 Mb/d. La demande d'explication aupres de l'AIE a ete vaine, notamment sur les liquides de gaz, chacun rejette sa responsabilite aupres d'un autre! La difference est inexplicable! Figure 8: difference de la production mondiale de petrole entre USDOE et AIE



Les donnees EIA et AIE sont toutes deux entachees d'erreurs en provenance des pays producteurs, mais EIA corrige constamment ses donnees et les publie en serie complete, ce qui n'est pas le cas de l'AIE. Pour moi, la reference est l'EIA.

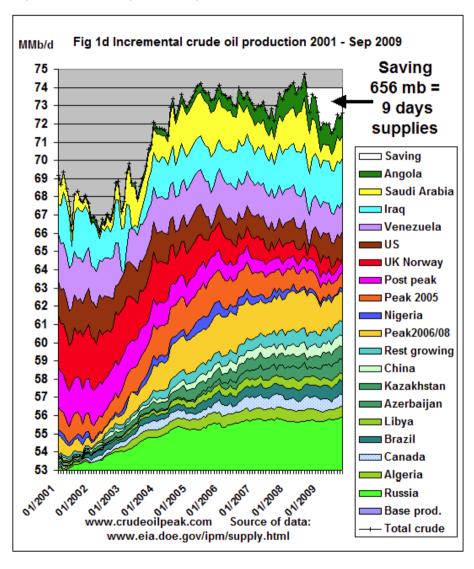
Depuis 2005 la production petroliere est en plateau, avec un pic mensuel en Juillet 2008 (pour les JO de Pekin) pour aussi bien tous liquides que pour le petrole et les liquides de gaz ou le brut. Toutefois pour le brut la valeur annuelle de 2005 est de tres peu superieur a celle de 2008, ce qui fait dire a Matt Simmons que le *peak oil* est en 2005.

Figure 9: production mondiale de brut et de liquides d'apres EIA



autre presentation des donnees production de brut EIA montrant l'addition a partir de 2001 Figure 10: production mondiale de brut EIA d'apres crudeoilpeak.com

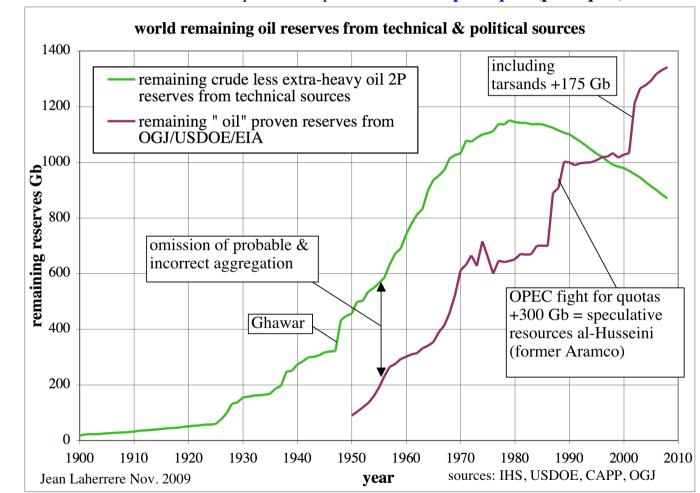
http://www.crudeoilpeak.com/?p=812



-1-2-Reserves Il y a plusieurs definitions pour les reserves

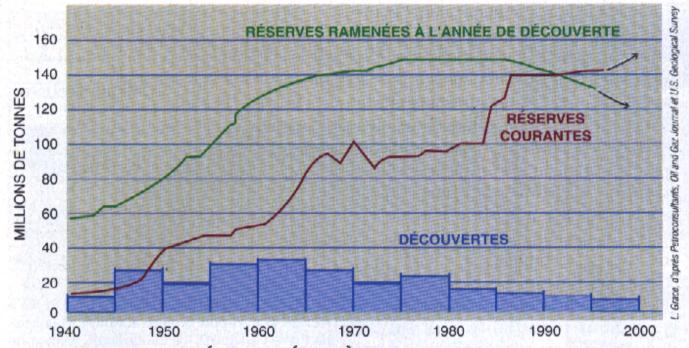
- -US: regles SEC = SPE 1978: seulement reserves prouvees auditees = minimum ? = 1P (changent en 2010)
- -**OPEP:** reserves prouvees non auditees, base des quotas = essentiellement politiques, changent peu
- -ex-URSS: classification ABC1 = recuperation maximum = 3P = Russie secret d'Etat (7 ans prison)
- -reste du monde: regles SPE 2007 = prouve+probable = 2P =valeur esperee

Figure 11: reserves mondiales restantes de petrole d'apres les donnees politiques (publiques) et techniques (confidentielles)



Il faut comparer ce graphique en 2009 avec celui que j'ai trace en mars 1998 dans Scientific American "The end of cheap oil" (article qui a conduit a la creation par Colin Campbell d'ASPO "Association for the Study of Peak Oil and gas) et en mai 1998 dans Pour la Science

Figure 12: meme graphique en 1998 Pour la Science Campbell and Laherrere "La fin du petrole bon marche"



5. LA CROISSANCE DES RÉSERVES PÉTROLIÈRES depuis 1980 n'est qu'une illusion reposant sur des révisions tardives des estimations initiales. En rapportant ces révisions à l'année de découverte des gisements, on constate que les réserves ont chuté, en raison d'un déclin continu des découvertes de nouveaux gisements (histogramme en bleu).

Les economistes, qui n'ont que les donnees politiques, raisonnent sur des donnees fausses!

Il ne faut pas confondre reserves politiques et reserves techniques

Il ne faut pas confondre reserves (ce qui sera produit) et ressources (ce qui se trouve dans le sous-sol).

