



## LE PETROLE : UNE ÉNERGIE INCONTOURNABLE

### Sommaire

- 1 - Le transport routier : un secteur captif pour l'industrie pétrolière**
- 2 - Un poids prépondérant de l'OPEP d'ici 2030**
- 3 - Des potentiels de ressources pétrolières**

Alors que la consommation pétrolière n'avait cessé de croître fortement entre 1860 et 1973, il n'en a pas été de même ces 30 dernières années. La période contemporaine de l'histoire du pétrole est mouvementée et cette agitation se reflète nettement sur sa consommation mondiale. En effet, les chocs pétroliers de 1973 et 1979 (un quadruplement du prix du pétrole en 1973 (2,5 \$/bbl à 10 \$/bbl) et en 1979 (10 à 40 \$/bbl), le contre-choc de 1986 (prix en dessous des 10 \$/bbl), les phases de ralentissement/reprise économiques et les conflits sont autant d'évènements qui se sont succédé et ont influencé les marchés pétroliers et les prix. La période plus récente est marquée par l'envolée des prix qui a débuté en 2004 à 38 \$/bbl pour atteindre 110 \$/bbl en 2010 (le Brent) et se stabiliser autour de cette valeur dans la période actuelle. L'idée d'une valorisation du pétrole durablement élevée constitue désormais une hypothèse crédible<sup>1</sup>.

Face à une augmentation prévue de la consommation pétrolière d'ici 2030, un des défis majeurs de l'industrie pétrolière est le renouvellement et l'accroissement des réserves pétrolières, dites exploitables, pour répondre à cette demande. Selon l'Agence Internationale de l'Énergie (1) cet accroissement (99,7 Mbbbl/jour<sup>2</sup>) en 2035 ?) serait en grande partie absorbé par un secteur où le pétrole est aujourd'hui difficilement substituable, celui du transport routier.

### 1. Le transport routier : un secteur captif pour l'industrie pétrolière

La demande pétrolière mondiale a progressé régulièrement pendant les 30 glorieuses, de 1945 jusqu'au premier choc pétrolier de 1973. Elle a marqué une pause en 1974-1975 et diminué après le second choc pétrolier de 1979 jusqu'en 1983. De 1985 à 2012, la demande mondiale a augmenté en moyenne au rythme de 1,5 %/an pour atteindre 90,8 Mbbbl/j (dont 30 fournis par l'OPEP, un plafond décidé en 2013, pour les années 2013 et 2014).

Un basculement de la demande s'est produit entre :

- l'OCDE dont la part diminue régulièrement de plus de 1%/an, depuis 2007
- et les pays en voie de développement (PVD) dont le poids a augmenté régulièrement (+2,8% de 2010 à 2011)

Aujourd'hui, 58 % de la demande de produits pétroliers (hors conversion en électricité dans des centrales thermiques) est destiné aux transports (contre seulement 36 % en 1973).

Selon les perspectives de l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie), la demande pétrolière mondiale devrait progresser de 1,3 %/an sur la période 2010-2030, une croissance annuelle inférieure à celle constatée sur les dix dernières années. Sur les 30 prochaines années, la consommation dans la zone OCDE devrait progresser de 0,6 %/an alors que celle dans les PVD (*Pays en Voie de Développement*) augmenterait quatre fois plus rapidement, en particulier dans ceux en forte croissance tels que la Chine et l'Inde où l'augmentation est autour de 3 %/an. **Les deux tiers de cette hausse proviendraient du secteur des transports et plus particulièrement routier.** Cette augmentation prévue des consommations sera, à terme, nécessairement contrainte par les réserves

<sup>1</sup> Remarque: on peut noter qu'à 110\$/bbl (un baril = 159 litres), le prix du litre de pétrole (soit environ 0,53€/litre) est exactement le même que le prix moyen de l'eau minérale en grande surface!

<sup>2</sup> Mbbbl: million de barils

identifiées (cf. Fig. 1), puisqu'elles ne représenteraient qu'une cinquantaine d'années de consommation au rythme actuel.

