Club de Nice VIIIe Forum energie et geopolitique 3-5 decembre 2009

Perspectives petrole et gaz a l'horizon 2030

Jean Laherrere ASPO France

Texte long (et sans accent) qui est la base de la presentation qui sera fortement reduite

1ere Partie

Publier des donnees est un acte politique et depend de l'image que l'on veut donner (riche devant l'actionnaire ou pauvre devant l'impot).

Il n'y a pas de consensus sur les definitions des termes comme «oil».

On confond souvent reserves (ce qui est espere etre produit) et ressources (ce qui est dans le sol). On ne sait ou mettre la limite entre conventionnel et non conventionnel, et il n'y a pas de consensus pour en trouver une et definir correctement ces termes.

Il y a une divergence totale entre les donnees publiees par les organismes nationaux et les donnees techniques qui sont confidentielles.

-Petrole

-Reserves de petrole

Il y a plusieurs definitions pour les reserves

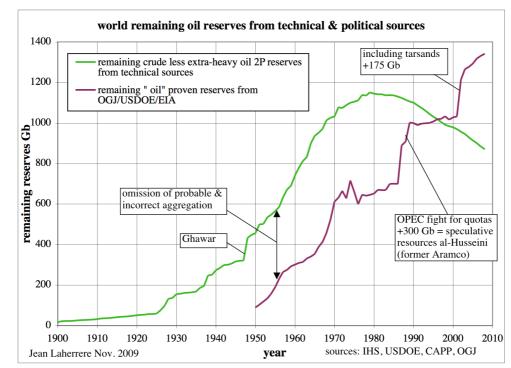
- -US: regles SEC perimees: seulement reserves prouvees auditees = certitude raisonable (?) d'existence = minimum ? = 1P
- -OPEP: reserves prouvees non auditees, base des quotas = essentiellement politiques, changent peu malgre la production, pour ne pas changer les quotas
- -ex-URSS: classification ABC1 (1978 Khalimov) = recuperation maximum = prouve + probable + possible = 3P
- -reste du monde: prouve + probable = 2P = valeur esperee sur la base des definitions SPE/WPC/AAPG.

Les regles de la SEC vont changer en 2010, permettant la publication des reserves prophables. La Commission des reserves minerales de Russie (GKZ) vient de conclure un accord avec la SPE pour aligner les deux classifications en 2010-2011, mais les reserves de petrole semblent etre toujours «secret d'Etat» (Douma 2002 = 7 ans de prison)?

Les reserves restantes de petrole sont dites prouvees (ou 1P) dans les rapports financiers pour satisfaire les regles perimees de la SEC datant de 1977 (nouvelle regles en 2010 permettant de declarer les prouvees + probables = 2P) ou declarees par les pays de l'OPEP pour determiner les quotas. Les membres de l'OPEP ont augmente de 1985 a 1990 de 300 Gb leur reserves dans la bataille des quotas apres le contrechoc petrolier. En 2007 Sadad al-Husseini (ancien VP Aramco) a declare ces 300 Gb comme etant des ressources speculatives ayant peu de chances d'etre produites. L'AIE WEO2009 confond probable (appele 2P!) et prouve+probable = 2P!

Le petrole etait suppose conventionnel, mais en 2001 OGJ a ajoute 175 Gb de sables bitumineux du Canada

Figure 1: Reserves restantes mondiales de « petrole » d'apres les donnees politiques et techniques



Ce graphique explique l'optimisme des economistes qui se basent sur la courbe en marron qui represente les declarations des organismes nationaux officiels et qui monte toujours depuis 1950 et le pessimisme des specialistes petroliers a la retraite (libres de parler) qui savent bien que les reserves restantes de petrole diminue depuis 1980 car on trouve environ deux fois moins de petrole que l'on ne produit.

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 entre les differents publications!

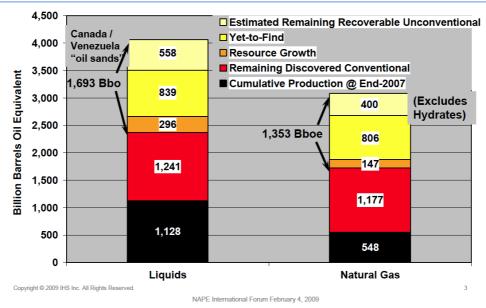
Regle du pouce : quand un auteur donne, pour des valeurs energetiques, plus de 3 chiffres significatifs, cela veut dire qu'il n'a aucune notion de calcul d'erreur et que le deuxieme chiffre doit etre faux et peut-etre le premier!