Il ne faut pas confondre reserves ultimes (production passe + future production jusqu'a epuisement) et reserves restantes a une certain date

Reserves restantes officielles dites prouvees a fin 2008

Oil Gb	OGJ	BP	WO	OPEC
World	1 342 ,207 320	1 257 ,983 745 632 18	1 229 ,462	1 295 ,085
Russia	60 ,000 000 (=2007)	79 ,049 374 74	76 ,000 (=2007)	
Norway	6, 860 000	7 ,501 372 901 325 34	6, 051	8 ,172
Canada	178 ,092 000	28 ,611 635 200 369 8	26 ,860	4 ,900
China	16 ,000 000 (=2007)	15 ,461 9	18 ,052 (=2007)	15 ,493

Nombre ridicule de decimales quand on regarde les differences colossales!

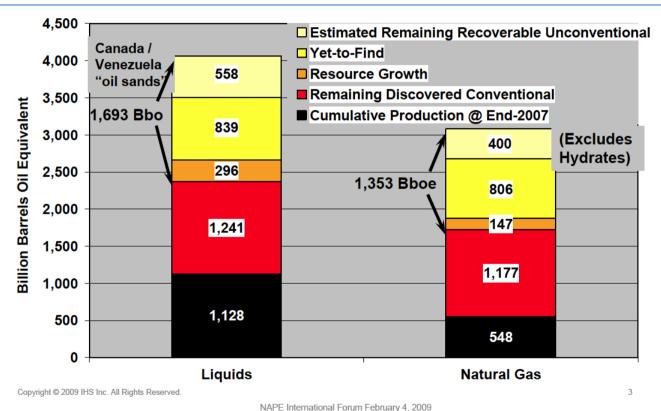
Regle du pouce : quand un auteur donne, pour des valeurs energetiques, plus de 3 chiffres significatifs, cela veut dire qu'il n'a aucune notion de calcul d'erreur et que le deuxieme chiffre doit etre faux et peut-etre le premier!

Le principal vendeur de données techniques IHS donné un ultime global de 4 Gboe pour le petrole et un peu plus de 3 Tboe pour le gaz.

Figure 13: Estimation des ultimes de liquides et de gaz d'apres IHS (Stark & Chew 2009)

Estimated Ultimate Liquid and Gas - Bboe Three Pillars (Field Growth – YTF – Unconventional)





Mais les estimation IHS pour le «a decouvrir» (YTF) = 839 Gb et la «croissance des reserves» (resource growth) = 296 Gb, soit un total de **1135** Gb a ajouter sont tirees de l'etude tres controversee de l'USGS 2000.

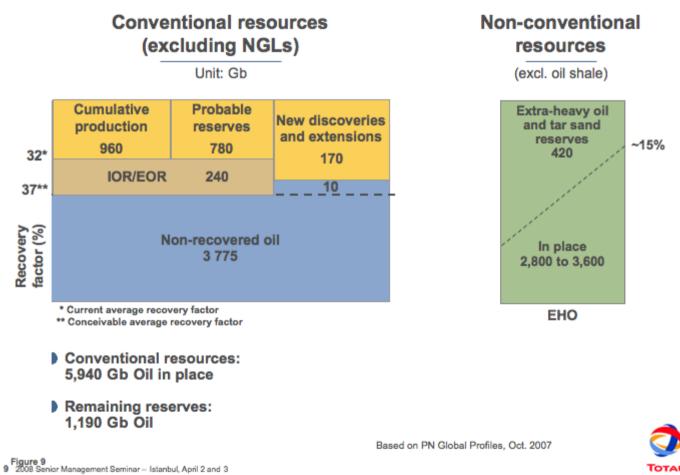
Le decouvert restant conventionnel a 1241 Gb comprend deja du petrole extra-lourd de l'Orenoque (150 Gb voir plus loin)

Total (JM Masset Dec 2008) estime le «a decouvrir» a 180 Gb et la «croissance» (IOE/EOR) a 240 Gb, soit un total a ajouter de 420 Gb soit moins de la moitie de IHS.

Par contre l'extra-lourd (EL) Canada & Venezuela a 420 Gb est plus proche des 558 Gb d'IHS (quelle precision!).

Figure 14: Estimation des ultimes de petrole d'apres Total

Replacing and increasing oil reserves



Moujahed Al-Husseini «World production of conventional petroleum liquids to 2030: A comparative overview» GeoArabia, vol. 14, no. 1, 2009, p. 215-267 estime le «a ajouter» a seulement **351** Gb, soit 3 fois moins que IHS!

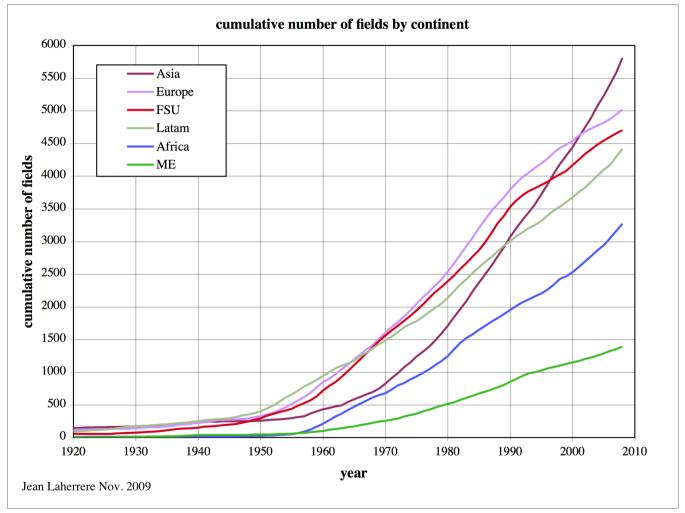
Figure 15: Estimation des ultimes de petrole d'apres M. al-Husseini Geoarabia

