

GYMNASE DE BEAULIEU
TRAVAIL DE MATURITÉ 2006



**LA FIN DE L'OR NOIR,
LE DÉBUT D'UNE ÈRE NOUVELLE**
LIVRE PREMIER
**ANALYSE DE L'IMPORTANCE
MACRO-ÉCONOMIQUE DU PÉTROLE**

RÉPONDANT :
M. FRANÇOIS GINGINS

AUTEURS :
ALEXANDRE STEULLET 3M5
ALEXANDRE FRAUENKNECHT 3M5

BUSSIGNY, ÉPALINGES, LAUSANNE ; LE 25 AVRIL 2007

Fig. 0.1

Première de couverture :

Plateforme pétrolière « Arguello Inc. Harvest » au large de la côte Californienne.

Source : NASA, libre de droit.

LA FIN DE L'OR NOIR, LE DÉBUT D'UNE ÈRE NOUVELLE

LIVRE PREMIER

**ANALYSE DE L'IMPORTANCE
MACRO-ÉCONOMIQUE DU PÉTROLE**

PAR M. ALEXANDRE STEULLET ET M. ALEXANDRE FRAUENKNECHT

TRAVAIL DE MATURITÉ 2006
SUJET LIBRE

RÉPONDANT : M. FRANÇOIS GINGINS
EXPERTE : MME. KARINE RYFFEL

1. Remerciements

Ce travail n'aurait pas été réalisable sans eux. Nous tenons à remercier chaleureusement ces personnes pour leur aide, leurs conseils et le temps qu'ils ont sacrifié.

- À Monsieur Rachid BENDJAMA, concierge de Chamblandes *qui nous a été d'une aide précieuse ;*
- À Monsieur Stephan FLUCKIGER, ramoneur *qui nous a gracieusement offert les visites de chaudières, et donné les informations qui s'imposaient ;*
- Au Service Immeubles, Patrimoine et Logistique (SIPAL) de l'État de Vaud, *pour les données de consommation des chauffages ;*
- À Monsieur Jean-François DUBUIS, directeur de Beaulieu, *pour nous avoir reçu immédiatement et de nous avoir aiguillés pour le début des recherches ;*
- Et bien sûr à Monsieur François GINGINS, éminent enseignant au gymnase de Beaulieu et à la Haute École Pédagogique, *pour avoir accepté d'être notre répondant et pour les innombrables heures qu'il a dû consacrer à la correction du dossier.*

2. Table des matières

	<i>page</i>
1. Remerciements	3
2. Table des matières	4
3. Généralités	5
3.1. Formation d'un gisement pétrolier	5
3.2. De l'extraction à l'extinction	5
3.2.1. Naissance et début de l'exploitation	6
3.2.2. Diverses causes de la « mort » d'un puits :	7
3.3. Les différents types de pétrole	8
3.3.1. Les différents types de pétrole à l'extraction	8
3.3.1.1. Les degrés API	9
3.3.1.2. La teneur en soufre	9
3.3.1.3. Composition chimique	9
3.3.2. Raffinage	9
4. Situation internationale du pétrole	10
4.1. Histoire du pétrole	10
4.2. Situation actuelle	11
4.2.1. Situation actuelle dans les pays exportateurs de pétrole	12
4.2.2. Situation dans les pays consommateurs/importateurs :	16
4.2.3. Conclusion	17
4.3. Pronostics des spécialistes	17
4.3.1. Et si on avait encore pour quelques décennies de pétrole sous nos pieds ?	18
4.3.2. Et s'il ne restait pas tant de pétrole extractible que ça ?	19
5. Conclusion générale	21
6. Annexes	24
6.1. Annexe n°1	24
6.2. Annexe n°2	24
6.3. Annexe n°3	25
6.4. Annexe n°4	25
6.5. Annexe n°5	26
6.6. Annexe n°6 Tableau de conversion	27
7. Bibliographie (inclus source internet)	28

3. Généralités

Voici quelques notions générales à propos du pétrole pour ne pas se perdre.

3.1. Formation d'un gisement pétrolier.

La formation d'une nappe souterraine de pétrole requiert des conditions géologiques très particulières. Tout d'abord, il faut savoir que le pétrole est une ressource fossile, et donc produite à partir des matières organiques décomposées. De plus, il faut que cette décomposition se fasse dans un milieu dépourvu d'oxygène et dans des conditions de température et de pression extrêmes. Les paramètres qui détermineront par la suite les caractéristiques liées au pétrole sont nombreux et complexes, nous nous efforcerons tout de même d'en citer certains :

- L'ère de laquelle datent les matières organiques. Le pétrole que nous avons à disposition actuellement provient notamment du Silurien (il y a plus de 400 millions d'années), du Jurassique ou du Crétacé (il y a entre 200 et 65 millions d'années).
- La composition géologique du terrain, par exemple la perméabilité de la roche ou encore son type.
- La variété des organismes enfouis ainsi que les bactéries chargées de la décomposition.

Ces facteurs vont notamment influencer la teneur en soufre du pétrole, sa teneur en sel et surtout sa densité, mesurée en degrés API (unité de mesure qui vous sera présentée plus en détail par la suite).

La formation se passe en plusieurs étapes. Tout d'abord les matières organiques sont enfouies dans des sédiments. Ensuite, elles se décomposent en une matière qu'on appelle le kérogène. C'est ensuite ce kérogène qui se transforme, selon sa composition, soit en pétrole, soit en gaz naturel, soit simplement en charbon.

Une fois que la transformation est en cours, sous l'effet de la pression les hydrocarbures auront tendance à monter, processus qui peut prendre des centaines de millions d'années. Il restera toutefois dans le sol du kérogène appauvri en oxygène. La transformation du kérogène en pétrole est d'ordre chimique, et non plus bactériologique.

Une fois les hydrocarbures formés, il faut un certain nombre de conditions *sine qua non* pour que se forme une nappe. Tout d'abord il faut une roche mère sédimentaire et riche en matière organique. Ces sédiments vont par la suite se solidifier pour former des roches poreuses, et donc permettre au pétrole de monter. Il faut aussi que cette roche mère atteigne une certaine maturité pour que la transformation puisse se faire.

Ensuite il faut, pour accueillir le pétrole montant, un « réservoir » de roches poreuses. Aussi, pour empêcher les hydrocarbures de percer la surface, il faut au dessus du réservoir une roche imperméable. De plus, pour piéger le pétrole et pour que la réserve reste sous pression, il faut une présence de roches imperméables autour du réservoir, par exemple des roches formant un anticlinal (qui ressemblent à un « u » inversé).

C'est uniquement si toutes ces conditions sont réunies qu'on peut voir se former un réservoir exploitable, et il est aisément remarquable que ces conditions sont nombreuses et difficiles à réunir. C'est pour cela que rares sont les endroits où l'on trouve du pétrole.

3.2. De l'extraction à l'extinction

Dans cette partie nous tâcherons de vous expliquer comment évolue l'extraction du pétrole au fil du temps, les techniques pour l'extraire et les raisons d'une éventuelle « extinction du puits ».

3.2.1. Naissance et début de l'exploitation

Tout d'abord, avant de pouvoir exploiter un puits, il faut bien évidemment localiser les zones où il serait potentiellement possible qu'il y ait du pétrole. Il faut savoir que creuser est la seule manière infaillible pour trouver. Alors pour trouver des zones où il pourrait potentiellement y avoir du pétrole (certains experts parlent même de « deviner »), on emploie les 3 méthodes suivantes :

- La première méthode consiste en une analyse du champ magnétique, sachant que les roches sédimentaires (qui sont les seules susceptibles de contenir du pétrole) ont un champ magnétique moins élevé que les autres types de roches.
- Une deuxième méthode est dite « gravitationnelle ». Elle consiste à mesurer le champ gravitationnel, sachant qu'il varie très faiblement selon si les roches sont sédimentaires ou des roches dites de « bouclier » (en anglais « basement rocks »).
- La dernière méthode est dite « sismique », et elle consiste à envoyer des vibrations sous le sol pour en étudier la résonance, et ensuite pouvoir en faire un modèle 3D relativement précis.

Il est toutefois important de noter que ce n'est pas parce qu'il y a présence de roches sédimentaires qu'il y a forcément présence de pétrole, et aussi que malgré l'extrême précision qu'acquissent avec le temps les images de modélisation 3D, les méthodes employées restent incertaines. Seul un forage et une analyse en laboratoire peuvent déterminer la présence de pétrole sous le sol.

Une fois le pétrole découvert, il faut ensuite creuser le puits. Pour cela c'est généralement assez simple, puisqu'au début de sa production, le pétrole jaillit naturellement du puits sous l'effet de la pression. À mesure que le temps avance, la pression a tendance à diminuer dans les réservoirs. Or, une pression trop faible a des conséquences néfastes sur la santé du puits (c.f. chapitre 3.2.2.). Ainsi pour maintenir une pression élevée il y a deux manières de procéder.



Fig. 3.1 Un derrick dans l'Illinois.

Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Hubbert-curve.png>

La première est celle qui est la plus utilisée aux États-Unis, elle consiste à augmenter artificiellement la pression à l'aide de machines, machines devenues très populaires et médiatisées (les fameux « derricks », qui servent à maintenir une pression suffisante tout en pompant du pétrole). Par contre ce genre de pompe est introuvable dans des pays tels que l'Arabie Saoudite, où une autre technique est utilisée.

Comme il a été dit dans le chapitre précédent, sous la majorité des puits pétrolifères se trouve un réservoir d'eau (généralement salée), qui maintient naturellement la pression du puits lors de sa formation. Parfois ce réservoir est renouvelable et maintient à lui tout seul une pression suffisante dans le puits pour qu'aucun moyen artificiel ne soit utilisé. Toutefois, et avec les puits qui deviennent de plus en plus exploités, ce cas de figure est rare. Pour cette raison, on a de plus en plus tendance maintenant à injecter de l'eau dans le réservoir pour y faire monter la pression. Toutefois il faut faire attention, car si l'on injecte trop d'eau, cette même eau aura tendance à ressortir par les puits en même temps que le pétrole, augmentant de ce fait le coût du raffinage. Ce sera une des causes potentielles de la mort d'un puits, que nous verrons plus tard. Aussi, à une époque c'était surtout le gaz naturel, très peu populaire, qui était utilisé à la place de l'eau pour maintenir une forte pression. De plus, ce procédé était pratique dans le sens qu'à mesure que la pression diminuait dans le puits, une nappe de gaz se formait à son sommet. Depuis le temps le gaz naturel prend de plus en plus de valeur économique (et pose aussi bien des problèmes au niveau de l'injection), et est de moins en moins utilisé, au profit de l'eau. Notons aussi que les puits d'injection d'eau sont extérieurs

aux puits pétrolifères, le réservoir d'eau étant plus profond et souvent plus étendu que la zone où se trouve le pétrole.

Les tous premiers puits étaient de simples puits verticaux desquels, dès la sortie du puits, le pétrole allait directement à la raffinerie avant d'être exporté. Maintenant, avec les difficultés techniques que subissent les puits, ces puits verticaux sont devenus totalement inutilisables, car ils auraient tendance à aspirer plus d'eau que de pétrole. À la place, on utilise de nos jours des puits horizontaux, voire les très coûteux MRCs, « maximal reservoir contact », qui sont parallèles à la surface et donc plus éloignés du réservoir. Ensuite, ce pétrole sera acheminé vers des GOSPs (gas-oil separation plants) alors qu'il est encore sous haute pression, précisément pour qu'il soit raffiné.