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

Figure 2: 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)



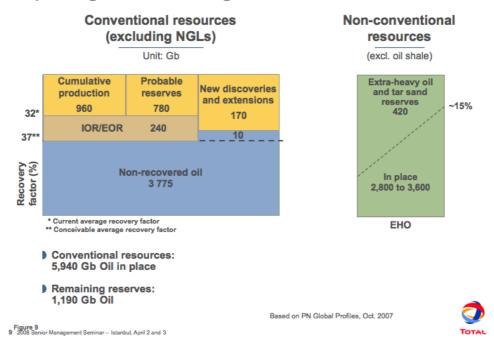


Mais les estimation IHS pour le «a decouvrir» (YTF) = 839 Gb et la «croissance des reserves» (resource growth) = 296 Gb, soit un total de 1135 Gb sont tirees de l'etude tres controversee de l'USGS 2000. Le decouvert restant conventionnel a 1241 Gb comprend deja du petrole extra-lourd de l'Orenoque (150 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 de 420 Gb soit 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 3: 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 decouvrir« plus la «croissance des reserves» a seulement 351 Gb, soit 3 fois moins que IHS!

Figure 4: Estimation des ultimes de petrole d'apres M. al-Husseini Geoarabia

WORLD'S OIL RESERVES AND RESOURCES Cumulative 1,119 Gb OOIP) Crude oil, Lease Condensates Known Reserves Recoverable Resources (EURR) Conventional Oil-Originally-in-Place Production Producing Resource (R) 2,860 Billion Barrels (Gb) 2,509 Gb Proved **Estimated Ultimate** 1,238 Gb Reserves Canadian 152 Gb Oil Sands Reserves Unknown Growth 351 Gb Undiscovered Resources Not Recoverable Oil Very Heavy Oil (API < 15°) Unconventional Oil Oil from coal, oil shales?

Mais il est etrange de mettre les sables bitumineux du Canada (une partie a partir de mines) dans le conventionnel et l'huile extra-lourde du Venezuela (qui coule avec des debits de 1000 b/d par puits) dans le non conventionnel!

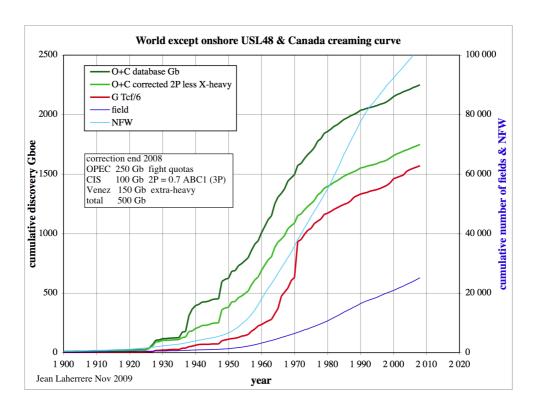
La base de donnees techniques pour le monde en dehors du terrestre USL48 & Canada regroupent plus de 25 000 champs et 100 000 puits d'exploration pure (NFW = New Field Wildcat), avec les valeurs des estimations des operateurs, valeurs incertaines et variables suivant le temps et les auteurs.

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

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.

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!

Figure 5: découvertes cumulees de petrole (brut moins EL) et de gaz d'apres base technique pour le monde hors USI 48 et Canada terrestre



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 (dont 20 Gb pour le Venezuela). 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.

La base de donnees techniques a ete obligee en 2000 d'accueillir comme nouveaux clients les NOCs et de s'aligner sur leurs donnees de champs quand elles sont publiees par les organismes nationaux. Ainsi de 1998 a 2009 les decouvertes cumulees de l'Arabie Saoudite a fin 1997 sont passees de 285 a 395 Gb, soit 110 Gb, l'expliquant par une croissance des reserves dues a la technologie, mais les reserves dites prouvees (donnees EIA) de l'Arabie Saoudite ont augmente de 1984 a 1990 de 89 Gb alors que les decouvertes reelles durant cette periode a ete de 4 Gb mais avec une production cumulee de 10 Gb, soit une diminution de 6 Gb. Les reserves du champ de Ghawar sont passees de 85 Gb a 115 Gb, puis 140 Gb, malheureusement les donnees de production sont incompletes et faussees par les quotas, on ne peut estimer les reserves d'apres les donnees connues de production.