## Production et réserves de pétrole brut dans le Monde

en millions de tonnes

	Production en 2012		Réserves prouvées au 1 <sup>er</sup> janvier 2013	
		en %		en %
<b>Amérique du Nord</b>	<b>526</b>	<b>13,1</b>	<b>26 438</b>	<b>11,8</b>
Canada	119	3,0	23 616	10,6
États-Unis	407	10,1	2 822	1,3
<b>Amérique latine</b>	<b>506</b>	<b>12,5</b>	<b>45 865</b>	<b>20,5</b>
dont : Mexique	137	3,4	1 400	0,6
Venezuela	140	3,5	40 596	18,2
<b>Afrique</b>	<b>452</b>	<b>11,2</b>	<b>17 406</b>	<b>7,8</b>
dont : Algérie	73	1,8	1 664	0,7
Libye	71	1,8	6 550	2,9
Nigeria	116	2,9	5 075	2,3
<b>Europe</b>	<b>822</b>	<b>20,4</b>	<b>17 859</b>	<b>8,0</b>
dont : Norvège	86	2,1	732	0,3
Royaume-Uni	45	1,1	426	0,2
CEI <sup>1</sup>	660	16,4	16 217	7,3
dont Russie	522	13,0	10 914	4,9
<b>Proche-Orient</b>	<b>1 329</b>	<b>33,0</b>	<b>109 435</b>	<b>49,0</b>
dont : Arabie saoudite	547	13,6	36 550	16,4
Irak	152	3,8	19 284	8,6
Iran	175	4,3	21 089	9,4
Koweït	153	3,8	14 188	6,3
<b>Extrême-Orient et Océanie</b>	<b>394</b>	<b>9,8</b>	<b>6 442</b>	<b>2,9</b>
dont Chine	208	5,2	3 490	1,6
<b>Total Monde</b>	<b>4 028</b>	<b>100,0</b>	<b>223 445</b>	<b>100,0</b>
dont OPEP	1 778	44,1	164 353	73,6

1. Communauté des États indépendants (11 des 15 anciennes républiques soviétiques).

Sources : Comité professionnel du pétrole ; Oil and Gas Journal.

**Figure 1 – Production et réserves prouvées de pétrole brut dans le monde en 2012, en Mt-Insee (3)**

Ces quelques chiffres permettent de comprendre à quel point toute amélioration de nature à diminuer la consommation de carburants pétroliers dans les transports, et en particulier dans les véhicules routiers, contribuera à accroître la durée de vie des réserves:

- Le développement et la généralisation de l'injection directe haute pression.
- Des avancées technologiques et des recherches en cours autour des moteurs à combustion interne: nouveaux modes de combustion HCCI-*Homogeneous Combustion Compression Ignition*- ou CAI-*Controlled Auto Ignition*-, « downsizing » des moteurs (réduction de la cylindrée à

puissance constante), des recherches dans le domaine de la combustion ou de la distribution variable qui permettent d'espérer des gains en consommation de (selon les solutions) 10 à 30 % par rapport au moteur conventionnel actuel.

- Les solutions alternatives de type véhicule hybride et/ou électrique, qui permettent d'envisager, selon les domaines d'utilisation, 20 à 40 % en termes de gain de consommation par rapport au moteur conventionnel actuel.
- Enfin, à long terme, on peut prévoir une augmentation importante du parc de véhicules électriques (batteries et piles à combustible) alimentés via des sources d'énergie renouvelables.

A l'échelle mondiale, les carburants issus du pétrole constituent 97 % de l'énergie utilisée par les transports routiers.

Les énergies alternatives déjà utilisées, et certaines depuis fort longtemps, sont : le gaz naturel (GNV), le gaz de pétrole liquéfié (GPL), les carburants oxygénés qu'ils soient d'origine chimique ou agricole (le plus souvent en mélange dans les carburants pétroliers). La totalité des carburants alternatifs ne représente en 2006 qu'une vingtaine de Mtep, soit moins de 2 % du total de l'énergie des transports.

## **2. Un poids prépondérant de l'OPEP d'ici 2030**

L'Arabie saoudite (547 Mt en 2012) est le premier producteur mondial de pétrole (13,1 % du total) devant la Russie (522 Mt en 2012) qui a pris en 2002 la seconde place devant les Etats-Unis. La part de l'OPEP, qui a atteint son maximum en 1973 avec 53% de la production mondiale, se situait autour de 44 % en 2012.