Une fois sorti, le pétrole raffiné sera acheminé à pression quasi-atmosphérique vers un dernier centre qu'on appelle de « stabilisation », qui sert à enlever les derniers gaz en trop. Le pétrole restant s'en ira ensuite dans les ports pour être exporté, les gaz encore utilisables seront raffinés à leur tour et vendus, et l'eau sera réinjectée dans le puits pour faire remonter la pression. Toutefois plus il y a de déchets (gaz et eau notamment) qui sont extraits, plus le processus de raffinage devient complexe et coûteux. Par exemple en Arabie Saoudite, le total de tuyaux qui circulent des puits aux raffineries fait un total d'environ 10'300 miles, soit plus de 16'500 kilomètres.

3.2.2. Diverses causes de la « mort » d'un puits :

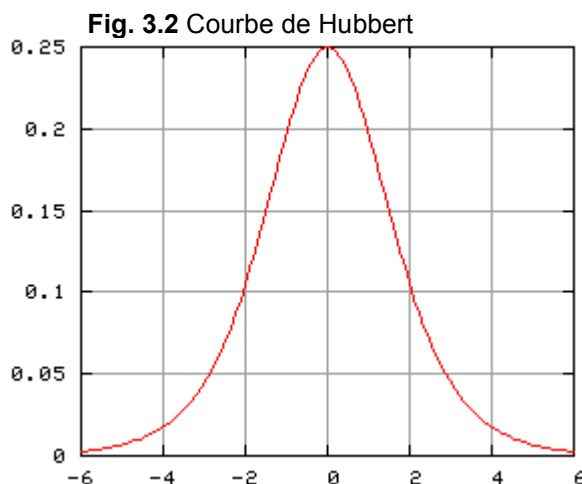
Un puits devient officiellement inutilisable lorsque le coût de l'extraction devient trop élevé par rapport au prix auquel le pétrole est vendu. C'est évident qu'un puits économiquement non-rentable ne sera pas exploité, quelque soit la demande. Toutefois il peut y avoir plusieurs causes de la mort d'un puits, qui sont loin d'être uniquement d'ordre géologique.

La cause principale est la surexploitation du puits, ou la mauvaise gestion de la pression. En effet, si la pression diminue à l'intérieur du puits il y a risque de mélange entre le pétrole avec l'eau, ainsi que le risque d'ébullition de pétrole, qui se transformerait alors en gaz naturel. Dans les deux cas, le puits deviendrait inexploitable. Cette surexploitation est souvent due à une administration qui demande trop de précipitation, ainsi voulant tirer un maximum de pétrole (et un maximum de bénéfices) en un minimum de temps, sans se soucier de l'état du puits à long terme.

Les principales causes directes de la mort d'un puits sont les suivantes :

- Surinjection d'eau dans le puits pour tenter d'augmenter la pression et ainsi faisant en extraire une plus grande quantité de pétrole, ce qui a tendance à causer une inondation du puits.
- Pompage abusif avec une injection mal dosée, qui cause une chute de pression dans le puits avec les conséquences citées ci-dessus.
- Vieillesse « naturel » du puits, dans lequel on a injecté tellement d'eau et qu'on exploite depuis tellement longtemps que les conséquences sont les mêmes que dans les 2 points précédents. Aussi, si un puits a un pourcentage de pétrole trop faible l'eau l'envahira naturellement en cas d'extraction.

Un célèbre géologue américain du nom de Marion King Hubbert s'est efforcé de décrire la courbe de l'évolution de la production du pétrole en fonction du temps, courbe représentée schématiquement ci-contre. Notons que les axes représentent des indices, et donc n'ont aucune utilité numérique, d'où l'absence de légende. Selon Hubbert, la production d'une ressource non renouvelable (la ressource utilisée pour ce modèle étant le pétrole) augmente de façon exponentielle,



ensuite plafonne, atteint le fameux pic de production, et ensuite décroît à une vitesse semblable à celle de la croissance. Ainsi à l'aide d'une équation logarithmique et en fonction du rapport ressources extraites/ressources restantes, il a pu prédire 15 ans à l'avance l'arrivée du pic de la production pétrolière américaine. Selon Hubbert, du moment que le pays a extrait autant de pétrole qu'il lui en reste dans ses réserves il est arrivé à son pic de production. Malheureusement cette méthode devient difficilement applicable à l'échelle mondiale, puisqu'il est difficile de savoir avec précision quand le monde a atteint/atteindra son pic de production. Toutefois plus de 60 pays l'ont déjà atteint, dont le détail sera donné dans le chapitre réservé à la situation actuelle.

À mesure que les recherches ont avancé dans le domaine de la spéculation, la courbe de Hubbert a été sans cesse perfectionnée, et maintenant le schéma ressemble plus à un trapèze, avec une montée qui représente la mise en service du puits, un plafond plus ou moins long selon la capacité du puits, et ensuite une diminution extrêmement rapide de la production jusqu'à une stabilisation à un taux nettement inférieur à la capacité d'extraction de départ.

Une fois le puits économiquement non rentable, il est bouché au ciment. C'est la fin ultime qui attend tout puits pétrolifère, aussi grand qu'il soit. Il est important de noter que le pic de la production mondiale est inévitable, il ne resterait plus qu'à savoir la date. Les puits sur lesquels nous comptons encore pour assurer notre production, ainsi que les grands puits « décédés » vous seront présentés plus en détail un peu plus loin.

3.3. Les différents types de pétrole

3.3.1. Les différents types de pétrole à l'extraction

S'il existe un seul type d'eau dans le monde (H₂O), ce n'est pas le cas pour le pétrole. L'or noir extrait d'un grand gisement pétrolifère en Arabie Saoudite a des qualités très différentes de celui extrait au fin fond du Canada. L'objectif est ici de répertorier tous les types de pétrole connus en fonction de leur teneur en soufre et de leur densité.

		Pourcentage de soufre ↗				
		Prix ↗				
		Brut TBTS ≤ 0,5	Brut BTS 0,5 - 1,0	Brut MTS 1,0 - 2,0 % S	Brut HTS 2,0 - 3,0	Brut THTS > 3
Degrés API ↘	~60°API Très léger	Arzew Hassi-Messaoud Zarzaitine Nigeria Light	Brent			
	Léger	Nigeria Forcados Nigeria Médium	Bréga Zuétina	Murban	Qatar Zakhum Berri Umm Shaïff	
	Moyen	Ekofisk	Es Sider		Agha Jari Ashtart Arabe Léger Tatar	Basrah Kirkuk
	~20°API Lourd	Amna Bassin Parisien Gamba Emeraude / Loango Loango	Emeraude	Grondin / Mandji mélange	Grondin	Buzurgan Kuwait Safaniya (Arabe lourd) Tia Juana Bachaquero Rospo Mare

Fig. 3.3 Les différents type de bruts

3.3.1.1. Les degrés API

C'est une unité qui a été introduite par « l'American Petroleum Institute », d'où le nom « API ». Elle sert à mesurer la densité d'un pétrole brut. Un brut léger (c'est-à-dire à densité faible) aura un degré API élevé. Dans la plupart des cas, le degré API varie entre 20° et 60°. Inversement un brut lourd aura un degré API faible. Plus le degré API est grand, plus le brut est pratique pour la production de carburant (tel que le kérosène ou la benzine), son prix sera donc plus élevé qu'un brut plus lourd.

Le degré API se calcule comme suit :

$$\text{Densité} [^\circ \text{API}] = \frac{141.5}{G_s} - 131.5$$

où G_s est la « gravité spécifique » du brut en question. La gravité spécifique est la densité du brut, comparé à la densité de l'eau (de gravité spécifique 1).

3.3.1.2. La teneur en soufre

Il est important de tenir compte de la teneur en soufre lors du raffinage, les produits finis ayant des prescriptions à ce niveau. On classe les pétroles en 5 classes de teneur en soufre (cf. tableau ci-dessus) :

- TBTS (très basse teneur en soufre),
- BTS (basse teneur en soufre),
- MTS (moyenne teneur en soufre),
- HTS (haute teneur en soufre)
- THTS (très haute teneur en soufre)

3.3.1.3. Composition chimique

La forme des molécules du pétrole définit s'il est paraffinique, naphthénique ou aromatique.

- Pétrole paraffinique : Il contient majoritairement des paraffines. Les paraffines sont des molécules hydrocarbonées linéaires (C_nH_{2n+2}), c'est-à-dire sans cycle et dont le plus courant est le méthane (CH_4).
- Pétrole naphthénique : Il contient majoritairement des naphthènes de formule chimique C_6H_{12} et de ses dérivés.
- Pétrole aromatique : se dit des pétroles qui contiennent majoritairement des molécules qui comportent au moins un cycle de 6 atomes de carbone.

3.3.2. Raffinage

C'est un processus très complexe qui permet de séparer le brut en plusieurs produits finis, dont un schéma représentatif est donné dans les annexes. (C.F. annexe 5)

4. Situation internationale du pétrole

4.1. Histoire du pétrole

1859 : Premier forage en Pennsylvanie faite par Edwin L. Drake. Le pétrole sera d'abord essentiellement utilisé pour l'éclairage.

1860 : John Davidson Rockefeller entend parler de ce Mr. Drake et fonda la première compagnie de distribution du pétrole, *Standard Oil*. Il allait ensuite prendre le monopole de la distribution aux États-Unis au point de fixer lui-même le prix du baril. La compagnie allait ensuite changer de nom pour devenir *Esso*, et ensuite la fameuse *Exxon Mobil*.

Dès 1880 : Premières exploitations au sud de la Russie et au bord des mers Noire et Caspienne. On y retrouvera notamment Marcus Samuel, fondateur de la *Shell Transport and Trading Company*.

1890 : Royal Dutch commence à exploiter les combustibles fossiles en Indonésie.

1901 : Premiers grands gisements pétrolifères au Texas

1902 : Indépendance de l'Arabie Saoudite et entrée dans le monde des producteurs de pétrole

1903 : Création de la *Ford Motor Company* qui connaîtra le succès 5 ans plus tard avec la fameuse « Ford T ». Ils fabriqueront notamment sous-marins, chars, avions et ambulances pour les alliés pendant la première guerre mondiale.

1907 : Fusion de la Royal Dutch avec la compagnie de Samuel pour former la *Royal Dutch Shell*.

1911 : Le monopole de la *Standard Oil* est brisé par le gouvernement américain.

1914-1918 : Première guerre mondiale, qui sera aussi la première guerre industrielle. Le monde connaît une explosion dans le nombre de véhicules motorisés. Les anglais changeront leurs navires au charbon et navires au pétrole, et les premiers sous-marins allemands à moteur Diesel voient le jour. Le manque d'accès à des régions pétrolifères pour l'Allemagne sera une des causes de la défaite de cette dernière.

1923 : Premières concessions territoriales en Arabie Saoudite

1939-1945 : Deuxième guerre mondiale. L'Allemagne et le Japon ont de graves problèmes d'approvisionnement en pétrole, une fois de plus une cause du freinage de la machine de guerre de ces deux pays.

1948-49 : Découvertes respectivement de Ghawar nord et Ghawar sud (en Arabie Saoudite), c'est aujourd'hui encore la plus grande réserve de pétrole au monde

Début des années 70 : le gouvernement saoudien comment à racheter les puits qui appartenaient jusqu'alors exclusivement à des compagnies américaines

1970 : Pic de la production pétrolière américaine à 11,3 milliards de barils, qui baissera à 9 milliards dans les années quatre-vingts et à environ 6 milliards aujourd'hui.

1973 : Première crise pétrolière suite à Yom Kippur (Israël). Le roi Fayçal d'Arabie Saoudite met en place un embargo sur les exportations aux États-Unis, car ceux-ci n'ont pas écouté la voix du peuple arabe dans les négociations pour la création de l'état d'Israël.