WORLD'S OIL RESERVES AND RESOURCES

TIONED G OIL NEGLINES AND NEGOCIOES						
(R) Gb)	rves	Cumulative Production	1,119 Gb	IRR)	lace sates, nds	
Producing Resource (R) 2,860 Billion Barrels (Gb) wn Known Reserves rce 2,509 Gb	wn Rese 2,509 Gk	Proved Reserves	1,238 Gb	ited Ultimate Resources (EURR)	-Originally-in-Place Lease Condensates uids and Oil sands	
	Canadian Oil Sands	152 Gb		Oil-Originally-in-Place il, Lease Condensate iquids and Oil sands		
Produ 2,860	Unknown Resource	Reserves Growth	351 Gb	Estima Recoverable	Conventional Oil-Originally-in-Place OOIP) Crude oil, Lease Condensate Natural Gas Liquids and Oil sands	
	Unkr Resc	Undiscovered Resources				
Not Recoverable Oil						
Very Heavy Oil (API < 15°)			Uncon	ventional		
Oil from coal, oil shales?			Oil			

Mais il est etrange de mettre les sables bitumineux du Canada (une partie a partir de mines) dans le conventionnel et l'huile extralourde du Venezuela (qui coule avec des debits de 1000 b/d par puits) dans le non conventionnel! La base de donnees techniques (estimations des operateurs obtenues par «scouting» = espionnage) pour le monde en dehors du terrestre USL48 & Canada regroupent plus de 25 000 champs et 100 000 puits d'exploration pure (NFW = New Field Wildcat), avec les valeurs des estimations des operateurs, valeurs incertaines et variables suivant le temps et les auteurs.

Figure 16: nombre cumule de champs dans la base de donnees techniques



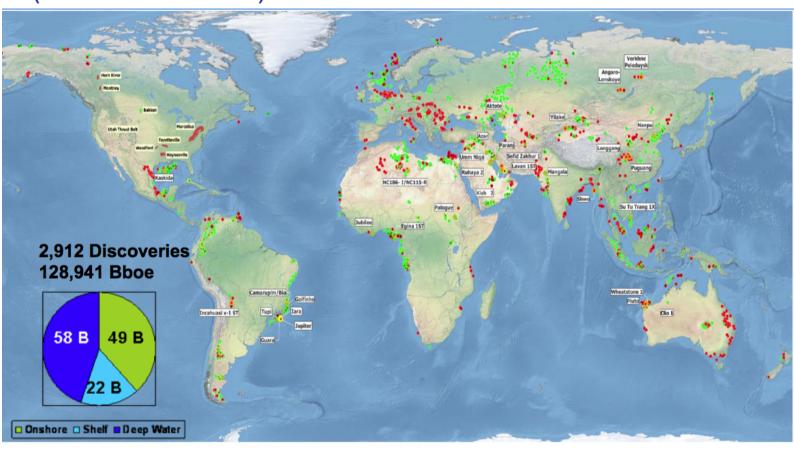
On peut estimer que la precision des estimations des operateurs des decouvertes est de l'ordre de 20% et l'usage de seulement 2 chiffres significatifs (ou moins) est la regle dans mes syntheses.

Il y a de nombreuses decouvertes recentes mais elles sont pour la plupart petites Figure 17: decouvertes de petrole et de gaz 2003-2008 d'apres IHS

Discoveries 2003 – 2008

(As of December 2008)





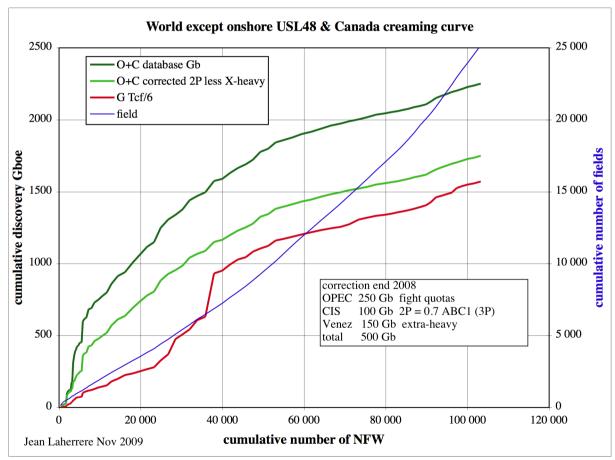
Copyright © 2009 IHS Inc. All Rights Reserved.

NAPE International Forum February 4, 2009

129 Gboe en 6 ans (21 Gboe/a) alors que la production a ete de 156 Gb huile et 102 Gboe gaz = 258 Gboe soit deux fois plus

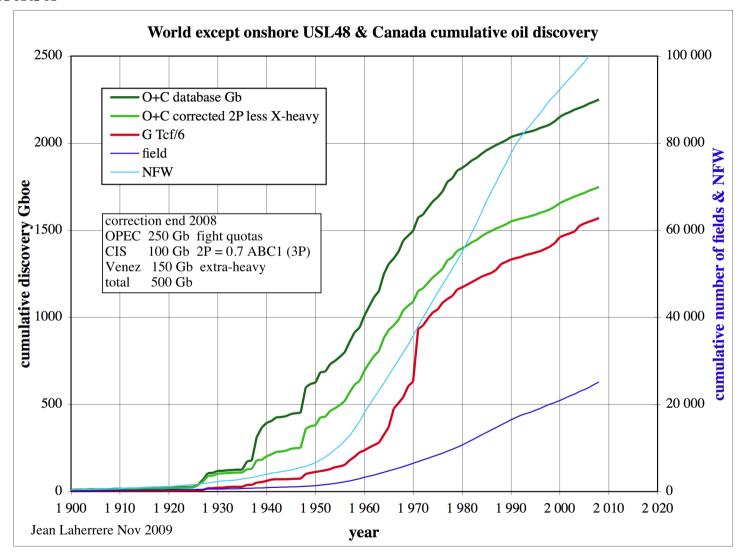
Le grand probleme est d'estimer les corrections necessaires pour reduire la surestimation suite aux pressions politiques ou aux definitionx differentex (FSU)! La precision de ces corrections est du meme ordre que la precision des donnees! Les decouvertes cumulees de la base technique a fin 2008 (surestimation de l'OPEC et ex-URSS) sont de 2250 Gb pour l'huile et condensat excluant l'extra-lourd (total qui sera corrige de 350 Gb = 250 Gb OPEP + 100 Gb FSU pour ramener a 2P) et de 1570 Gboe (9400 Tcf) pour le gaz conventionnel.