Pour le Moyen Orient l'augmentation des decouvertes cumulees 2P a fin 1997 entre les donnees 1998 et 2009 a été de 234 Gb, alors que les reserves prouvees 1P ont augmente de 290 Gb entre 1984 et 1990 (decouvertes reelles 10 Gb avec une production cumulee de 30 Gb de 1985 a 1990 soit une diminution de 20 Gb), les decouvertes 2P cumulees (CD) a fin 2008 et la production cumulee (CP) a fin 2008

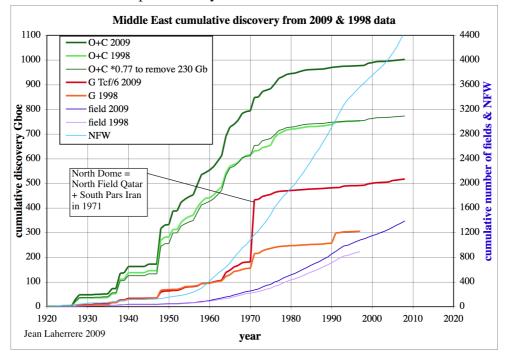
Apres examen de tous les pays du MO a fin 2008 nous avons estime les corrections a apporter a la base de donnees

	diff	diff	CP 85-	dif 1P	correction	CD		
Gb	2P	1P	90	+ cp	base	base	CD corrected	CP
SA	110	89	10,2	99	100	400	300	116
Iran	65	42	5,4	47	75	197	122	63
Iraq	20	57	4,7	62	20	141	121	33

Kuwait	15	30	2,7	33	25	100	75	39
UAE	2	66	3,5	70	10	83	73	27
Qatar	20	1,2	0,7	2	0	41	41	8
Div.Zone	-1,4	-0,4	0,8	0,4	0	12,7	13	8
Syria	1,6	0,2	0,6	1	0	7,1	7	4,7
Yemen	0,3	3,5	0,2	4	0	3,4	3	2,5
Oman	1,5	1,6	1,3	3	0	15	15	8,7
Turkey	0,1	0,1	0,1	0	0	1,2	1	0,9
total ME	234	291	30	320	230	1001	771	310
Venez	28	35	4,3	39	20	103	83	59

On peut donc estimer que les donnees techniques actuelles du Moyen Orient sont surestimees de 230 Gb, necessitant une reduction de 23% pour se ramener aux valeurs de 1998.

Le graphique suivant montre les decouvertes cumulees a partir des donnees 1998 et 2009 Figure 6: découvertes cumulees pour le Moyen Orient avec les donnees de 2009 et 1998

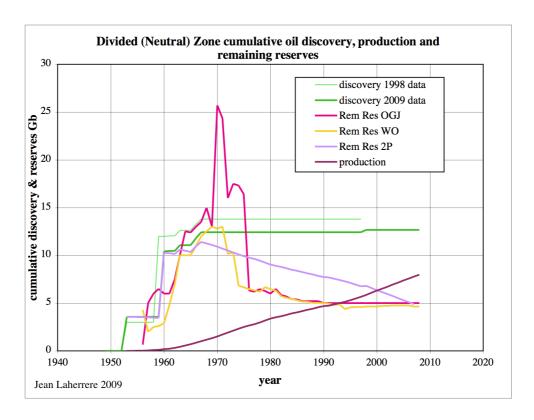


S'il a eu croissance reelle au MO des reserves de gaz, comme pour le North Dome (Qatar et Iran) decouvert en 1971, pour le petrole la croissance geologique des decouvertes est faible devant la croissance politique due a la bagarre sur les quotas. L'evaluation des grandes structures assez simples decouvertes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

La Zone Neutre entre Arabie Saoudite et Kowait est le seul pays ou la politique ne joue pas pour les quotas. La croissance des decouvertes est negative entre 1998 et 2009, ainsi que celle des reserves politiques au contraire des pays voisins!

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

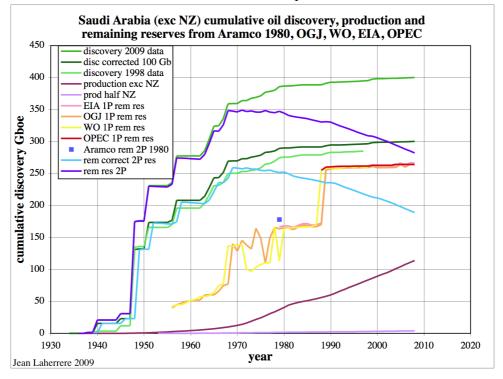
Figure 7: Zone Neutre: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes



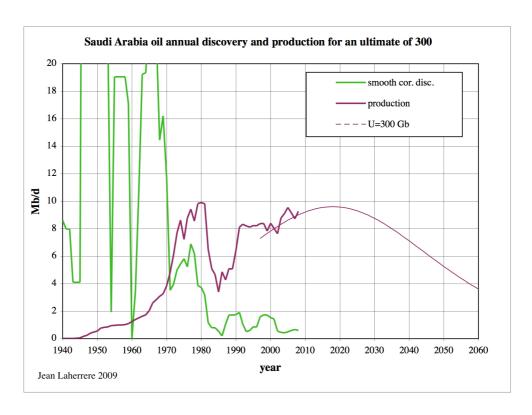
L'Arabie Saoudite a augmente ses reserves prouvees 90 Gb en 1989, et de 100 Gb entre les donnees techniques entre 1998 et 2009.