1975 : Nationalisation des champs pétrolifères d'Aramco. Ils sont depuis lors entièrement sous le contrôle de l'État saoudien

1979 : Début du silence de Saudi Aramco sur la quantité de pétrole extrait par jour, les seuls chiffres publiés par l'OPEP étaient invérifiables par des organismes extérieurs.

1979-1980 : Renversement du shah en Iran. Les exportations pétrolières cesseront, le pétrole iranien servant uniquement aux besoins intérieurs du pays. C'est la deuxième crise pétrolière, l'Iran contribuant à l'époque pour 5% de la production mondiale. Suite au renversement politique, l'Iraq déclara la guerre à l'Iran, ciblant notamment les champs pétrolifères de ce dernier. Suite à cette crise, les efforts faits pour augmenter l'offre et stabiliser la demande (montée de la production de l'Arabie Saoudite, arrivée du gaz naturel) firent rechuter les prix, causant la faillite de plusieurs « petits » producteurs.

1986 : Grande baisse des prix, suite à un changement de politique pétrolière de la part de l'Arabie Saoudite et du Kuwait. Combiné à la montée des ressources notamment dans la Mer du Nord, cela a causé une inondation du marché et des prix qui ont été coupés en deux.

1990-1991 : Invasion du Kuwait par l'Iraq, suivi de l'intervention de Bush Sr. causant la guerre du Golfe. La montée des prix a été relativement vite maîtrisée par l'OPEP et le baril ramené à un taux en dessous des 20\$. Suite à la guerre du Golfe les pays exportateurs augmentent les quantités exportées, ainsi baissant encore les prix.

1998 : Retour de l'Iraq, qui n'avait plus été présent depuis quelques temps, sur le marché international en tant que grand exportateur. De plus la crise économique en Asie de l'Est et un hiver doux ont fait baisser la demande. Résultat, les prix ont encore baissé de près de 40%.

1999 : Les prix doublent, suite à un accord passé entre l'Iran et l'Arabie Saoudite, ainsi que la demande qui a à nouveau augmenté.

2002-2006 : L'inquiétude s'installe chez les spécialistes. Les prix du pétrole montent sans raison politique majeure, pour franchir la barre des 50\$ en 2004 et se situer aux alentours des 75\$ aujourd'hui. Les causes de cette montée seront expliquées plus tard.

4.2. Situation actuelle

Depuis quelques années déjà, nous sommes témoins d'une étrange montée du prix du baril. Certes historiquement le baril a déjà coûté plus cher (C.F. annexe 1), mais de par le passé les escalades des prix ont toujours eu une explication politique. Entre les guerres du Golfe, l'embargo de 1973 ou encore les manœuvres de l'OPEP, organisation des pays exportateurs de pétrole (qui a bien évidemment pour but de favoriser ces derniers), on est toujours parvenu à trouver une explication.

Toutefois, depuis quelques années le bilan est plus inquiétant. Alors qu'en 2001 un baril de pétrole coûtait encore 20\$, son prix a aujourd'hui franchi la barre des 70\$. Cette section tentera de vous expliquer pourquoi les prix montent ainsi sans raison politique majeure apparente.



Fig. 4.2 a) : Évolution des prix en dollars depuis 1985. Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9trole>

4.2.1. Situation actuelle dans les pays exportateurs de pétrole

Beaucoup de pays produisent du pétrole (c.f. figure 1.2) mais peu d'entre eux en produisent en quantité suffisante pour en exporter. Un exemple flagrant est celui des États-Unis. Malgré que ce soit un des pays producteurs les plus importants, il consomme tant qu'il est tout de même obligé d'importer. Ainsi son statut sur le marché international du pétrole est celui d'un consommateur, et non d'un producteur. Tout d'abord, nous allons nous pencher sur la politique des pays exportateurs.

1.  [Arabie saoudite](#) : 7,38
2.  [Russie](#) : 6,64
3.  [Norvège](#) : 2,74
4.  [Iran](#) : 2,34
5.  [Koweït](#) : 2,18
6.  [Venezuela](#) : 2,12
7.  [Nigeria](#) : 2,09
8.  [Émirats arabes unis](#) : 2,09
9.  [Mexique](#) : 1,66
10.  [Algérie](#) : 1,63
11.  [Libye](#) : 1,38

Voici le classement des 11 pays qui ont exporté le plus de pétrole en 2005 (en millions de barils par jour). Nous remarquerons en tête l'Arabie Saoudite, la Russie et la Norvège. De ces 3 pays, le seul qui n'a pas atteint son pic de production (voir généralités), c'est l'Arabie Saoudite. C'est pour cette raison que ce pays est le plus influent de l'OPEP et, d'après grand nombre de spécialistes, a le plus de pouvoir sur le marché.

Toutefois cette position de force est la cause de nombreux problèmes. En effet, l'Arabie Saoudite est un pays qui doit affronter de sérieux troubles démographiques. Non seulement ce pays est considérablement endetté, mais de plus (et c'est aussi le cas pour des pays tels que l'Iran, l'Iraq, le Kuwait ou encore les Émirats Arabes Unis) sa population a plus de doublé en 20 ans. Ce sont des pays qui sont soumis, contrairement à la croyance populaire, à une grande pression économique d'une part pour des raisons internes, et d'autre part à cause de leur important rôle international. Le pétrole est, pour ces pays du Moyen-Orient, quasiment l'unique source de revenu.

C'est d'ailleurs pour cette raison qu'a été créée, en 1960, l'OPEP. Cette organisation a pour but d'harmoniser les intérêts de ses pays membres, pour fixer des prix qui conviennent à tous. Dans des pays parfois politiquement instables comme ceux du Moyen-Orient, cette organisation est extrêmement utile pour empêcher le recours à des interventions de type militaire par de grands pays qui exportent relativement peu (Iran et Iraq notamment) face à des pays moins peuplés, mais qui possèdent plus de ressources et plus de moyens financiers (comme l'Arabie Saoudite ou le Kuwait).

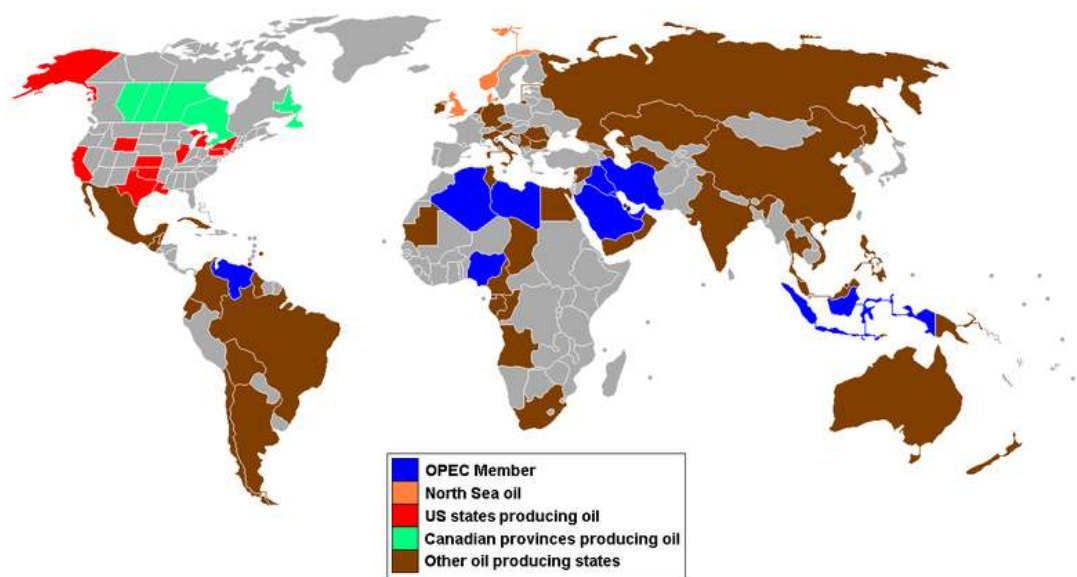


Fig. 4.2 b) : Pays producteurs de pétrole : Source : http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Oil_producing_countries_map.PNG#file

Un exemple concret d'intervention militaire, c'est la cause « pétrolière » de la 2^{ième} guerre du Golfe (dite de Kuwait), en 1990-1991. Le Kuwait, qui avait une plus grande capacité d'extraction que l'Iraq, a menacé d'inonder le marché, récupérant ainsi une plus grande part de celui-ci (le marché) et causant une baisse générale des prix. Pour l'Iraq c'était un scénario catastrophe, car il voyait sa part du marché diminuer en plus d'une baisse des prix qui allait mener inmanquablement à une baisse des bénéfices. C'est pour cela que l'Iraq menaçait d'intervenir militairement, et se retrouva obligée d'exécuter sa menace. Les premières cibles stratégiques de l'armée iraquienne étaient les puits pétrolifères. Toutefois le Kuwait put s'en sortir sans trop de pertes grâce à l'intervention d'une coalition internationale (avec les États-Unis à leur tête) et l'Iraq en prit un grand coup économique (à la baisse des bénéfices qui s'en suivit se sont ajoutés les frais militaires).

La présence militaire américaine sur le terrain au Moyen-Orient depuis les guerres de Kuwait et d'Iraq a aussi une influence macro-économique. Elle garantit à ce grand consommateur une part des exportations de pétrole venant des pays qui ont besoin de sa protection, mais a le désavantage de déstabiliser le marché (naturellement les pays arabes ne sont pas d'accord d'avoir la présence du pays qui manifeste le plus d'amitié envers Israël à proximité de leurs frontières). L'unique solution pour garantir une certaine stabilité du marché (en plus d'une baisse de la menace terroriste) serait le retrait des troupes américaines d'Iraq. Le problème c'est que les USA auraient moins d'influence sur le marché, au profit de grands pays géographiquement plus proches comme la Chine et l'Inde.

Pour ce qui en est des grands exportateurs hors-OPEP la situation est loin d'être rose. La Russie a atteint son pic de production en 2004 en tentant d'inonder le marché pour satisfaire la demande rapidement croissante, mais depuis est en baisse de production (et cela sans compter l'URSS qui a atteint son pic de production en 1987). Quand à la Norvège, elle a subi son pic de production en 2000, en même temps que le Royaume-Uni (ces deux pays se partagent les exploitations de la mer du Nord notamment). Toutefois ce sont des pays quelque peu diversifiés, qui ne sont pas totalement dépendants de leurs exportations de pétrole, contrairement à la majorité des pays de l'OPEP.

Aussi en novembre 2005 le 2^{ième} plus grand champ pétrolier du monde, le champ de Burgan au Kuwait, a atteint son pic de production. Cela bien avant les dates prédites par des spécialistes en la matière. Cet événement singulier nous amène à nous demander si d'autres champs gigantesques, tels que le champ pétrolier de Ghawar en Arabie Saoudite (qui produit à lui tout seul plus de 6% du pétrole mondial), ne suivront pas ce géant dans sa descente aux enfers.