Figure 18: courbe d'ecremage de petrole (brut moins EL) et de gaz d'apres base technique pour le monde hors USL48 et Canada terrestre

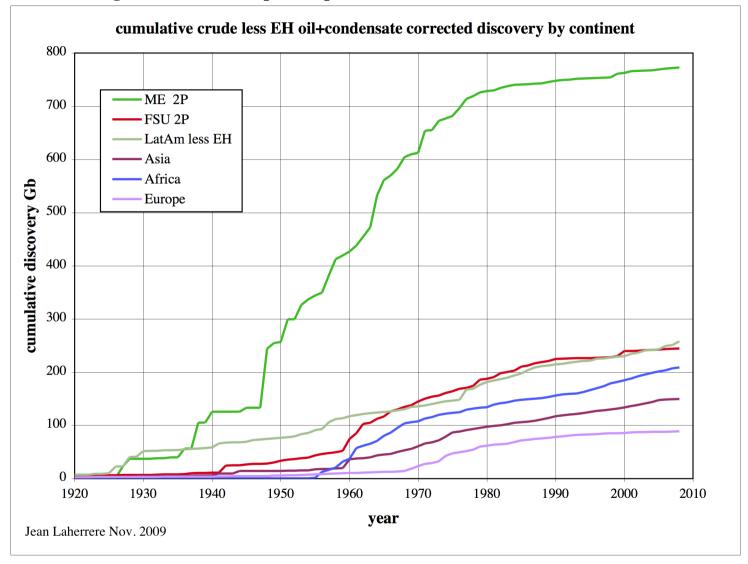


memes donnes en fonction du temps

Figure 19: decouvertes cumulees de petrole (brut moins EL) et de gaz d'apres base technique pour le monde hors USL48 et Canada terrestres

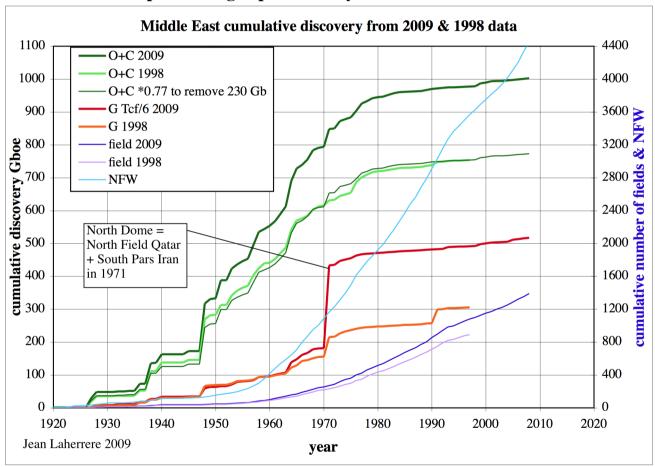


La repartiton par continent montre que le Poyen Orient a ete plus que gate par la Nature Figure 20: **decouvertes corriges et cumulees de petrole par continent**



Apres le contrechoc de 1985, les membres de l'OPEP se battant pour les quotas (qui sont bases sur les reserves) ont augmente, en ordre disperse pendant 5 ans, leurs reserves de l'ordre de 50% ce qui a conduit a une augmentation de 300 Gb (figure 10). Le fournisseur de données qui a change de statut de 1998 a 2009 est oblige d'afficher les données officielles des champs quand elles existent. Le graphique suivant montre les decouvertes cumulees a partir des données 1998 et 2009

Figure 21: découvertes cumulees petrole et gaz pour le Moyen Orient avec les donnees de 2009 et 1998

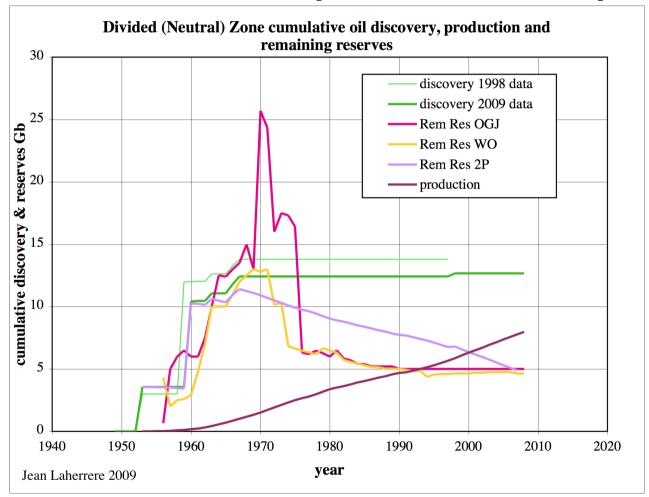


S'il a eu croissance reelle au MO des reserves de gaz, comme pour le North Dome (Qatar et Iran) decouvert en 1971, pour le petrole la croissance geologique des decouvertes est faible devant la croissance politique due a la bagarre sur les quotas. L'evaluation des grandes structures assez simples decouvertes par l'IPC et l'Aramco avant 1980 a ete bien faite.