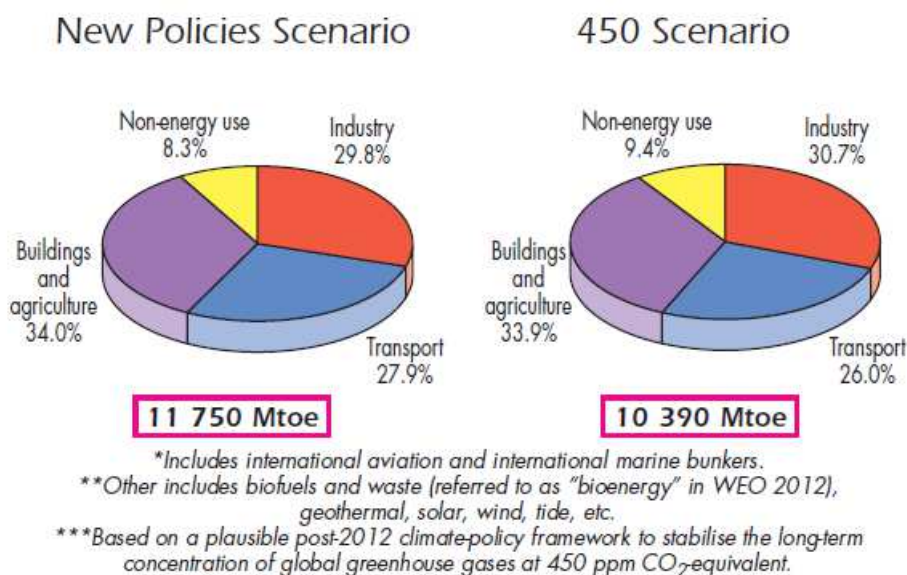
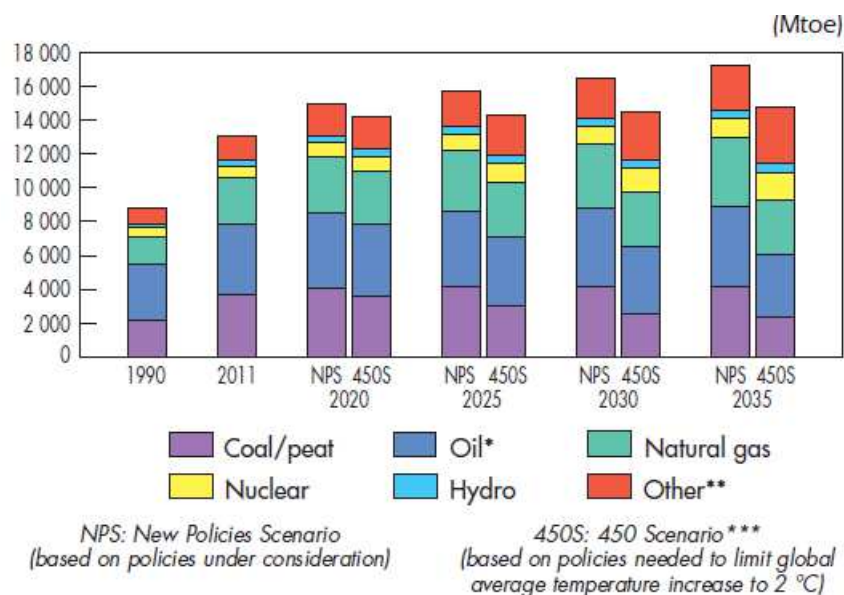
***Depuis le début des années 80, les exploitations en mer se sont développées et dans des zones toujours plus profondes à partir des années 90.*** Aujourd'hui, près d'un tiers de la production et un quart des réserves prouvées proviennent de permis en milieux marins : c'est le cas dans les eaux profondes du golfe du Mexique, au large du Brésil (notamment dans le bassin de Campos) et en Afrique de l'Ouest, notamment en Angola.