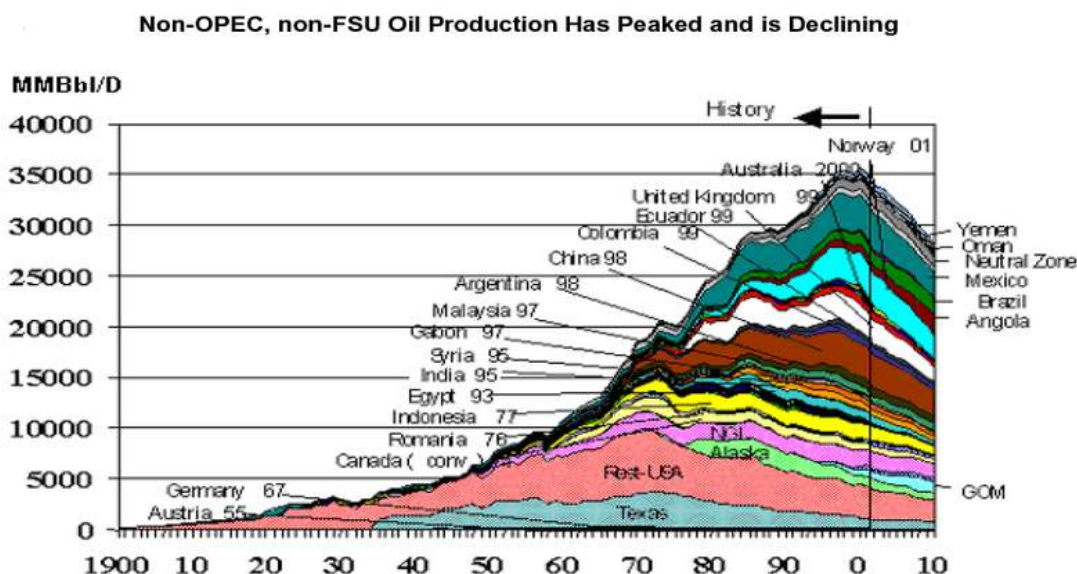


Fig 4.2 c): Pics de production des pays hors-OPEP ;

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Image:Hubbert_world_2004.png

De plus, et malgré les messages très rassurants venant de nombreux officiels de Saudi Aramco (la compagnie nationale charge du pétrole de l'Arabie Saoudite, qui est d'ailleurs une compagnie gouvernementale) plusieurs éléments nous portent à croire que le pic de la production de Ghawar est proche, éléments expliqués en détail dans l'ouvrage de Matthew Simmons intitulé *Twilight in the Desert*. Ces arguments vous seront présentés plus bas.

Toutes les raisons évoquées causent une certaine volatilité dans les prix, ce qui rend à première vue le travail d'analyse des prix difficiles, phénomène qu'on remarque aisément sur la fig. 4.2a). Toutefois si on ne tient compte que de la tendance générale on remarque incontestablement une montée, et cette montée-là n'est pas causée par une guerre ou un embargo (c.f. chronologie). Alors quel en serait la cause ? Sur ce point, 2 avis se distinguent assez nettement :

a) Réserves suffisantes, mais volonté d'économiser

Le premier avis est le plus rassurant. Ce serait de dire que la montée des prix n'est pas due à un essoufflement des réserves, encore abondantes, mais d'une envie des pays producteurs d'économiser leurs ressources tout en tirant un maximum de bénéfices. Cette économie serait permise grâce au fait que le marché de pétrole est un oligopole dominé principalement par l'OPEP. De plus les pays du Moyen-Orient possèdent nettement plus de réserves que les autres pays exportateurs (c.f. annexe 2). Ainsi pour augmenter leurs bénéfices sans avoir besoin d'investir en des projets d'augmentation de capacité d'extraction, ils montent les prix pour faire baisser la demande, tout en attendant d'avoir un monopole sur le marché mondial (la concurrence est relativement faible).

Le désavantage évident de ce système c'est qu'en montant les prix, l'OPEP favorise l'investissement des pays importateurs en énergies alternatives. Investissement qui, nous le verrons par la suite, tarde tout de même de venir. La demande continue à monter, même si le rythme de la montée est de moins en moins soutenu. L'OPEP doit satisfaire la quasi-totalité de la montée de la demande, causant une dépendance accrue. Dans ce cas de figure, l'OPEP paraît très nettement gagnant.

Bien évidemment, pour que ce cas de figure soit réaliste, les spéculateurs se basent sur l'hypothèse que les réserves sont encore bien remplies, qu'il reste encore du pétrole à découvrir et que les pays de l'OPEP sont capables d'extraire plus (de préférence simplement en ouvrant un peu plus les robinets). C'est aussi cette figure que défendent les compagnies exportatrices, mais de leur part ça pourrait simplement être pour ne pas inquiéter les politiques et espérer que le pétrole restera le plus longtemps possible aussi populaire qu'il l'est aujourd'hui. De plus, et pour renforcer leur thèse, ils ne cessent d'affirmer que les alertes ont été nombreuses depuis plus de 50 ans déjà, sans que le pic mondial ne survienne.

b) Réserves qui s'épuisent

Le deuxième avis est nettement moins rassurant, et part d'une base autre que le premier. Selon les partisans de ce point de vue, la montée des prix est due à une difficulté croissante des pays exportateurs à produire suffisamment pour satisfaire la demande, ceci non pas par souci économique mais simplement à cause de trop gros problèmes techniques dans des puits qui arrivent à maturité. Les arguments principaux sont :

- Que le pic de la découverte de nouveaux puits a eu lieu dans les années 60, et depuis nous n'avons découvert que bien trop peu de puits durables.
- Que les plus grands champs pétrolifères au monde (notamment au Moyen Orient) sont exploités depuis près d'un demi-siècle et connaissent des problèmes de vieillissement de plus en plus graves, mais surtout typiques d'un vieux puits pétrolifère.
- Que la demande dans des pays en voie de développement tels que la Chine et l'Inde monte extrêmement rapidement, et que la demande dans les pays industrialisés ne baisse pas assez (voire pas du tout dans le cas des États-Unis).
- Que la plupart des grands pays producteurs hors-OPEP tels que la Russie, la Norvège ou encore les États-Unis ont déjà atteint leur pic de production et connaissent une grande baisse de débit.
- Les investissements trop faibles dans la rénovation des puits, qui seraient pour la plupart exploités à leur maximum.

Prenons exemple sur le puits duquel nous dépendons le plus ; celui de Ghawar, en Arabie Saoudite, dont l'état actuel fut parmi les thèmes principaux du livre cité un peu plus haut. Mr. Simmons, pour faire son rapport, a fait une analyse de papiers publiés par les techniciens de la Society of Petroleum Engineers travaillant (partiellement ou pleinement) pour la société Saudi Aramco. Ces papiers racontent les difficultés techniques rencontrés dans certains puits, rarement nommés mais reconnaissables à leur structure géologique, dont justement le plus grand puits de la planète. Individuellement, ces papiers sont d'une importance relativement faible, mais pris en nombre ils donnent une vision d'ensemble très intéressante, et dont l'analyse mène à la conclusion évidente : le puits de Ghawar (ainsi que plusieurs autres grands puits saoudiens tels qu'Abqaiq et Safanya) arrivent à maturité. Il faut de nos jours injecter 2 barils d'eau pour chaque baril de pétrole prélevé dans le puits de Ghawar. De plus, compte tenu de son immensité (280 kilomètres de long sur 30 kilomètres de large) il est extrêmement difficile de tenir compte de tous les paramètres liés à son état de « santé ». Encore une inconnue dans la prédiction de la date de l'arrivée du pic pétrolier.

Cette deuxième approche mène à la conclusion suivante : le pic de la production mondiale de pétrole approche, s'il ne nous est pas déjà tombé dessus, chose que nous ne saurons que rétrospectivement.

Il est probable qu'extrêmement peu (voire aucun) de spécialistes ont dans leurs mains les données nécessaires pour faire un bilan totalement objectif de la situation actuelle. Toutefois un certain nombre de choses sont sûres quand à la situation actuelle pour les pays exportateurs, au Moyen-Orient notamment. Tant que le pétrole conserve une importance économique aussi grande qu'actuellement, ces pays se battront pour avoir leur part du marché de l'offre. Si des moyens militaires sont employés, comme les 3 Guerres du Golfe (Iran, Kuwait et Iraq), une instabilité des prix est garantie, et le choc causé par leur montée d'autant plus dur.

Aussi la plupart des pays exportateurs, autant que les pays importateurs, sont dépendants du pétrole pour faire fonctionner leurs économies, et c'est cette interdépendance qui garantit encore une volonté des pays exportateurs de continuer à satisfaire la demande internationale, et non pas d'utiliser le pétrole comme arme, comme c'était le cas lors de la première crise de 1973. Il y a 30 ans, l'Arabie Saoudite avait encore d'immenses réserves, une population relativement basse et une économie stable. Ce n'est plus le cas aujourd'hui.











4.2.2. Situation dans les pays consommateurs/importateurs :

Le prix du baril est d'une importance politique capitale pour tous les pays qui sont contraints d'importer du pétrole en grande quantité, et ceci pour plusieurs raisons. Une trop grande montée du prix du baril constitue un risque d'inflation, une montée des coûts du transport et donc du commerce, ainsi qu'une insécurité gouvernementale autant interne qu'externe.

Depuis la fin des années 80, chaque candidat à la présidence des États-Unis s'est présenté aux élections avec un projet pour garantir une stabilité dans le marché de l'énergie. Même si aucun n'a été réellement efficace, cela démontre l'importance qu'a l'énergie de nos jours dans la politique interne d'un pays. Une montée des prix du pétrole causerait une montée des prix de tout ce qui en dépend, directement ou indirectement : plastiques, carburants, chauffages, médicaments, engrais, etc. Pour éviter la crise économique, chaque pays se voit donc obligé soit de s'assurer une part du marché pétrolier, soit d'investir en de nouvelles énergies. Hélas, la première option est de loin celle préférée jusqu'à maintenant des politiques.

Concrètement, l'option pour laquelle optent ces gouvernements peut apparaître sous plusieurs formes. Celle des États-Unis semble la plus évidente, même si c'est probablement la plus risquée. La présence militaire dans la proximité directe des plus grands producteurs mondiaux met une grande pression politique sur celles-ci, tout en protégeant, comme il a été antérieurement, les pays producteurs militairement moins développés. À cause de ce genre de comportement, le Moyen-Orient est devenu la région la plus militarisée et conflictuelle de la planète depuis la fin de la Guerre Froide.

Une autre manière de s'assurer une part du marché, qui provoque moins de risques directs de pertes humaines que celle du plus grand consommateur de la planète, c'est par le biais d'accords commerciaux et diplomatiques. Par exemple en 2004, la Chine et l'Iran signèrent un accord qui promettait un accès privilégié au pétrole iranien pour ce grand pays oriental, à condition que celui-ci fournisse du matériel de forage, de l'aide dans l'exploration pour de nouveaux puits et des navires marchands. Toutefois derrière ces accords qui semblent honnête, on peut tout à fait imaginer des trafics d'armes vers les pays du Moyen-Orient, où la demande est grande.

-  [États-Unis](#) : 20,6
-  [Chine](#) : 7
-  [Japon](#) : 5,4
-  [Russie](#) : 2,8
-  [Corée du Sud](#) : 2,6
-  [Allemagne](#) : 2,6
-  [Inde](#) : 2,5
-  [Canada](#) : 2,2
-  [Mexique](#) : 2,0
-  [France](#) : 2,0

Nous trouvons ici les principaux consommateurs de pétrole en 2005, avec bien évidemment les États-Unis en tête. Nous remarquerons une consommation relativement faible de l'Union Européenne (qui a, cette année-là, consommé en moyenne environ 14,7Mbbbl/j). Les énergies alternatives et les techniques d'économie d'énergie y sont plus présentes qu'en Amérique du Nord (c.f. annexe 4).

Si on se penche plus près sur le cas des États-Unis, on remarque qu'ils restent largement en tête du classement, même si depuis quelques années ils réussissent de plus en plus à freiner l'augmentation de la consommation (sans toutefois être capables de la faire baisser). Les principales causes de cette forte consommation sont notamment la popularité qu'a encore la voiture à essence, souvent une grosse cylindrée, par rapport à des modèles par exemple électriques (le marché des voitures électriques aux États-Unis étant, paradoxalement, mieux fourni que celle de l'Union Européenne) et la nécessité pour une famille de disposer d'une (voire de plusieurs) voiture(s). Les quartiers résidentiels sont souvent très éloignés des lieux de travail des habitants, et de plus ils sont mal desservis par les services de transport public. Les grandes banlieues américaines sont une des grandes causes de l'immense consommation de ce pays.