Etrangement la Zone Neutre (Divided Zone), partagee 50/50 entre le Kuwait et l'Arabie, n'a pas augmente ses reserves, car l'augmentation des 2 pays s'est faite a quelques annees d'intervalle II est le seul endroit de l'OPEP ou la politique ne joue pas. La croissance des decouvertes est negative entre 1998 et 2009, ainsi que celle des reserves politiques, au contraire des 2 pays qui se partagent sa production! L'ultime doit etre de 13 Gb.

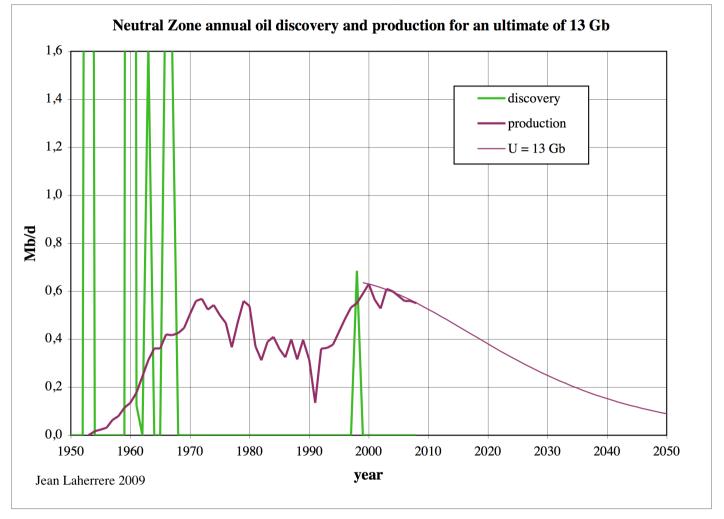
L'USDOE, OPEP et BP ne distinguent pas la Zone Neutre, l'integrant dans l'Arabie Saoudite et le Kowait.

Figure 22: Zone Neutre: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes de petrole



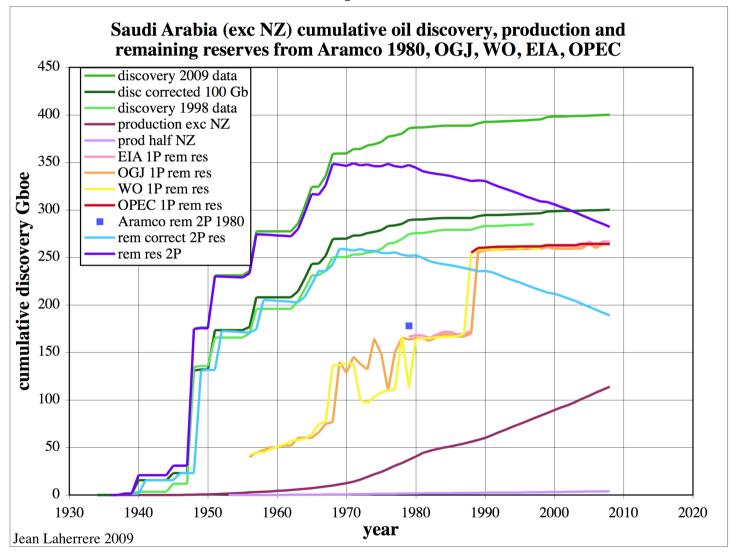
La production de petrole de la Zone Neutre est en declin

Figure 23: Zone Neutre: decouverte et production annuelles de petrole

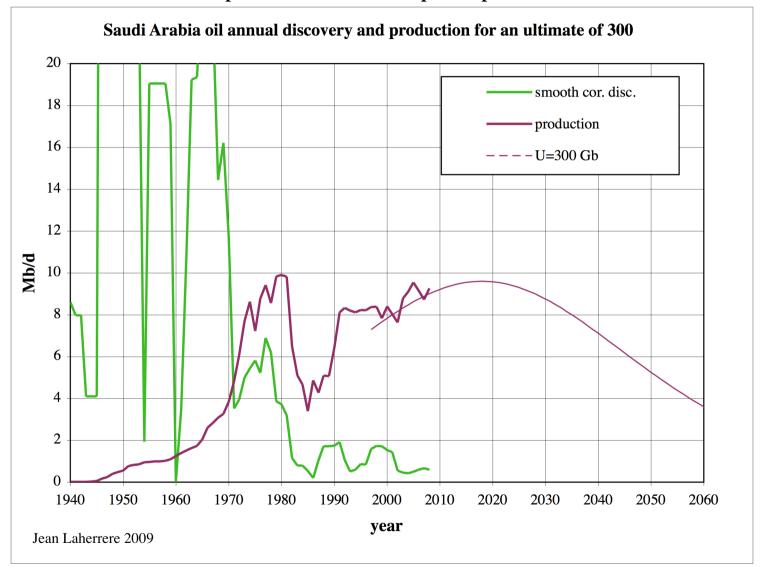


L'Arabie Saoudite a augmente ses reserves prouvees 90 Gb en 1989, et de 100 Gb entre les donnees techniques entre 1998 et 2009. Une correction de 100 Gb est appliquee, amenant a un ultime de 300 Gb.