Une correction de 100 Gb est appliquee, amenant a un ultime de 300 Gb.

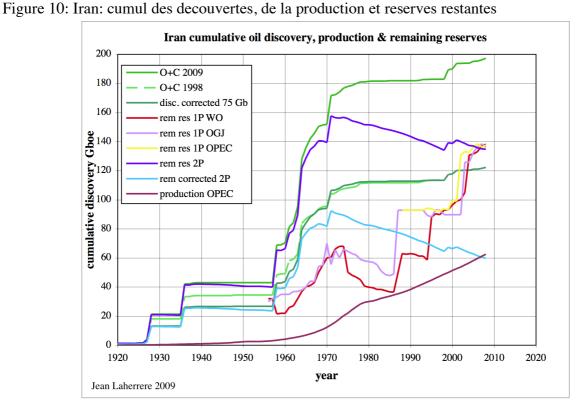
Figure 8: Arabie Saoudite: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes



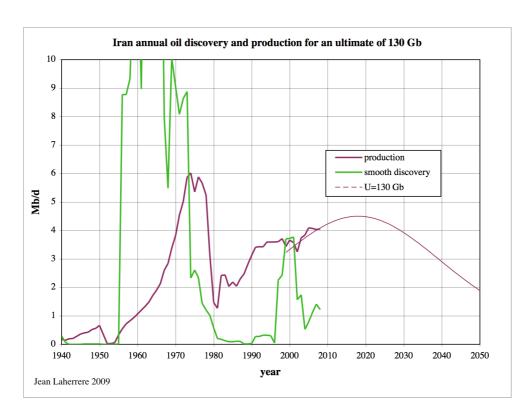
L'ultime de 300 Gb correspond a un plateau au dessus de 9 Mb/d avec un declin demarrant en 2020 Figure 9: Arabie Saoudite: decouverte et production annuelles de petrole pour un ultime de 300 Gb



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.

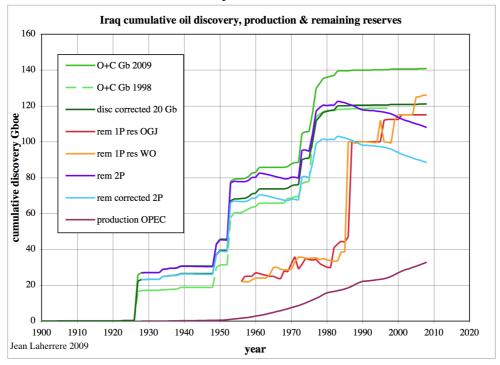


La production aura un pic a 4,5 Mb/d en 2018 pour un ultime de 130 Gb Figure 11: Iran: decouverte et production annuelle de petrole pour un ultime de 130 Gb



Une reduction de 20 Gb est appliquee a l'Irak.

Figure 12: Irak: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes



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 probables! Avec une correction de 25 Gb la production du Kowait devrait etre proche du pic et decliner! Mallheureusement les productions annuelles de Burgan ne sont fournies que jusqu'en 1998!

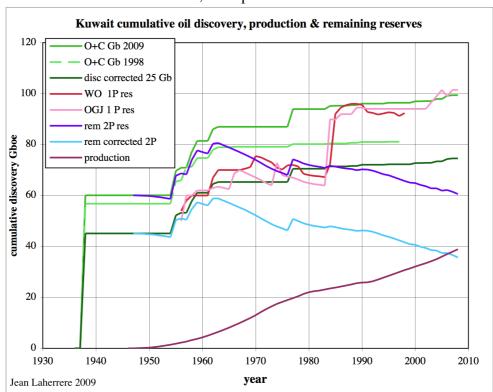
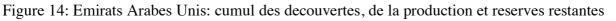
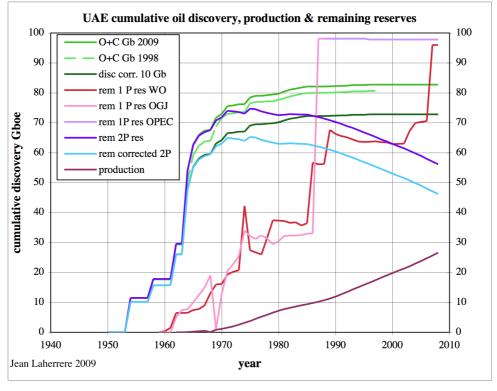


Figure 13: Kowait: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes

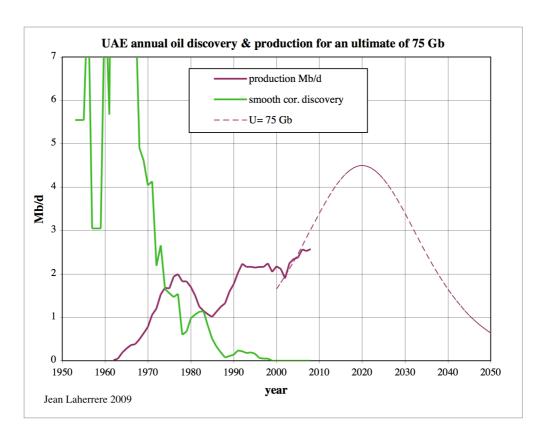
Une correction de 10 Gb est applique aux Emirats, bien que bien moindre que la difference (35 Gb) entre les valeurs OGJ et WO avant 2007!, amenant a un ultime de 75 Gb.