De plus la consommation électrique aux États-Unis pose de sérieux problèmes d'économie d'énergie, puisque grand nombre de leurs centrales fonctionnent encore à l'énergie thermique (et donc souvent à base de pétrole). C'est un pays réputé pour son gaspillage en matière d'éclairage, si l'on prend par exemple les rues Las-Vegas, ou encore le nombre de machines laissées en mode « stand-by » (ce deuxième problème est d'ailleurs aussi fréquemment rencontré en Europe).

En matière de chauffage aussi, les États-Unis sont réputés pour sortir des normes. Les maisons y sont moins isolées, le système de chauffage utilisé de façon très peu économe (souvent la température d'une chambre est telle que n'importe qui peut s'y promener en manches courtes en hiver). En été le problème est inverse, avec l'utilisation abusive d'air conditionnée pour refroidir les habitations, et entraînant encore une grande consommation d'électricité.

La Chine est le pays qui, en pourcentage, a connu ces dernières années la croissance la plus forte. Une industrialisation tardive a causé une grande montée de la demande, chaque habitant de ce pays extrêmement peuplé voulant naturellement sa voiture, son chauffage au mazout, ses matières plastiques etc. Toutefois, et là est la grande distinction entre elle et les États-Unis, une grande partie du pétrole consommé ne va non pas dans le confort individuel des habitants, mais dans l'industrie. Ainsi, le pétrole acheté par la Chine est économiquement beaucoup plus rentable qu'il ne l'est chez les Américains.

Pour ce qui est de l'Inde, c'est le grand suspense. On pourrait aisément imaginer que ce pays se développe d'un coup avec une vitesse étonnante, comme son voisin chinois, causant une explosion dans la demande et, inmanquablement, une immense montée dans les prix. La volonté tout à fait légitime de ces pays de vouloir se développer autant sur le plan économique que social pourrait causer une chute vertigineuse de l'économie mondiale. Face à cette menace, les pays industrialisés optent encore beaucoup trop pour le « chacun pour soi », la guerre pour un marché qui est encore économiquement si rentable. Mais si les prix montent malgré les efforts de ces pays avons nous une solution de rechange au pétrole? Cette question sera traitée postérieurement.

4.2.3. Conclusion

En conclusion, malgré les signes évidents d'alarme, les pays industrialisés et les pays en voie de développement sont encore incontestablement dépendants du pétrole, voire trop dépendants. De leur côté, les pays producteurs sont conscients de cette dépendance et misent l'entier de leur système économique sur leur production d'or noir. Ainsi nous avons ce qu'on appelle une situation d'interdépendance.

Le résultat de cette interdépendance est la volonté de s'assurer, pour le bon fonctionnement de l'économie nationale et autant chez les importateurs que les exportateurs, une part du marché. Du coup, tous les moyens deviennent bons. Le Moyen-Orient est devenu la région la plus militarisée de la planète. Chaque année, les pays du Golfe dépensent des fortunes en armement, à la place d'utiliser cet argent pour diversifier leurs économies. Des spécialistes affirment que certaines grandes nations importatrices n'hésitent pas à échanger des armes contre des rapports économiques privilégiés, ce qui n'est guère étonnant si l'on regarde les tensions politiques entre les pays producteurs. La paix relative de ces régions tient encore grâce au fait que tous les pays ont encore du pétrole à exporter. Et quand le pétrole commencera sérieusement à manquer ?

4.3. Pronostics des spécialistes

Depuis que le pétrole a pris une importance macro-économique, de nombreux spécialistes s'efforcent de tenter de prévoir l'évolution du prix du baril, ainsi que les conséquences économiques et politiques qui surviendront. Vu le nombre d'éléments qui entrent en jeu, ces pronostics sont extrêmement difficiles à faire, raison pour laquelle on pourrait aisément imaginer que peu voire aucun spécialiste n'a de pronostics réellement fiables. Dans cette partie nous verrons deux exemples de pronostics, un « optimiste » qui se base sur l'hypothèse de réserves

mondiales encore bien remplies, et un « pessimiste » qui se base sur l'hypothèse d'un pic mondial de production proche.

4.3.1. Et si on avait encore pour quelques décennies de pétrole sous nos pieds ?

Cette première hypothèse est celle énoncée par beaucoup de spécialistes travaillant pour des compagnies pétrolières, ainsi que certains autres plus désintéressés, et donc potentiellement plus fiables. Elle s'appuie sur les arguments suivants :

- Il reste dans le monde encore plus de 1200 milliards de barils de ressources prouvés, soit de quoi tenir (à notre vitesse de consommation actuelle) encore près de 40 ans.
- En plus de ces ressources prouvés, il existe énormément de ressources « probables » et de ressources « possibles », grâce auxquelles on aurait encore vraisemblablement du pétrole jusqu'en 2100.
- Les avancées technologiques nous permettent d'extraire de plus en plus de pétrole à un prix de moins en moins élevé.
- Il reste encore d'immenses territoires qui n'ont pas été explorés, et dans lesquels on pourrait très certainement trouver encore du pétrole (notamment au Moyen-Orient).

Ainsi sur la base de ces hypothèses, les seuls problèmes engendrés à court terme seraient de l'ordre de la répartition, et non de la pénurie. Selon ces spécialistes, d'ici à ce qu'il n'y ait plus de pétrole nous aurons le temps de développer des énergies alternatives, évitant ainsi une crise économique. Mais sur le plan politique, tout n'est pas rose pour autant.

Même si les réserves mondiales sont aussi pleines qu'on le prétend, il n'empêche que la grande majorité du pétrole restant est encore concentrée dans des pays membres de l'OPEP. Ainsi, à mesure que le temps avance, le pouvoir de l'OPEP sur le marché est croissant. Cela signifie que les prix ont de fortes chances de monter, grâce à la collaboration des exportateurs.

Cette montée des prix aura pour conséquence une plus grande pression des importateurs sur les exportateurs pour tenter le redressement. Cette pression peut être d'ordre économique (proposition de marchés très avantageux de la part de pays consommateurs, tels que financement des installations d'extraction, ou au pire trafic d'armes) ou, dans des cas extrêmes, militaire. On pourrait aisément imaginer d'autres Guerres du Golfe où, cachés par des prétextes politiquement plus corrects, le but principal serait la quête de plus de puits. Aussi on risque de voir de plus en plus d'alliances entre producteurs et consommateurs, au point même (selon certains spécialistes) de ressembler à un scénario d'avant-guerre.

Il serait tout à fait judicieux d'imaginer que, faute de moyens financiers et à cause de menaces terroristes, les USA aient à se retirer de l'Iraq. Suite à ce retrait ils perdraient de l'influence sur le marché face à des puissances montantes et géographiquement plus proches des zones conflictuelles, pays tels que la Chine et l'Inde. Ces pays pourraient alors, en cas de pénurie, tenter une invasion au sol d'un des grands producteurs. Les USA seraient ensuite obligés de s'interposer, ce qui causerait une situation de guerre. De nombreux scénarios de ce style sont envisageables, mais toutefois un certain nombre de données sont sûres :

- Les États-Unis ne pourront pas assurer éternellement leur présence en Iraq, malgré que celle-ci soit importante pour que le plus grand importateur de la planète soit proche des grands pays (économiquement parlant) membres de l'OPEP.
- La consommation de la Chine et de l'Inde risque beaucoup de monter, et il n'est pas sûr que la capacité d'extraction actuelle suffise pour combler cette montée. Si ce n'est pas le cas, l'investissement en de nouvelles technologies fera monter le prix du baril.
- Ce qui évite une explosion du marché, dans un sens comme dans l'autre, c'est l'existence d'une interdépendance. Si elle est brisée, soit par une hausse trop rapide de la demande, soit à un investissement massif en des énergies alternatives, les conséquences risquent d'être conflictuelles.

En l'occurrence, les défenseurs de l'hypothèse des réserves encore bien remplies auront plutôt tendance à prédire une percée des énergies alternatives. En effet, à mesure que le prix du baril monte, l'investissement en de nouvelles énergies qui deviennent proportionnellement moins chères monte aussi. Ce développement pourrait causer une crise économique chez les pays producteurs, le pétrole étant leur seule source de revenu. Pour amortir la crise on peut tout à fait s'attendre, de la part des producteurs, à certaines menaces terroristes. Toutefois pour l'instant la tendance générale est plutôt à la recherche de nouveaux puits et à la collaboration entre producteurs et consommateurs, qu'à l'investissement en de nouvelles énergies.

Les producteurs vivent eux aussi une course contre la montre, pour tenter de diversifier leurs économies. En cas d'échec ces pays verront leurs revenus baisser, et vu le stress démographique considérable de ces régions, une crise sociale importante. Le problème est que les pays consommateurs leur mettent une pression considérable dans le but de s'assurer une part du marché. Pour cette raison, les pays producteurs se voient obligés d'investir la majorité de leur argent et des programmes dans la recherche de nouveaux puits, à la place de l'utiliser pour tenter de produire autre chose. Heureusement, une grande présence de pétrole implique une grande présence de gaz naturel. Il est probable que les pays producteurs puissent se tourner vers cette ressource lorsque le pétrole commencera à manquer, pour garder des revenus acceptables. Malgré tout, cette mesure n'est pas une solution, puisque le gaz naturel est aussi fossile et donc non-renouvelable. Cela ne ferait que retarder le problème. Même si on peut imaginer que retarder le problème de cette façon nous fasse gagner suffisamment de temps pour imaginer autre chose...

Ainsi la question qui resterait à élucider serait : la montée progressive de la demande causera-t-elle de trop fortes tensions politiques? Une autre hypothèse aurait tendance à nous faire croire qu'une autre question se pose, bien plus pressante...

4.3.2. Et s'il ne restait pas tant de pétrole extractible que ça ?

Cette deuxième hypothèse est plus alarmante que la première, et se base notamment sur la lente croissance des prix, politiquement inexpliquée, de ces dernières années. Nous avons vu dans la partie précédente les raisons qui pourraient nous porter à croire que les réserves qui se trouvent encore sous nos pieds ne sont pas si remplies que cela. Aussi, et nous le verrons plus tard, les énergies alternatives ne sont pas encore suffisamment au point pour remplacer définitivement le pétrole, et ne sont pas prêts de le devenir. Ainsi nous serions au bord du gouffre économique, et sans stratégie pour y échapper.

La première conséquence évidente d'un pic mondial de pétrole serait la montée fulgurante des prix pour tenter de faire baisser la demande. Vu la dépendance actuelle au pétrole, baisser la demande est loin d'être simple. Si les grands pays consommateurs n'arrivent pas à développer d'énergies alternatives à temps, le risque d'inflation voire de crise économique est extrêmement élevé. D'ailleurs plusieurs spécialistes n'hésitent pas à dire que cette crise est inévitable, et que nous devons concentrer nos efforts pour tenter de l'amortir. Les conséquences d'une montée des prix seraient les suivantes :

- Montée du coût des transports, autant pour la voiture que le camion ou l'avion.
- Montée du prix du chauffage au mazout et des centrales électriques qui produisent encore au pétrole.
- Certains engrais et médicaments, fabriqués à l'aide de pétrole, deviendront plus coûteux à fabriquer.
- Des pays en voie de développement qui voient leur demande en pétrole monter en flèche risquent de subir un frein industriel conséquent.
- Les pays producteurs, qui bénéficieront à court terme d'un revenu plus élevé grâce à la montée des prix, verront s'épuiser leur unique source de revenu.