***En ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, le fait majeur est le retour de la Russie en tant que producteur de premier plan sur la scène mondiale.*** Suite à la période soviétique, la production russe a touché son point bas à 6,1 Mbbbl/j en 1996. Depuis 1999, elle a progressé de près de 50 % pour atteindre 11,7 Mbbbl/j (520 Mt) en 2012. Par ailleurs, en Mer Caspienne, deux pays producteurs émergent avec des potentiels importants : il s'agit du Kazakhstan et de l'Azerbaïdjan. Des gisements importants ont été découverts dans ces deux pays : Kashagan, Tengui, Azeri-Chirag-guneshli et les infrastructures d'évacuation commencent à être opérationnelles (Tengui-Novorossisk) ou en construction (BTC Bakou -Tbilissi - Ceyhan).

***Lorsqu'on se projette sur les 20 prochaines années, selon les perspectives de l'AIE, la production pétrolière mondiale devrait atteindre 116 Mbbbl/j (ou<sup>3</sup> 15,8 Mtep/j) en 2030, soit une augmentation de plus de 30 %.*** Sur cette période, la production de l'OPEP progresserait de 70 % et sa part atteindrait 50 % en 2030. Le poids des pétroles non-conventionnels devrait passer de 2 % en 2005 à 8 % en 2030. La figure 2, qui résume les résultats de plusieurs scénarii (5), montre ce que les prévisionnistes envisagent pour 2035: on voit que la répartition ne varie pas et reste proche de la répartition actuelle.

---

<sup>3</sup> 1 tep = 7,33 barils ou 1Mtep = 7,33 Mbbbl



**Figure 2 – Répartition de la demande de produits pétroliers par secteurs dans le monde, selon les scenarii, en 2035 (5)**

### **3. Des potentiels de ressources pétrolières**

Au cours de la décennie 80, la quantité exploitable des réserves pétrolières a fortement augmenté de 650 Gbbl<sup>4</sup> (88 Gtep) en 1980 à 1 600 Gbbl (223 Gtep) en 2012 : cet accroissement s'explique par les réévaluations "politiques" intervenues en Iran (+90 %), en Irak (+112%), et aux EAU (Émirats Arabes Unis) (x3) en 1987 ainsi qu'en Arabie saoudite (+50%) en 1989. Ainsi, sur la période 1980-1990, les réserves pétrolières exploitables ont globalement progressé de 80% au Moyen Orient.

**Au 1<sup>er</sup> janvier 2012, les réserves "prouvées" de pétrole dans le monde atteignaient 1 600 Gbbl (223 Gtep), soit une cinquantaine d'années au rythme d'exploitation actuelle.**

Près de 39 % des réserves pétrolières initiales sont concentrées dans 39 champs "super géants" (c'est-à-dire dont les réserves ultimes récupérables dépassent 5 000 Gbbl) sur un total de l'ordre de 30 000 champs découverts, à ce jour, dans le monde. On dénombre 350 champs "géants" (réserves

<sup>4</sup> Gbbl: milliard de barils

Gtep: milliard de tep - 1 Gtep = 7,33 Gbbl

ultimes récupérables supérieures à 500 Mbbl). Ces 350 gisements, qui représentent 1 % seulement des gisements commerciaux interviennent pour deux tiers des réserves connues.

La répartition géographique des réserves montre de très fortes disparités régionales et géopolitiques :

- Près de 75% des réserves prouvées mondiales de pétrole au 1<sup>er</sup> janvier 2012 sont situées dans les pays de l'OPEP qui disposent ainsi d'environ 90 années de production au rythme actuel. A lui seul, le Moyen-Orient recèle les deux tiers des réserves mondiales.
- A l'inverse, les pays de l'OCDE doivent se contenter d'une réserve de 10 années de production.

Cette position dominante du Moyen-Orient est encore renforcée par le fait qu'on y extrait le pétrole ayant, de loin, les plus faibles coûts de production : un coût moyen de l'ordre de 1 à 5 \$/bbl en Arabie Saoudite, à comparer à 10-20 \$/bbl aux Etats-Unis ou pour les gisements difficiles en mer du Nord (à noter une très forte augmentation des coûts depuis 2004). Ainsi, 90 % du pétrole à faible coût de production (inférieur à 5 \$/bbl) sont concentrées dans cette zone géopolitiquement fragile.