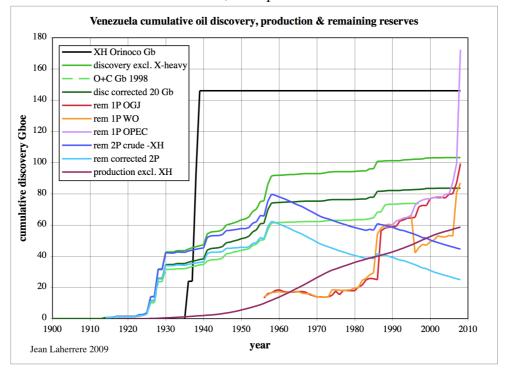


La production aura un pic a 4,5 Mb/d en 2020 pour un ultime de 75 Gb.

Figure 15: Emirats Arabes Unis: decouverte et production annuelle pour un ultime de 75 Gb

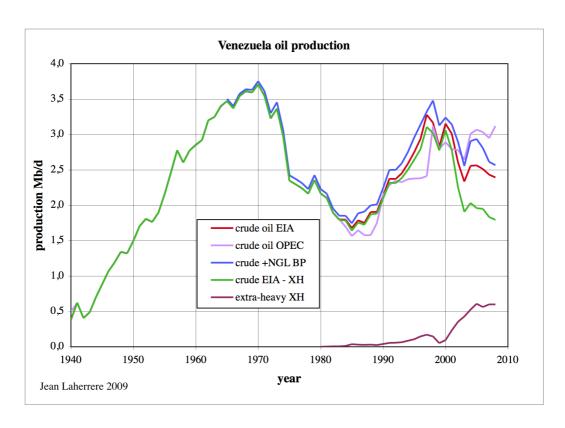


Une correction de 20 Gb est appliquee au Venezuela hors extra-lourd (les reserves mondiales extra-lourdes estimees a 500 Gb sont ajoutees plus loin dans la prevision tous liquides). Figure 16: Venezuela: cumul des decouvertes, de la production et reserves restantes



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!

Figure 17: Venezuela: production annuelle de petrole de sources differentes



-Production de petrole

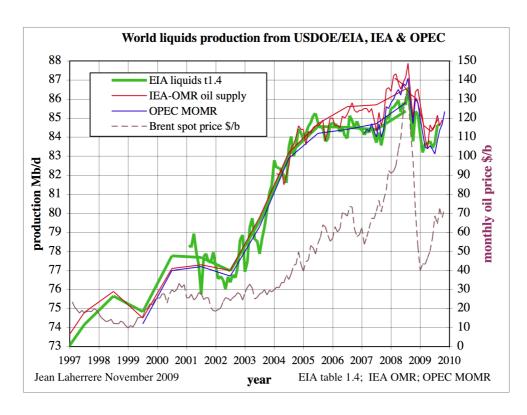
Pour 2006 la production d'huile va de 67 Mb/d pour le «regular oil» de Campbell, 71 Mb/d pour le brut moins extra-lourd, 73 Mb/d pour le brut, a 85 Mb/d pour tous liquides (pour satisfaire l'*oil demand*) incluant liquides de gaz naturel, petroles extra-lourds, huiles synthetiques, biocarburants, liquides de charbon et de schistes 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
	all liquids	84,597 461 4
IEA International Energy Agency	oil	85,4
OPEC	crude oil	72,028 3
	oil supply	86

La production mensuelle mondiale est publie par l'USDOE/EIA qui corrige sans cesse les donnees avec un acces facile et complet, alors que l'AIE a un acces plus difficile et imparfait.