Ces conséquences là engendreront à leur tour des conséquences qui pourront se révéler encore plus graves, selon le pays en question. Si nous prenons par exemple le cas des États-Unis, nous remarquons qu'une grande partie des habitants vivent dans des banlieues, et sont donc entièrement dépendants de la voiture pour se rendre à leur travail. Grâce aux prix

relativement bas de l'essence, ce phénomène s'est accru, surtout que l'on a jugé inutile de créer pour ces zones des réseaux de transports publics. Maintenant avec les prix qui montent, ces mêmes américains doivent payer de plus en plus cher leurs déplacements, mais en restent dépendants. Si le pétrole commence à manquer, ce seront parmi les premiers à ne plus pouvoir se rendre à leur travail, et on risque d'assister à un phénomène massif de ré-urbanisation.

De plus, avec la mondialisation, la délocalisation a pris une importance croissante dans le commerce international. La grande majorité des matières textiles par exemple, font des milliers de kilomètres avant d'atterrir dans nos magasins. C'est aussi le cas pour beaucoup de fruits et légumes exotiques ou cultivés en serre. On peut imaginer une grande baisse sur nos étalages de bananes, oranges et tomates hors saison. Tout ce que nous importons autrement que par train risque de voir son prix augmenter avec le prix du baril.

Pour remédier au manque de nourriture importé (ou simplement à l'augmentation de son prix) il faudra acheter de plus en plus de produits locaux, de cultures faites à proximité et dont le transport est moins long et par conséquent moins coûteux et moins polluant. Ce sera certainement un bonus pour les agriculteurs locaux, mais ils ne sont pas assez nombreux pour nourrir toute une population. Il faudra certainement à l'avenir compter sur une politique plus autarcique, aux dépens des bénéficiaires de l'exportation. De plus cette agriculture sera de plus en plus difficile à faire, puisqu'il faudra compter de moins en moins sur les machines agricoles et les engrais fabriqués à l'aide de combustibles fossiles.

Les problèmes d'importation impliquent aussi forcément des problèmes d'exportation. De moins en moins de pays voudront acheter des produits de plus en plus chers. Cette baisse de la demande pourrait causer une montée supplémentaire des prix, entraînant un cercle vicieux, et en fin de compte la faillite.

Un autre problème qui pourrait survenir avec une crise économique est d'ordre humanitaire. Si les grandes puissances sont trop occupées à devoir régler des conflits internes, ils pourront moins se concentrer sur l'aide aux pays sous-développés. Pays qui en auront d'autant plus besoin que le peu d'industrie et de services qu'ils ont fonctionnent encore au pétrole. De plus les médicaments sont eux aussi fabriqués à l'aide de pétrole.

Les pays de l'UE, ainsi que la Suisse entre autres, seraient certainement parmi les moins touchés par la crise. Ce sont des pays qui sont très avancés par ce qui est de la recherche en énergies renouvelables, dont le phénomène de « banlieusation » n'a pas la même ampleur qu'aux États-Unis et qui possèdent encore une agriculture. Les exportations autant que les importations subiraient un choc qui déstabiliserait l'économie nationale, mais pas au même point que dans d'autres pays.

L'hypothèse que notre pays soit parmi les moins touchés n'exclut pas le fait qu'il est impératif de trouver des solutions pour que le pétrole ne conserve pas l'importance qu'elle a actuellement. Le pétrole a ce que l'on appelle, en économie, une importance « macro-économique », c'est à dire qu'une pénurie de pétrole risque de provoquer des conséquences dans le monde entier. Pour lui faire perdre ce statut, il est nécessaire de trouver des solutions alternatives propres à chaque utilisation du pétrole. Il n'y a pas de solution miracle qui puisse remplacer le pétrole partout. Dans la partie suivante nous étudierons les solutions qui pourraient remplacer (au moins partiellement) le pétrole.

Notons que cette partie a été consacrée à des points de vue expliqués dans plusieurs ouvrages que les protagonistes de ce travail ont consultés. Notre avis sur le sujet vous sera donné en fin de travail, en guise de conclusion.

5. Conclusion générale

Cette partie aura pour but de faire un bref résumé des principaux évènements d'actualité en matière de politique, d'économie et de progrès technologiques. Ensuite nous vous donnerons notre vision de comment le monde devrait, selon les données que nous avons récoltées et les arguments les plus convaincants, évoluer durant les quelques prochaines décennies.

Depuis quelques années, le coût du baril monte sans explication politique majeure. De plus, de nombreux pays ont déjà connu leur pic de production, d'importants exportateurs hors-OPEP tels que la Norvège, la Russie et il y a quelque temps déjà le géant américain. Quant aux pays de l'OPEP, ils ne sont pas forcément épargnés. Alors qu'ils doivent assumer de plus en plus la tâche de combler la montée de la demande internationale, ils connaissent des difficultés croissantes dans leurs puits pétrolifères ainsi que sur le plan social dans leurs pays. Les inquiétudes au sujet des puits du Moyen-Orient se sont accrues d'autant plus depuis le pic de la production du puits géant de Burgan, au Kuwait.

Du point de vue de la demande, peu de pays sont en mesure de consommer moins de pétrole qu'actuellement. Le développement économique phénoménal de pays qui construisent encore leur industrie, tels que la Chine et on peut imaginer bientôt l'Inde, pousse la production mondiale, selon certains spécialistes, aux limites de la capacité d'extraction. Même les pays déjà développés (dont les Etats-Unis sont l'exemple par excellence) ont de la peine à stabiliser leur consommation, l'idée la baisser étant devenu quasiment utopique. En somme, à mesure qu'un pays se développe technologiquement, la majeure partie de l'utilisation de son pétrole passe du secteur secondaire au secteur tertiaire (pour le confort de la population), sans perdre d'ampleur quantitative.

Ensuite pour ce qui est de la technologie, nous verrons dans le livre deuxième que même si les moyens sont nombreux, aucun n'a la rentabilité économique des combustibles fossiles, raison pour laquelle les investissements en énergies alternatives peinent à arriver. Toutefois il est important de noter que des solutions existent, bien que limitées et plus coûteuses.

La première conclusion à laquelle nous arrivons est claire. Au rythme de la consommation actuelle, il n'y en aura pas de pétrole pour tout le monde. Depuis le temps que nous utilisons le pétrole comme matière première productrice d'énergie, autant dans les transports que dans l'agriculture, le chauffage, la médecine ou encore l'industrie, des pays tels que le notre ont connu un développement économique incroyable. La grande quantité de pétrole bon marché nous a permis d'avoir à un prix abordable des oranges venues du Brésil en janvier. C'est grâce au pétrole que le jeans que nous portons a pu faire le tour du monde pour atterrir dans nos magasins d'habits. C'est encore grâce au pétrole que relativement peu d'agriculteurs peuvent chaque jour récolter des quantités gigantesques de nourriture.

Reste à savoir si cette bulle de prospérité causée par l'énergie bon marché existera encore après le pic de production. Pour nous, le pic mondial est certes proche, mais pas autant que certains alarmistes veulent nous le faire croire. D'après les données que nous avons vues les arguments les plus convaincants n'étaient certes pas ceux des administrations de compagnies pétrolières, mais bel et bien ces quelques spécialistes (comme Matthew Simmons) qui s'efforcent d'établir un bilan objectif de la situation actuelle. Les arguments des alarmistes semblent eux-aussi quelque peu extrêmes. C'est pour cette raison que la date la plus réaliste pour le pic serait aux alentours de 2020.

Cette date ne nous laisse hélas que peu de temps pour commencer à mettre en place une stratégie de remplacement. Heureusement, de plus en plus de pronostiqueurs tirent la sonnette d'alarme. L'humanité commence enfin à se réveiller en voyant monter en flèche le prix de l'essence, en lisant les livres qui paraissent, de plus en plus nombreux, sur le sujet ou encore en voyant arriver de plus en plus d'émissions télévisés sur les voitures hybrides ou l'isolation des maisons. À mesure que le temps avance nous nous rendons de plus en plus compte du prix véritable de l'énergie. Nous réalisons à quel point c'était facile, il y a quelques années, de déménager toute sa maison en Australie (chose qui risque de devenir impossible dans un avenir relativement proche). Toutefois cette prise de conscience arrive tard, si ce n'est trop tard, et n'est pas encore suffisamment présente dans les mœurs de l'ensemble de la

planète. Encore trop de pays, et là à nouveau les États-Unis sont le meilleur exemple, font passer l'intérêt économique avant la prévoyance.

Aussi un autre aspect, peu traité dans notre travail, est le côté écologique. Le pétrole est une ressource qui pollue par d'importantes émissions d'oxydes de carbone. Si cette ressource doit être remplacée, ce ne doit surtout pas être par une autre ressource plus polluante, même si ce serait certainement encore relativement simple de recommencer à faire fonctionner des centrales électriques au charbon. Le pétrole a déjà eu sur notre environnement un effet suffisamment nocif pour ne pas accentuer le phénomène de l'effet de serre en polluant d'avantage. De nombreux ingénieurs commencent à prendre conscience du fait que le temps presse, et cherchent de plus en plus à développer des énergies plus « vertes », telles que la pile à combustible et le gaz naturel.

D'ailleurs nous comptons encore beaucoup sur le gaz naturel pour venir substituer le pétrole. Dans un sens, c'est un schéma qui semble très réaliste, mais il est important de signaler que le gaz naturel n'est pas une solution. Ce serait idéal que toutes les voitures à essence soient remplacées par des modèles à gaz vert, que les pays de l'OPEP se reconvertisent au gaz et que l'on continue à vivre dans notre bulle de prospérité énergétique. Toutefois le gaz naturel, étant aussi une énergie de type fossile, n'est pas une solution à long terme. Tout comme le pétrole, le gaz finira bien par s'épuiser. Et après le gaz, y aura-t-il une autre ressource qui viendra prendre sa place ? Difficile à dire. De plus, il est impossible de remplacer toutes les automobiles et les systèmes de chauffage à base de pétrole en moins d'une quinzaine d'années (surtout si les pièces de fabrication sont faites à l'aide de pétrole).

Pour les raisons évoqués tout au long de ce travail et résumées ci-dessus, il paraît insensé de compter simplement sur le libre marché pour trouver une solution de remplacement miracle. Même si avec la montée des prix les investissements vont de plus en plus vers les énergies alternatives, il faut compter un certain temps avant que les technologies nécessaires soient développés et puissent fonctionner à grande échelle. De plus, après le pic mondial de production la décroissance de la capacité d'extraction est rapide, voire même comparable à la montée exponentielle durant la phase de mise en service (voire courbe de Hubbert et l'extinction d'un puits). Dans le cas du pétrole, il ne suffit pas d'attendre qu'une ressource devienne économiquement non rentable pour commencer à en développer une autre, il faut une action immédiate et une prise de conscience généralisée.

Comme il a été dit dans les chapitres précédents, nous sommes devenus dépendants du pétrole, autant les pays qui en importent pour faire fonctionner leurs économies, que les pays qui en exportent pour renflouer leurs caisses. Une fois que le pétrole commencera à manquer, les pays exportateurs seront très nettement gagnants à court terme, grâce aux bénéfices qu'ils feront. Toutefois, ces pays doivent impérativement songer à diversifier leurs économies, que ce soit par le biais d'une reconversion vers le gaz naturel, ou alors de par une idée nouvelle et innovante. Les pays du Moyen-Orient ont connu des problèmes démographiques conséquents dus à des recettes excellentes. Mais si leurs recettes baissent, on peut s'attendre dans ces pays à des crises économiques et sociales énormes. De plus, la pression mise par les pays occidentaux pour que les pays de l'OPEP consacrent l'entier de leurs revenus au développement du réseau d'extraction et à l'exploration empêche la diversification des économies.