***Face à une consommation mondiale qui devrait progresser de 30% d'ici 2030 et des réserves pétrolières actuellement estimées qui assurent 50 années de production, l'industrie pétrolière doit examiner toutes les solutions lui permettant de continuer à assurer sa mission.***

### **Dans l'avenir, quelles ressources sont mobilisables ?**

Les réserves exploitables sont aujourd'hui estimées à environ 1 600 Gbbl (224 Gtep) (cf. fig 1).

- ***A ces volumes, peuvent être ajoutées les ressources récupérables de bruts conventionnels non encore découverts.*** Rares sont les organismes ou les experts qui se risquent à faire des prévisions sur ce qu'il reste à trouver dans le monde. On peut citer le chiffre donné par l'USGS (*United States Geological Surveys*) qui les estime à 1000 Gbbl pour le pétrole (liquides de gaz naturel inclus), un chiffre qui fait l'objet de nombreuses critiques.
- ***A ces réserves, peuvent également être ajoutées les ressources exploitables par augmentation du taux de récupération de l'huile dans les gisements*** (on ne récupère aujourd'hui en moyenne que 35 % du pétrole en place dans les formations). Un exemple est parfois donné de stockage du CO<sub>2</sub> dans des champs pétroliers en cours de production, permettant d'augmenter la pression interne des nappes pétrolières, donc la quantité de pétrole récupérée.
- ***Enfin, il ne faut pas oublier le potentiel considérable représenté par les ressources, dites non-conventionnelles, comme les pétroles bruts extra-lourds, les sables asphaltiques du (Canada, Venezuela et quelques pays européens), estimées à plus de 460 Gtep.*** Il existe ainsi de nos jours une véritable continuité technique et économique entre les ressources de pétroles conventionnels et non-conventionnels. A titre d'illustration, il suffit simplement de rappeler que l'offshore profond, voire très profond qui était autrefois classé dans les non-conventionnels est entré depuis déjà quelques années dans le rang des ressources conventionnelles (cf. Fig. 3).

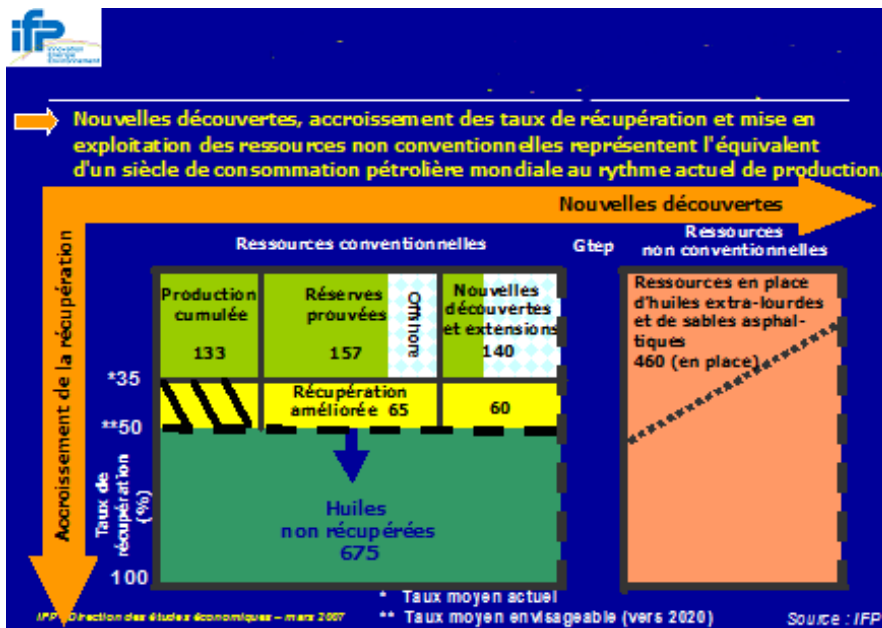


Figure 3 – Renouvellement et accroissement des ressources de pétrole (IFP)

Par ailleurs, la production de carburants liquides, tels que les essence et gazole, peut être envisagée non plus uniquement à partir de pétrole, mais d'autres ressources fossiles telles que le gaz naturel et le charbon.