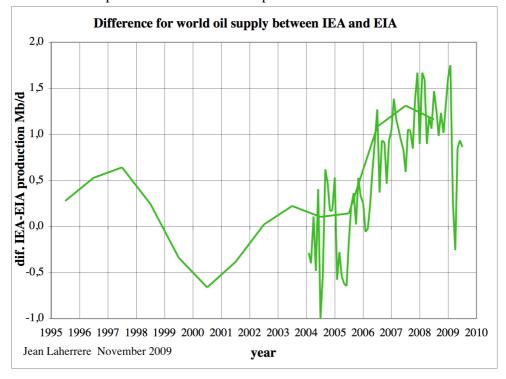
Il est assez stupefiant de trouver des differences importantes, dues a ce que les pays donnent des informations avec des definitions differentes et incompletes, notamment sur les liquides de gaz et les biocarburants. Il semble s'averer que des produits puissent etre comptes deux fois (condensats) ou omis (biofuels). Rien n'est fait pour faciliter les comparaisons.

Figure 18: production mondiale de petrole 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 la responsabilite aupres d'un autre!

Figure 19: difference de la production mondiale de petrole entre USDOE et AIE



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.

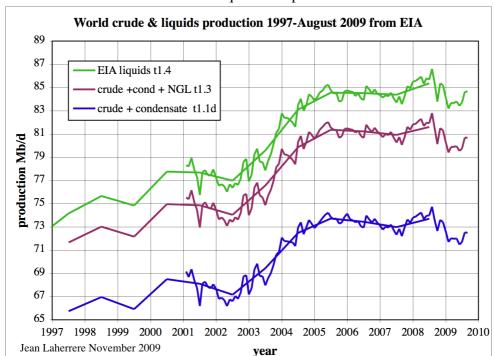
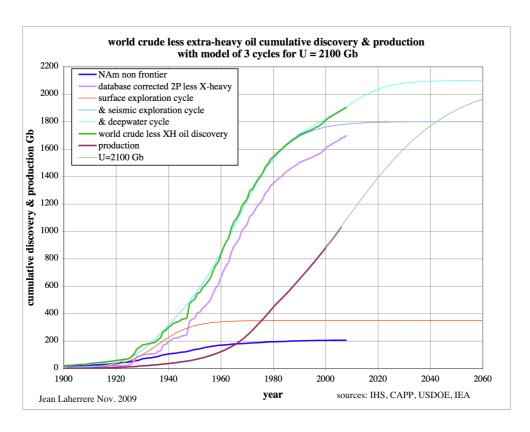


Figure 20: production mondiale de brut et de liquides d'apres EIA

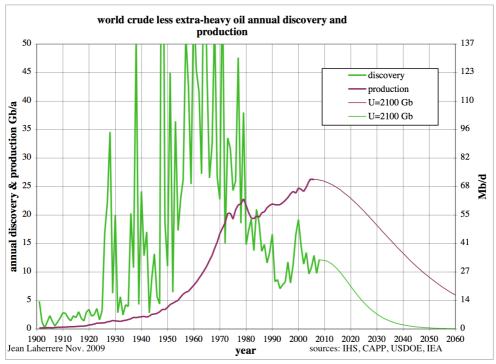
-Previsions petrolieres

A partir de la base technique, qui exclut les USL48 et Canada terrestre (appele « non frontier »), corrige de 500 Gb (pour se ramener a 2P et exclure les EL) et des donnees 2P dits backdated de rapports USDOE et CAPP sur ce « non frontier », les decouvertes mondiales cumulees du petrole brut moins extra-lourd peuvent etre modellisees avec 3 cycles (periode exploration de surface, puis exploration sismique puis exploration eau profonde) avec un ultime de 2100 Gb. La production cumulee (1085 Gb fin 2008) est aussi modellisee avec une courbe en S pour un ultime de 2100 Gb Figure 21: monde : decouverte et production cumulees de brut moins extra-lourd et previsions pour un ultime de 2100 Gb 1900-2060



Meme donnees pour obtenir la production annuelle

Figure 22: monde: decouverte et production annuelles de brut moins extra-lourd et previsions pour un ultime de 2100 Gb 1900-2060

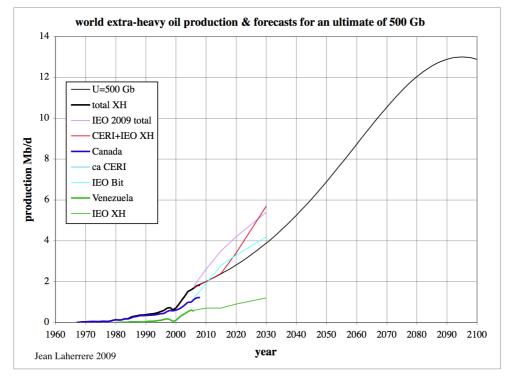


Pour obtenir les tous liquides il faut ajouter l'extra-lourd, puis les liquides de gaz, puis les XTL et enfin les gains de raffinage.

L'extra-lourd du Canada est classe dans les bitumes pour l'EIA et distingue de l'extra-lourd du Venezuela. Les donnees sont incompletes et peu fiables, donc encore plus les previsions !