L'ensemble de ces éléments nous mène à la conclusion suivante : nous allons être précipités dans un gouffre économique avec un parachute en cours de fabrication. Le temps nous est compté pour commencer à nous rendre compte du véritable prix de l'énergie et pour mettre en place des solutions. La seule chose qu'il nous reste à faire pour rendre la chute moins difficile, c'est de se préparer psychologiquement et de commencer à économiser. Il est grand temps de se dire que le chauffage et la voiture quotidienne ne seront peut-être pas présents dans les mêmes proportions qu'aujourd'hui, d'ici quelques années.

Du point de vue économique, une solution qui semble radicale mais nécessaire serait la montée des taxes. Cette montée permettrait d'influencer le libre marché avant l'heure et des récolter des fonds qui pourront être réutilisés pour investir. Vraisemblablement, la pile à hydrogène ne sera pas commercialisée en quantité suffisante d'ici le pic. Le gaz naturel ne sera pas extrait en quantité suffisante, ni suffisamment bien réparti pour remplacer le pétrole. Il faudra à l'avenir compter plus sur les transports publics, et accepter l'idée de mettre un pull lorsqu'on est chez soi.

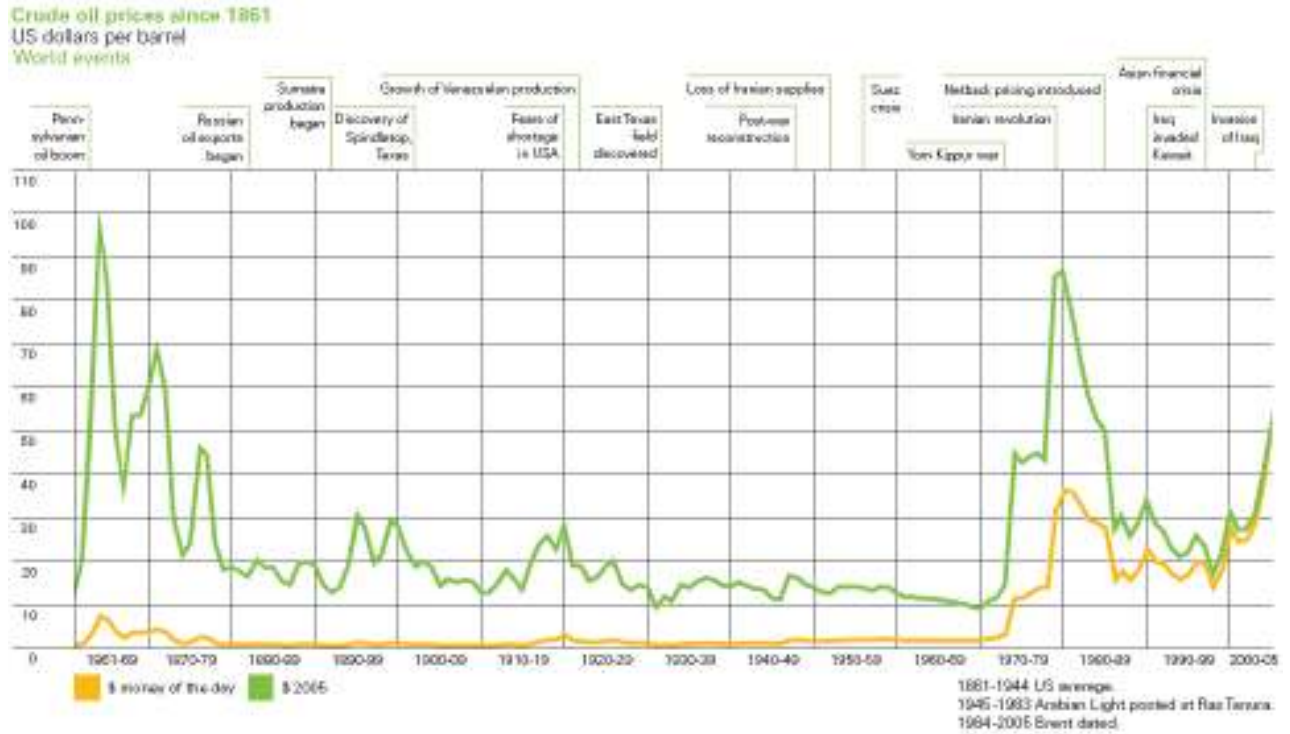
Pour ce qui est du commerce, il faudra désormais vivre de façon plus localisée, plus autarcique. Le jus d'orange brésilien risque d'être un luxe d'ici 2025. Un agneau néo-zélandais risque de coûter moins cher à élever qu'à transporter. Il faudra compter de plus en plus sur des agriculteurs locaux. Pareil pour les matières textiles.

Le tourisme risque aussi de souffrir, le train étant devenu le seul moyen économiquement abordable pour se rendre en vacances à l'étranger. Il paraît difficile de remplacer le kérosène des avions, raison pour laquelle des compagnies low-cost risquent d'avoir de plus en plus de mal à remplir leurs appareils.

Au final, c'est aux petits comforts immodérés qu'il faudra renoncer, et cela pour tous. Pour conserver notre confort au niveau le plus proche possible de celui où il se trouve actuellement, et cela pendant un maximum de temps, il est temps d'inculquer dans les esprits la volonté de faire des économies. Sans cette volonté, on risque une crise économique aggravée, une crise sociale imminente.

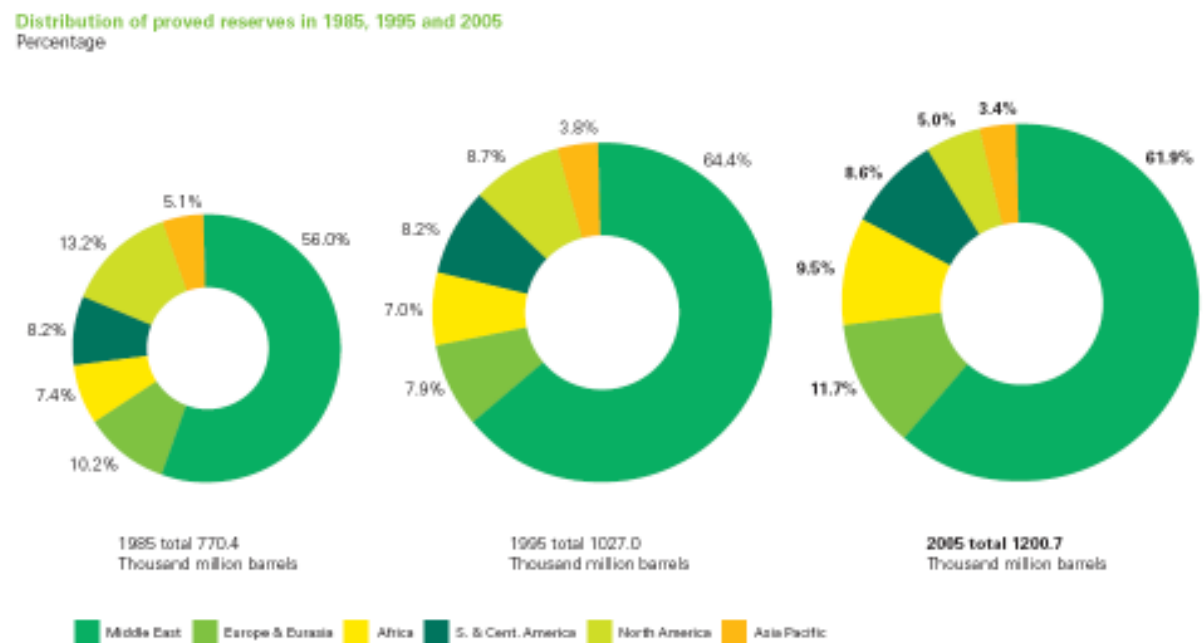
6. Annexes

6.1. Annexe n°1



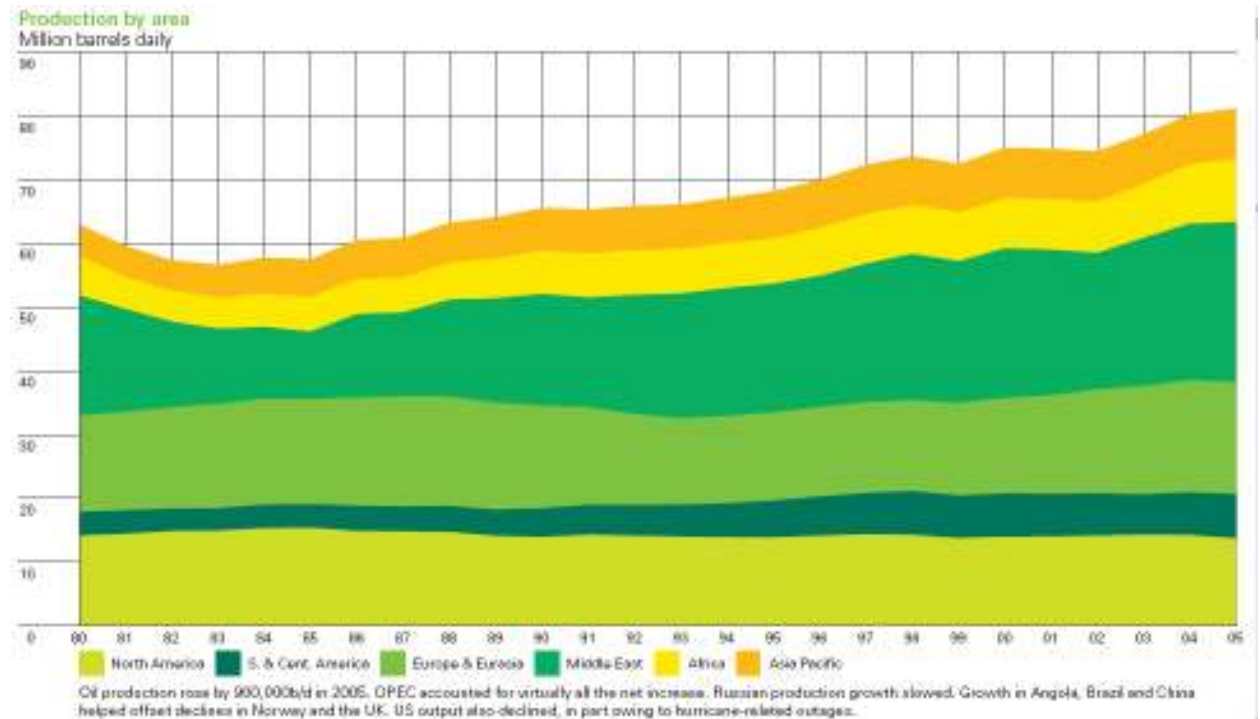
Source : BP Statistical Review of World Energy 2006