Figure 24: Arabie Saoudite: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes

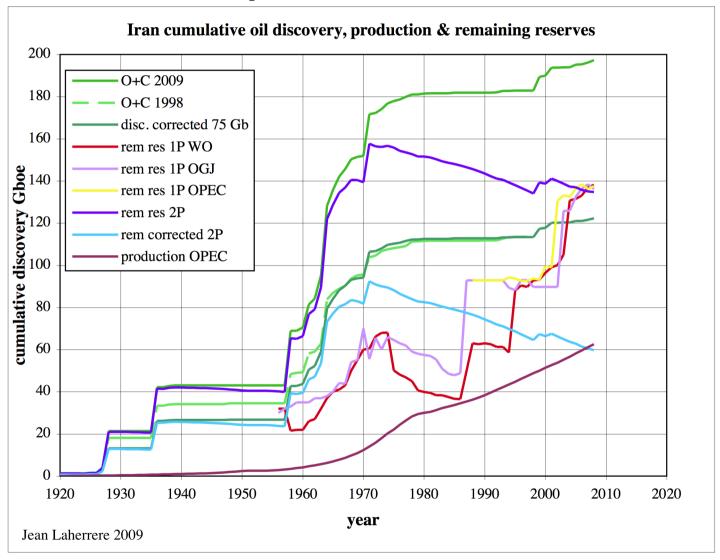


L'ultime de 300 Gb correspond a un plateau au dessus de 9 Mb/d avec un declin demarrant en 2020 Figure 25: **Arabie Saoudite: decouverte et production annuelles de petrole pour un ultime de 300 Gb**



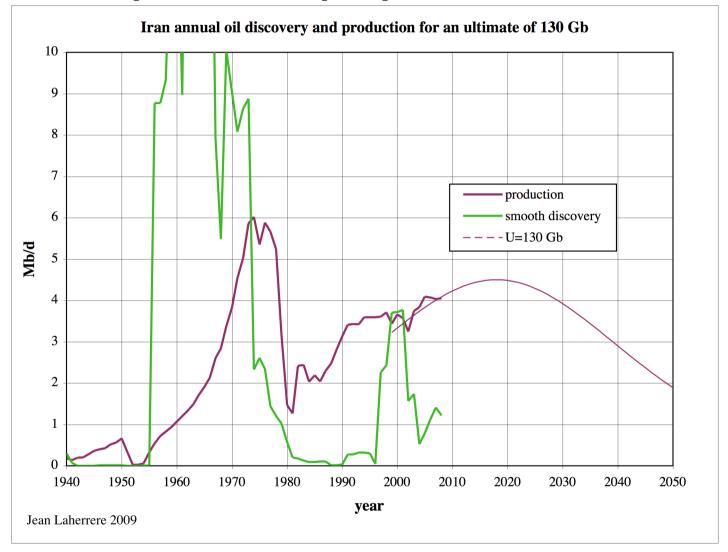
Une correction de 75 Gb est appliquee a l'Iran, justifiee par les augmentations des 2P entre 1998 et 2009 et les declarations du regrette Dr Bakhtiari. L'ultime est donc de 130 Gb.

Figure 26: Iran: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes

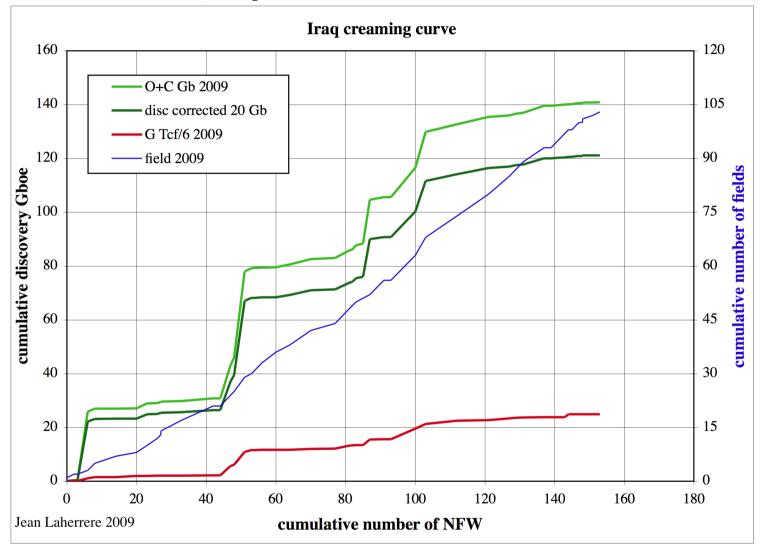


La production aura un pic a 4,5 Mb/d vers 2018 pour un ultime de 130 Gb

Figure 27: Iran: decouverte et production annuelle de petrole pour un ultime de 130 Gb

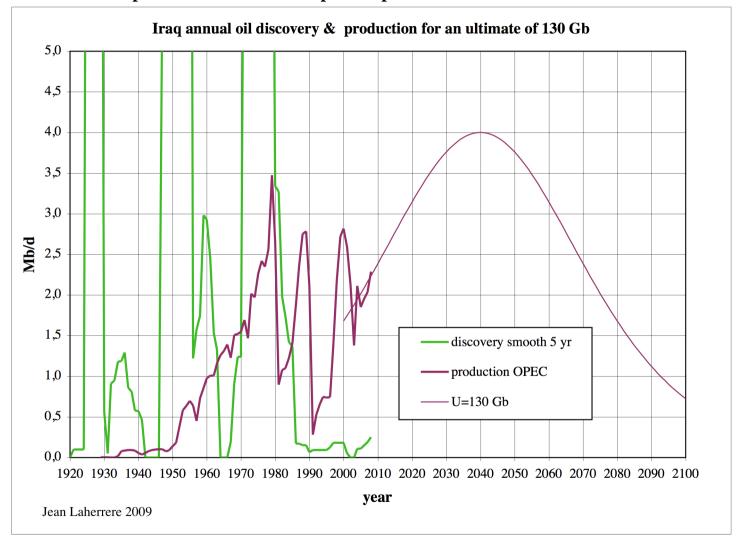


Une reduction de 20 Gb est appliquee a l'Irak, amenant a un ultime de 130 Gb Figure 28: Irak: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes



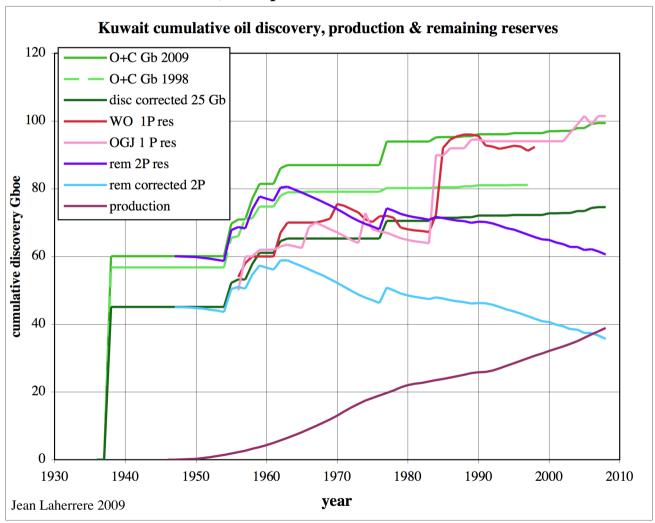
Pour un ultime de 130 Gb la production de l'Irak plafonnera vers 4 Mb/d en 2040 avec une croissance de l'ordre des annees 1950 a 1979.

Figure 29: Irak: decouverte et production annuelle de petrole pour un ultime de 130 Gb

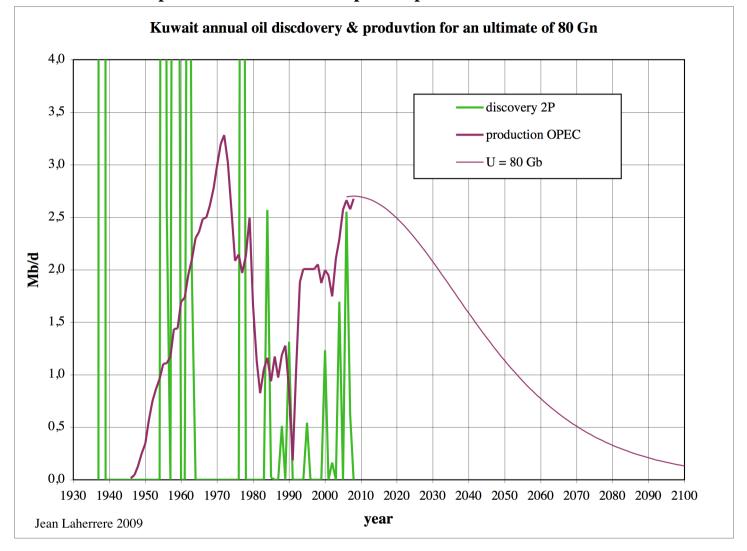


Une correction de 25 Gb est appliquee au Kowait, correspondant a la difference a fin 1998. PIW en 2007 a declare que les reserves dites prouvees etaient doubles de la realite. A la demande du Parlement du Kowait, un audit des reserves a ete effectue mais confidentiel, la reduction de moitie a ete confirmee, mais compense par un doublement pour les 2P! On ne peut verifier car mallheureusement les productions annuelles de Burgan ne sont disponibles que jusqu'en 1998!

Figure 30: Kowait: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes

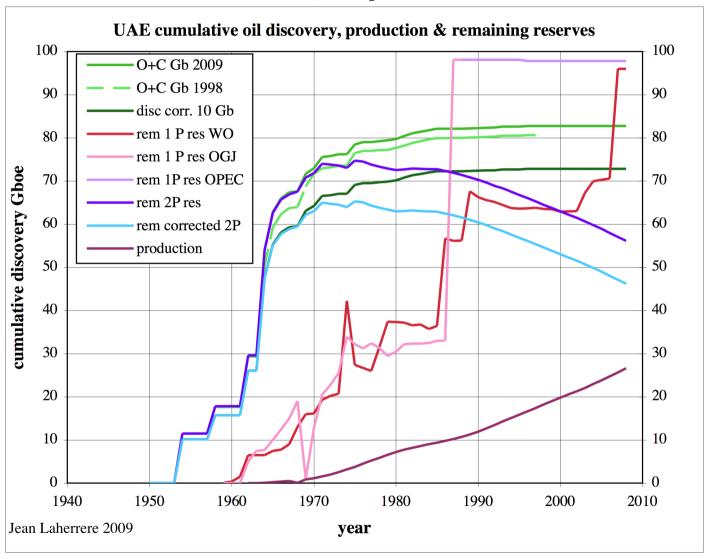


Avec un ultime de 80 Gb, la production du Kowait devrait etre proche du pic et decliner prochainement! Figure 31: Kowait: decouverte et production annuelles de petrole pour un ultime de 80 Gb



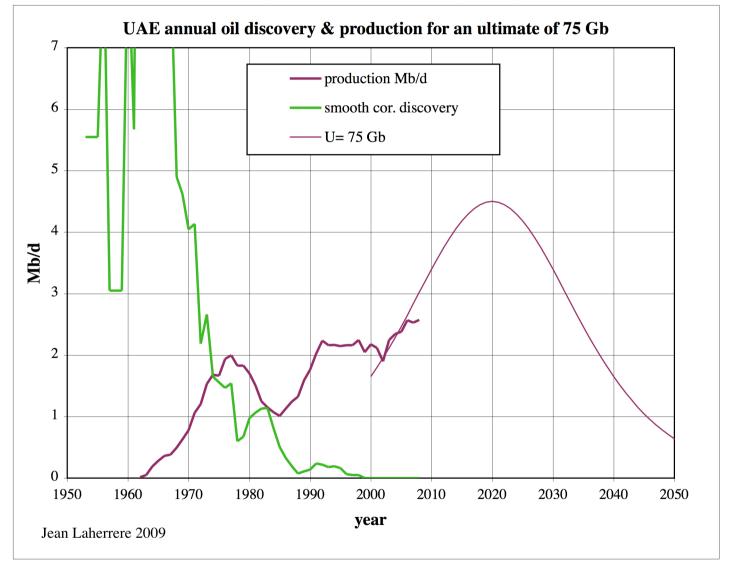
Une correction de 10 Gb est applique aux Emirats Arabes Unis, bien que bien moindre que la difference (35 Gb) entre les valeurs OGJ et WO avant 2007!, amenant a un ultime de 75 Gb.