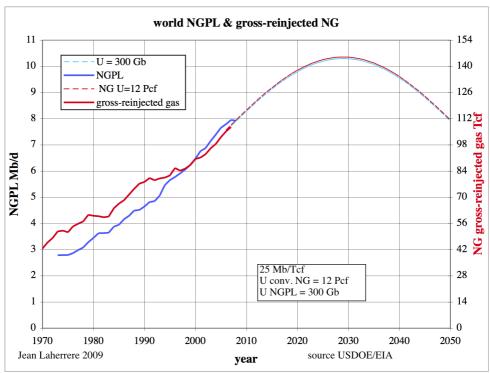
Avec un ultime de 500 Gb le pic pourra etre vers 2100, retarde par les problemes de pollution (Canada), d'eau, d'investissement et politiques (Chavez).

Figure 23: monde : production annuelle de petrole extra-lourd et previsions pour un ultime de 500 Gb 1960-2100

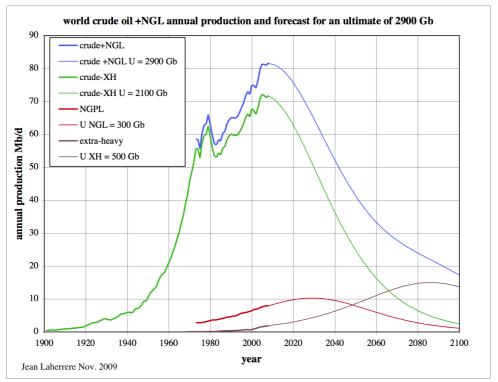


Il faut aussi ajouter les liquides en provenance du gaz naturels (condensats et liquides des usines d'extraction)

Figure 24: monde: production annuelle de gaz (gross-reinjected) et de liquides de gaz 1970-2050 pour des ultimes de 12 Pcf et 300 Gb

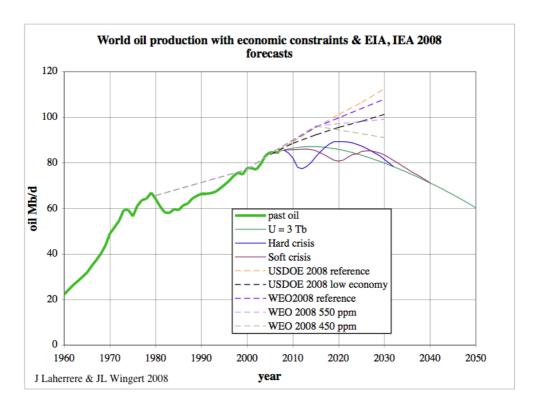


En ajoutant les deux derniers graphiques, on obtient alors le total petrole et liquides de gaz Figure 25: monde: production annuelle de petrole et de liquides de gaz pour un ultime de 2900 Gb: 1900-2100 sans contrainte au dessus du sol

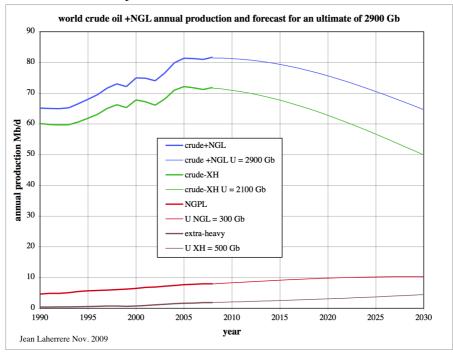


Bien sur, la production de petrole et de liquides de gaz ne represente pas l'oil supply: il faut y ajouter les XTL (GTL, CTL et BTL = 1 Mb/d) ainsi que les gains de raffinerie (actuel 2 Mb/d)

Il semble que cette production petrole et liquides de gaz est sur un plateau a 82 Mb/d et va decliner dans quelques annees, si la crise economique se dissipe vite, sinon (crise en W) il va y avoir un plateau ondule (bumpy plateau) que je predisais depuis 2001, mais sans le tracer. Mais en 2008 a ASPO Barcelona avec JL Wingert nous avons prevu plusieurs scenarios de crise pour les liquides Figure 26: monde: production annuelle tous liquides avec contraintes economiques 1960-2050

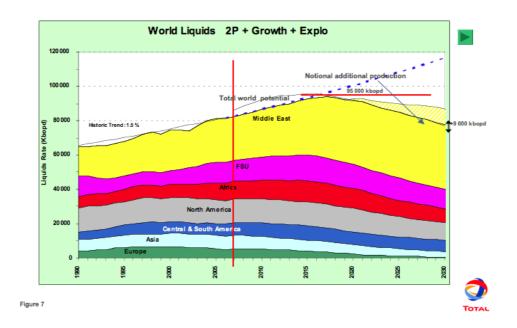


Oublions les contraintes economiques (crise en W?) et politiques (guerre civile Nigeria et Irak, nationalisation Venezuela, Bolivie et Russie) et comparons pour la periode 1990-2030 notre previson petrole et liquides de gaz et celles de Total, d'Uppsala, de l'AIE et de l'OPEP. Figure 25 bis: monde: production annuelle de petrole et de liquides de gaz pour un ultime de 2900 Gb sans contrainte au dessus du sol: periode 1990-2030