- Les technologies **GTL (Gas to Liquids)** offrent de nouvelles voies possibles de valorisation du gaz naturel avec la production de produits pétroliers de très bonne qualité. Ces technologies intéressent de nombreux opérateurs. Des progrès importants en matière de performance des procédés combinés à une augmentation sensible de la taille des projets (de 12 000 bbl/j au début des années 90, à 30 000 à 75 000 bbl/j aujourd'hui) permettent d'espérer des baisses sensibles des coûts de production. Actuellement, plus de 30 projets sont à l'étude; ils représentent une capacité potentielle de production de près de 1,2 Mbbbl/j (60 Mtep/an) à l'horizon 2030. Celui de **Sasol Chevron** au Qatar de 34 000 bbl/j a été inauguré en 2006, et Shell a décidé d'en lancer dans ce même pays un autre d'une capacité de 140 000 bbl/j. Les réussites technique et économique de ces projets constitueront un test pour l'avenir de cette technologie, alors que celui de Shell a connu une dérive importante des coûts d'investissements et que celui du Qatar connaît des difficultés de mise en route.
- De la même manière que l'on peut envisager la voie **GTL**, existe la voie **CTL (Coal to Liquids)**, plus coûteuse, mais tout à fait réalisable techniquement : cette solution est possible pour des pays possédant d'importantes ressources de charbon. Pour un prix du charbon oscillant entre 50 et 60\$/t ces dix dernières années, la solution CTL peut s'avérer tout à fait compétitive par rapport aux filières traditionnelles, et ce dès lors que le prix du baril reste durablement à un niveau de l'ordre de 100 \$/bbl. Il est important de souligner que peu d'efforts de recherche ont été faits dans ce domaine au cours des 20 dernières années.

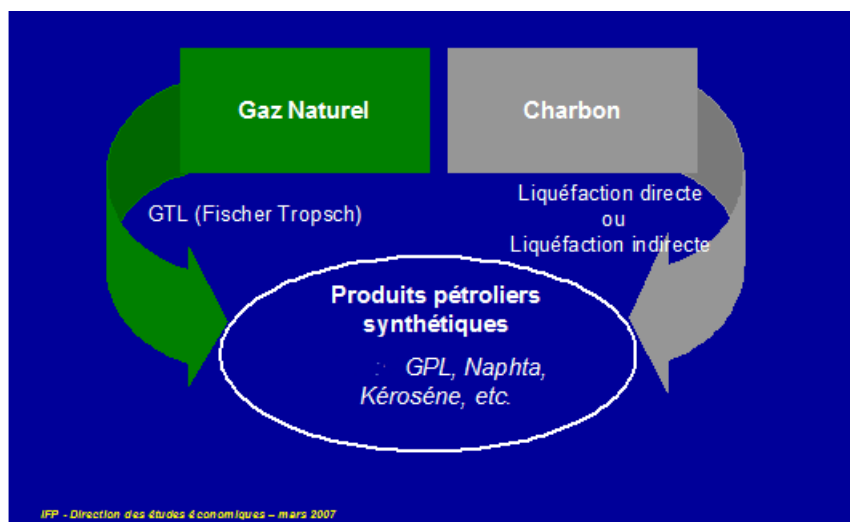


Figure 4 - Produits pétroliers produits à partir d'autres énergies fossiles (document IFP)

En ce début de XXIème siècle, face à une demande mondiale en forte croissance d'ici 2030, l'industrie pétrolière doit réaliser des investissements suffisants pour augmenter et renouveler les ressources qui ont une durée d'exploitation limitée. A plus long terme, l'enjeu pour le pétrole et sa principale utilisation, le transport routier, est la réduction des rejets de gaz à effet de serre et plus particulièrement les émissions de CO<sub>2</sub>, qui suivent une évolution parallèle à celle de la consommation pétrolière.

### Références

- (1) - World Energy Outlook 2012.  
<http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2013/>
- (2) - Chiffres clés de l'énergie 2013 – Commissariat Général au Développement Durable  
[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rep\\_-\\_chiffres\\_energie.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rep_-_chiffres_energie.pdf)
- (3) – Statistiques INSEE :  
<http://www.insee.fr/fr/ffc/tef/tef2014/T14F192/T14F192.pdf>
- (4) – BP Statistical Review of World Energy - 2014 –  
<http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/statistical-review-2014/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf>
- (5) - IEA - Key World Energy Statistics 2013  
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2013.pdf>