Figure 32: Emirats Arabes Unis: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes



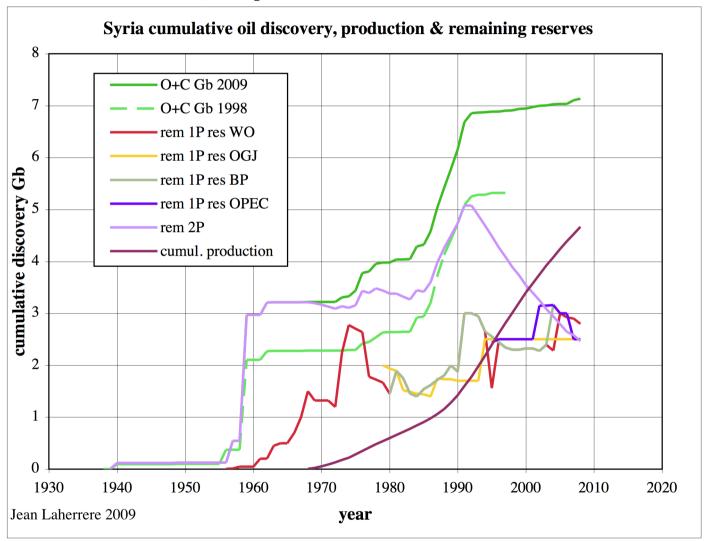
La production aura un pic a 4,5 Mb/d en 2020 pour un ultime de 75 Gb.

Figure 33: Emirats Arabes Unis: decouverte et production annuelle de petrole pour un ultime de 75 Gb



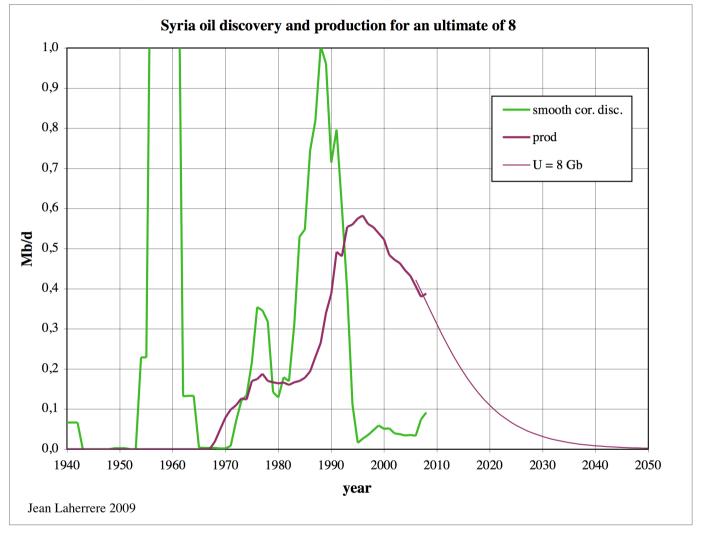
La Syrie n'est pas membre de l'OPEP et ses reserves doivent etre moins poltiques, car les estimations officielles coincident avec les reserves 2P. L'ultime doit etre a 8 Gb

Figure 34: Syrie: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes



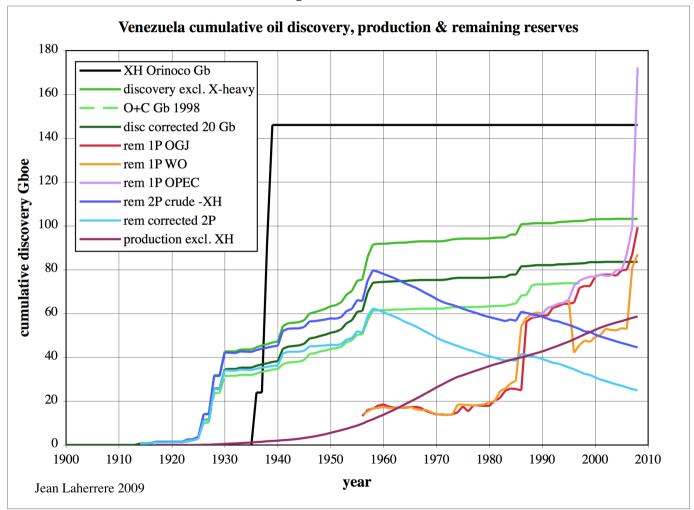
La production de petrole a culmine en 1996 et decline depuis.

Figure 35: Syrie: decouverte et production annuelle de petrole pour un ultime de 8 Gb



Une correction de 20 Gb est appliquee au Venezuela hors extra-lourd (les reserves mondiales extra-lourdes estimees a 500 Gb sont ajoutees plus loin dans la prevision tous liquides).

Figure 36: Venezuela: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes



La production brut moins extra-lourd (EL) a culmine en 1997 et il est normal de voir les reserves restantes inferieure a la production cumulee

Mais les valeurs de production de brut different entre EIA, OPEP et BP, surtout depuis que Chavez a nationalise! Les productions recentes sont inacessibles: censurees

Figure 37: Venezuela: production annuelle de petrole de sources differentes