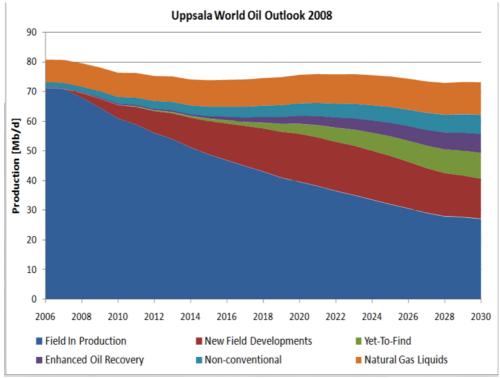
La prevision de Total est plus optimiste (avec croissance des champs deja decouverts) et met un pic a 95 Mb/d vers 2017 pour etre a 83 Mb/d en 2030 (contre 65 Mb/d dans ma prevision) Figure 27: monde: production annuelle de petrole et de liquides de gaz prevision Total 1990-2030

World liquid production: alternative case scenario (crude + NGL's excluding XtL, biofuels and refinery gain)



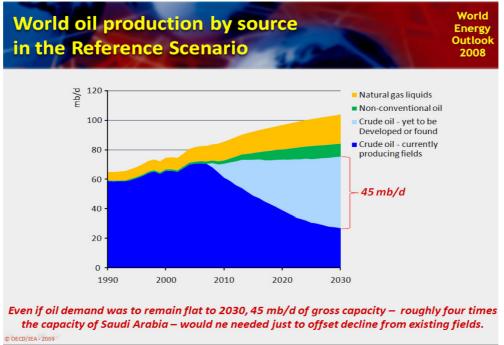
Le groupe Uppsala mene par le Professeur Kjell Aleklett est a 81 Mb/d en 2007 et prevoit un rebond en 2022 pour arriver a 73 Mb/d en 2030 (entre Total et moi) Figure 28: monde: production annuelle de petrole et de liquides de gaz prevision Uppsala 2006-

Figure 28: monde: production annuelle de petrole et de liquides de gaz prevision Uppsala 2006-2030



L'AIE, dans sa prevision WEO 2008 reference, prevoit 106 Mb/d en 2030 : c'est une mission impossible car il faut trouver une production de 45 Mb/d par de nouveaux champs. Les liquides de gaz sont a 10 Mb/d en 2006 alors que l'EIA les publie a moins de 8 Mb/d soit 2 Mb/d de difference !

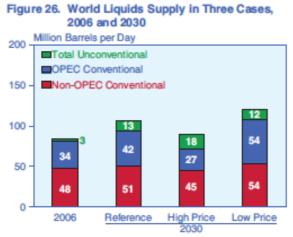
Figure 29: monde: production annuelle de petrole et de liquides de gaz prevision AIE WEO 2008 1990-2030



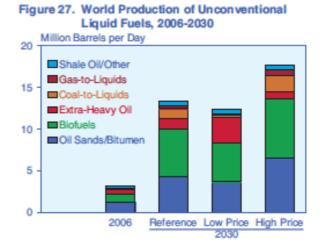
Ce graphique n'existe plus dans le nouveau rapport WEO 2009 dont le scenario de reference *Business as usual* BAU (105 Mb/d en 2030 contre 106 Mb/d pour WEO 2008, 116 Mb/d pour WEO 2006 et 121 Mb/d pour WEO 2004) est dit a eviter et le scenario de 450 ppm est dit un but a attendre, donc pas de previsions veritables, mais des vieux pieux a eviter ou a atteindre!

L'USDOE/EIA publie ses previsions IEO2009 avec scenarios high et low price. Le high price est a 90 Mb/d en 2030 ; bien inferieur a l'AIE.

Figure 30: monde: production tous liquides et nonconventinnel USDOE 2009 pour 2006 et 2030



Sources: 2006: Energy Information Administration (EIA), Office of Energy Markets and End Use. 2030: EIA, Generate World Oil Balance Model (2009).



Sources: 2006: Energy Information Administration (EIA), Office of Energy Markets and End Use. 2030: EIA, Generate World Oil Balance Model (2009).

L'OPEP publie son World Oil Outlook 2009, admettant un tassement de la production conventionnelle mais avec les autres sources on est a 106 Mb/d en 2030, permettant le BAU! Figure 31: monde: production tous liquides d'apres l'OPEP 1970-2030