6.2. Annexe n°2



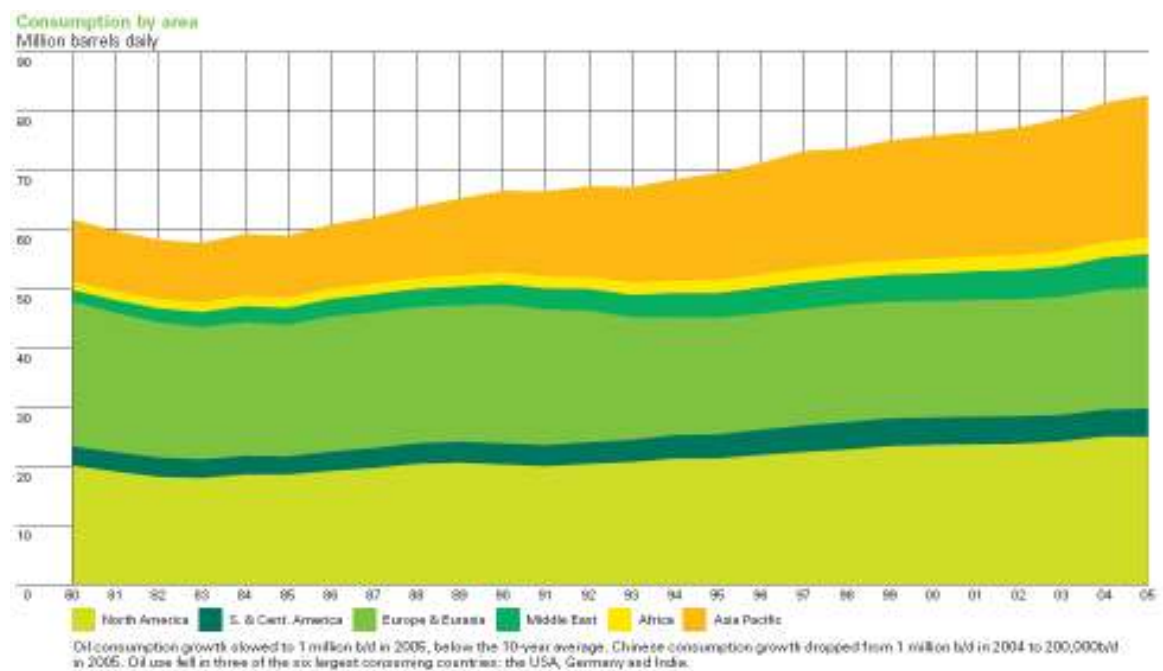
Source : BP Statistical Review of World Energy 2006

6.3. Annexe n°3



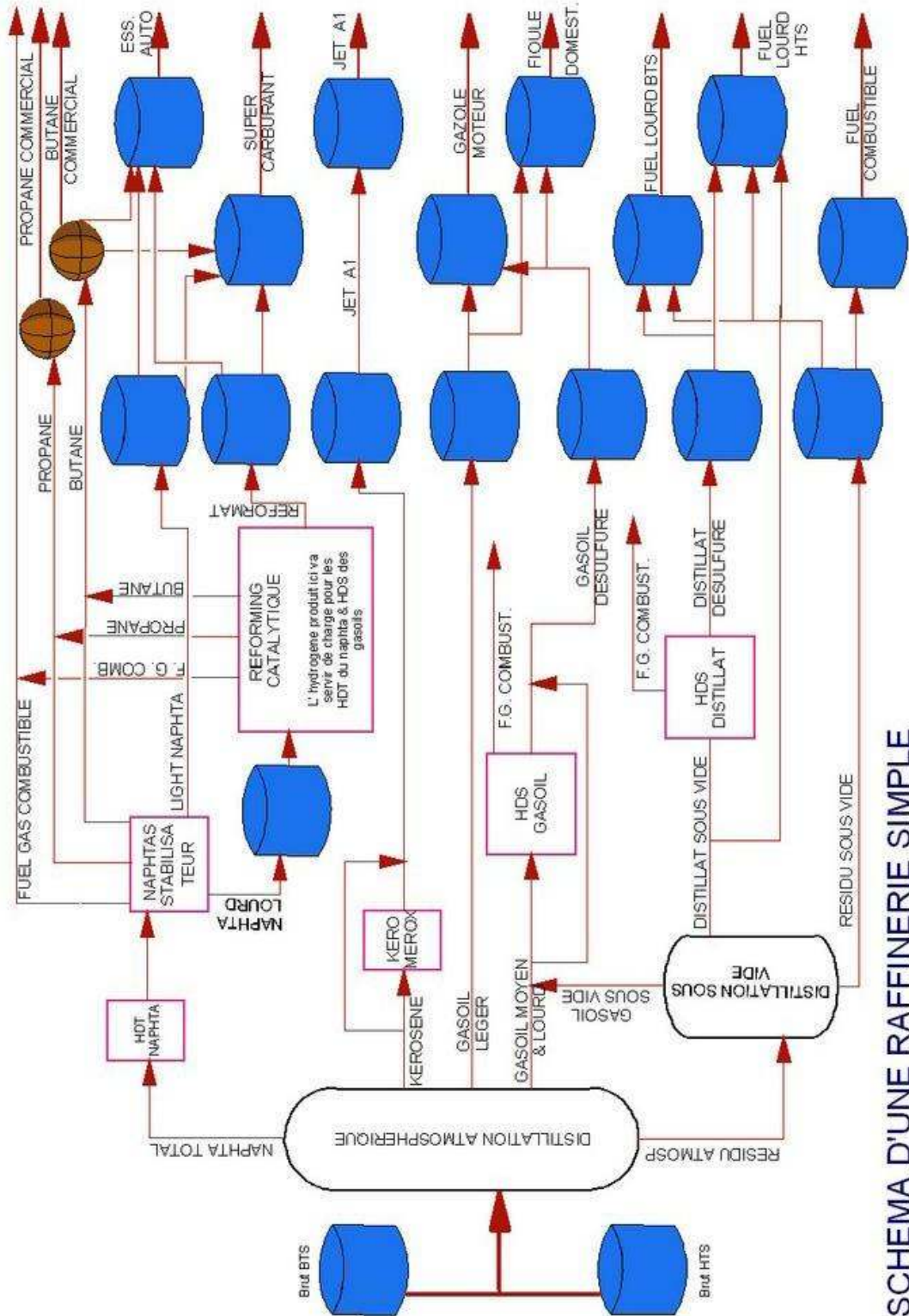
Source : BP Statistical Review of World Energy 2006

6.4. Annexe n°4



Source : BP Statistical Review of World Energy 2006

6.5. Annexe n°5



SCHEMA D'UNE RAFFINERIE SIMPLE

Source: Wikipédia Commons

6.6. Annexe n°6 Tableau de conversion

Baril [bl]	Tep	m³ep	kWh	GJ
énergie équivalente à un baril de pétrole	énergie équivalente à une tonne de pétrole	énergie équivalente à un m ³ de pétrole	un kilowattheure	un gigajoule
= 0,1364 Tep	= 1 Tep	= 0,8581 Tep	= 0,000086 Tep	= 0,02389 Tep
= 1586 kWh	= 11 628 kWh	= 9978 kWh	= 1 kWh	= 277,78 kWh

Sources:

- Joule. (8 juillet 2006). Wikipédia, l'encyclopédie libre. Page consultée le 8 août 2006 à partir de <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Joule&oldid=8529524>.
- Conversion Calculator. The British Petroleum Compagny, Page consultée le 8 août 2006 à partir de <http://www.bp.com/conversionCalculator.do?&contentId=7017990&categoryId=91>

7. Bibliographie (inclus source internet)

- SIMMONS Matthew R, *Twilight in the desert: the coming Saudi oil shock and the world economy*, J. Wiley, Hoboken NJ, 2005, 422pp.
- Wikipédia, l'encyclopédie libre. <http://fr.wikipedia.org/>
Rubriques :
 1. Pétrole
 2. Pic pétrolier
 3. Indice API
 4. Oil Derrick
 5. BP (compagnie pétrolière)
 6. Shell (compagnie pétrolière)
 7. Ford Motor Company
 8. Ghawar
- KUNSTLER James Howard, *La fin du pétrole, le vrai défi du XXIe siècle*, Plon, Paris, 2005, 370 pp.
- NORENG Øystein, *Crude power : politics and the oil market*, I.B. Tauris, London, New York, 2002, 2006, 254 pp.
- COCHET Yves, *Pétrole Apocalypse*, Fayard, Paris, 2005, 274 pp.
- LESTRANGE Cédric de, PAILLARD Christophe-Alexandre, ZELENKOB Pierre, *Géopolitique du pétrole : un nouveau marché, de nouveaux risques, des nouveaux mondes*, Technip, Paris, 2005, 259 pp.
- BP homesite, www.bp.com, consulté régulièrement depuis le début du travail
- Saudi Aramco homesite, www.saudiaramco.com, consulté régulièrement depuis le début du travail
- Shell homesite, www.shell.com, consulté régulièrement depuis le début du travail
- Simmons & Company international, www.simmonsco-intl, consulté régulièrement depuis le début du travail

N.B. : Certaines sources du livre deuxième sont susceptibles d'avoir aussi servies pour le livre premier, et inversement.

La fin de l'or noir, le début d'une ère nouvelle

Livre premier :

une analyse macro-économique du pétrole

De nos jours le pétrole est bien plus qu'une marchandise, c'est une ressource dont l'importance économique ne s'arrête pas au confort de l'acheteur, ou à l'entreprise du vendeur. Le pétrole a aujourd'hui une importance mondiale, c'est devenu une mode de vie, une caractéristique déterminante du XXe siècle. Transports, industrie, alimentation, de nos jours le monde carbure encore au pétrole. Mais est-ce que ce sera encore le cas pour le siècle dans lequel nous vivons ? Est-ce que le pétrole sera encore la source principale d'énergie pour le XXIe siècle ?

Après quelques notions de base sur le pétrole, que nous avons jugé importants pour comprendre la suite, vous serez immédiatement plongés dans le vif du sujet. Une courte chronologie pour vous sensibiliser au monde du pétrole introduit une analyse détaillée sur la situation actuelle, telle qu'elle est vue par certains professionnels. Deux positions qui s'opposent vous seront présentés l'une après l'autre, et représentent chacune une vision différente de l'état actuel de nos ressources. Chaque position se tient avec des arguments solides, qui vous sont énumérés. Une situation objective est impossible, mais nous nous sommes efforcés de rester le plus impartial possible, pour que vous puissiez vous-même faire une idée du marché pétrolier qui influence notre vie quotidienne.

Ensuite ces deux positions sont reprises et projetées dans le futur, sous forme de pronostics. Chacune entraîne son lot des tensions politiques et économiques futurs, mais à des degrés différents. En fonction du passé et du présent, nous vous proposons de spéculer sur le futur. Quelle sera l'importance de la Chine, ou encore de l'Inde, sur le marché international d'ici quelques années ? Faut-il s'inquiéter des réserves restantes ? Les avis divergent, les théories aussi nombreuses que les possibilités. Y a-t-il réellement au monde quelqu'un pour dire avec certitude à quoi ressemblera notre économie dans 30 ans ? Il y a peu de chances, les inconnues sont trop nombreuses. Toutefois nous nous sommes efforcés de vous faire part du plus important, ainsi que ce qui est peut-être le plus inquiétant. Il ne faut pas oublier que toute ressource non-renouvelable arrive un jour à un pic de production. Reste à fixer la date, et à savoir ou en sera notre plan de rechange à ce moment-là.

Et enfin pour clore le premier livre, une conclusion générale qui regroupe les arguments que nous avons jugés les plus convaincants, pour ensuite en faire un pronostic. Nous nous apercevons que le changement qui reste à faire n'est pas d'ordre technologique, mais tout d'abord d'ordre mental. Il est grand temps d'une prise de conscience généralisée sur le fait que le pétrole ne nous suffira pas éternellement. Nous ne cherchons pas à jouer les alarmistes, mais à vous prévenir que nous sommes peut-être bien à l'aube d'une ère nouvelle.

Ce dossier s'inscrit dans le cadre d'un travail de maturité (TM), dont le thème général est le pétrole.

Lisez aussi le [Livre Deuxième](#), une analyse des chauffages des gymnases lausannois.

Achevé d'imprimer : le 25 avril 2007, à Bussigny – près – Lausanne (Suisse)

Droits d'utilisation :

Toute personne est libre de lire, copier (en entier ou partie), projeter ou mettre à disposition ce dossier. Le contenu de ce dossier ne peut être ni vendu, ni utilisé à fin de marketing. Seul l'éventuel support peut être facturé.

À L'exception de la page plastique, ce dossier est imprimé sur un support en papier recyclable et issu de sylvicultures contrôlées FSC.

