

L'objectif de cette brochure est de fournir des informations fondées relatives à la question de la disponibilité des ressources et d'établir que la planète disposera pendant très longtemps encore d'une base suffisante de matières premières. La brochure traite des gisements de pétrole existants au niveau mondial ainsi que des tendances technologiques actuelles et futures dans l'extraction du pétrole.

Elle met en évidence qu'il existe une base suffisante de matières premières qui, étant donné le déploiement des capitaux nécessaires et l'usage d'innovations technologiques, garantit à long terme notre approvisionnement en pétrole.



oilfacts.ch



L'objectif de cette brochure est de fournir des informations fondées relatives à la question de la disponibilité des ressources et d'établir que la planète disposera pendant très longtemps encore d'une base suffisante de matières premières. La brochure traite des gisements de pétrole existants au niveau mondial ainsi que des tendances technologiques actuelles et futures dans l'extraction du pétrole.

Elle met en évidence qu'il existe une base suffisante de matières premières qui, étant donné le déploiement des capitaux nécessaires et l'usage d'innovations technologiques, garantit à long terme notre approvisionnement en pétrole.



oilfacts.ch

Sommaire

Résumé	3
Introduction	4
1. L'évolution des besoins mondiaux en pétrole	5
2. Ressources et réserves de pétrole	8
3. La disponibilité géographique du pétrole	12
4. Peak oil	14
5. Aperçu des gisements mondiaux de pétrole	19
6. Nouvelles technologies et besoins d'investissement	26
7. Conclusions	29

Résumé

Dans les décennies à venir, le pétrole continuera à contribuer très largement à l'approvisionnement en énergie au niveau mondial.

Les pronostics de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), un organe de l'OCDE, prévoient que la demande mondiale de pétrole va croître de manière continue et pourrait se situer en 2030 entre 115 et 125 millions de barils par jour (un baril correspond à 159 litres). Par rapport à la consommation actuelle d'environ 85 millions de barils par jour, cela représente une augmentation de quelque 40 – 50%. Dans leur totalité, les gisements de pétrole de la planète sont estimés à environ 15 billions de barils. En l'état actuel des connaissances, 4 à 6 billions de barils sont considérés comme récupérables d'un point de vue technologique. Au cours des 100 dernières années, un billion de barils ont été consommés. On estime que la quantité demandée au cours des 30 années à venir se situera dans ce même ordre de grandeur.

Les réserves identifiées et prouvées aujourd'hui suffisent à elles seules à couvrir la consommation actuelle pour plus de 40 ans. Au cours des dernières décennies, cette portée a augmenté – et cela malgré une consommation en hausse. La satisfaction des besoins futurs sera additionnellement assurée principalement par le développement des ressources de pétrole conventionnel. En outre, nous disposons de gisements de pétrole non-conventionnel (bitume, sables asphaltiques, schistes bitumineux). Vu d'aujourd'hui, tout porte à croire que leur exploitation peut satisfaire les besoins mondiaux en pétrole pendant une bonne partie du prochain siècle. Au vu de l'optimisation des techniques d'extraction du pétrole conventionnel ainsi que de la mise en exploitation des gisements de pétrole non-conventionnel, aucun pic de production de l'exploitation pétrolière ne semble s'annoncer. La théorie du «peak oil», qui fait ces derniers temps l'objet de discussions intenses, n'offre pas de base fiable pour en déterminer le moment de manière plus précise. Elle rappelle simplement qu'un pic sera atteint un jour dans la production mondiale et que le pétrole est effectivement une ressource limitée.

Le défi qu'il s'agit de relever à l'avenir est d'assurer la mise en exploitation, tant du point de vue technologique que du point de vue économique, des gisements mondiaux de pétrole et d'optimiser leur utilisation. Afin de satisfaire à la demande croissante de pétrole, des investissements de l'ordre de 3000 milliards de dollars vont devoir être réalisés au niveau mondial d'ici 2030 dans les domaines de l'exploration, de l'extraction, du transport et du traitement. Ces investissements serviront en première ligne à optimiser l'exploitation des gisements de pétrole existants, à mettre en exploitation des réserves additionnelles situées dans des nouvelles zones d'extraction plus exigeantes au niveau technologique et à mettre en place des capacités supplémentaires de raffinage et de transport. La nature, le moment et l'emplacement des investissements effectués dépendront d'une part du niveau des prix du pétrole, et d'autre part des conditions cadre politiques, fiscales et légales dans les Etats concernés. Ceux-ci ont la responsabilité, dans l'intérêt de l'approvisionnement mondial en énergie, de créer des conditions cadre favorables. S'ils remplissent ces conditions préalables, les marchés des capitaux seront en état de financer ces nouveaux investissements.

En tous les cas, les ressources de pétrole connues aujourd'hui seront à même de couvrir la demande mondiale de pétrole des générations futures pendant une bonne partie du prochain siècle.

**IMPRESSUM**

Editrice:
Union Pétrolière
Löwenstrasse 25
CH-8001 Zurich

Introduction

Depuis le printemps 2003, le prix du pétrole est passé de 25 dollars à jusqu'à 75 dollars par baril. Ce triplement du prix du pétrole a été la conséquence directe d'une croissance inattendue de la demande, en particulier dans la zone Pacifique. De manière passagère, l'offre n'a pas pu emboîter le pas à l'augmentation de la demande. Ce phénomène de marché à court terme a cependant ramené sur le devant de la scène la vieille question de la disponibilité à long terme du pétrole.

L'augmentation des prix du pétrole est considérée par certains comme un fanal, une preuve du prétendu tarissement imminent des sources de pétrole. Face à la récente évolution vertigineuse des prix du pétrole, les médias regorgent de comptes rendus relatifs au pic prochain de la production de pétrole («peak oil») ainsi qu'à la «fin définitive» de l'ère pétrolière. On prédit des crises énergétiques d'envergure épique et le débat baigne dans une lueur d'irrationalité.

Les visions apocalyptiques et les pronostics erronés ont toujours existé: le débat quant à la disponibilité future du pétrole remonte à presque aussi longtemps que l'histoire même du pétrole. Le U.S. Bureau of Mines annonçait déjà en 1914 que les Etats-Unis n'auraient plus de pétrole dans les dix années à venir. Depuis, chaque décennie apporte son lot de cris d'alarme concernant la fin imminente de l'ère pétrolière. Ceux-ci se sont cependant toujours avérés infondés. Jusqu'à aujourd'hui, les réserves mondiales de pétrole prouvées ont en effet augmenté de manière continue malgré une consommation croissante.

L'objectif de cette brochure est de fournir des informations fondées relatives à la question de la disponibilité des ressources et d'établir que la planète disposera pendant très longtemps encore d'une base suffisante de matières premières. La brochure traite des gisements de pétrole existants au niveau mondial ainsi que des tendances technologiques actuelles et futures dans l'extraction du pétrole. Elle met en évidence qu'il existe une base suffisante de matières premières qui, étant donné le déploiement des capitaux nécessaires et l'usage d'innovations technologiques, garantit à long terme notre approvisionnement en pétrole.

L'analyse fondée des ressources d'hydrocarbures disponibles au niveau mondial et du progrès technologique dans l'extraction du pétrole confirme que l'avenir ne nous réserve pas de scénario catastrophe. L'approvisionnement en pétrole de notre planète reste assuré.



Ronald Ganz
Président
Union Pétrolière



Rolf Hartl
Directeur
Union Pétrolière

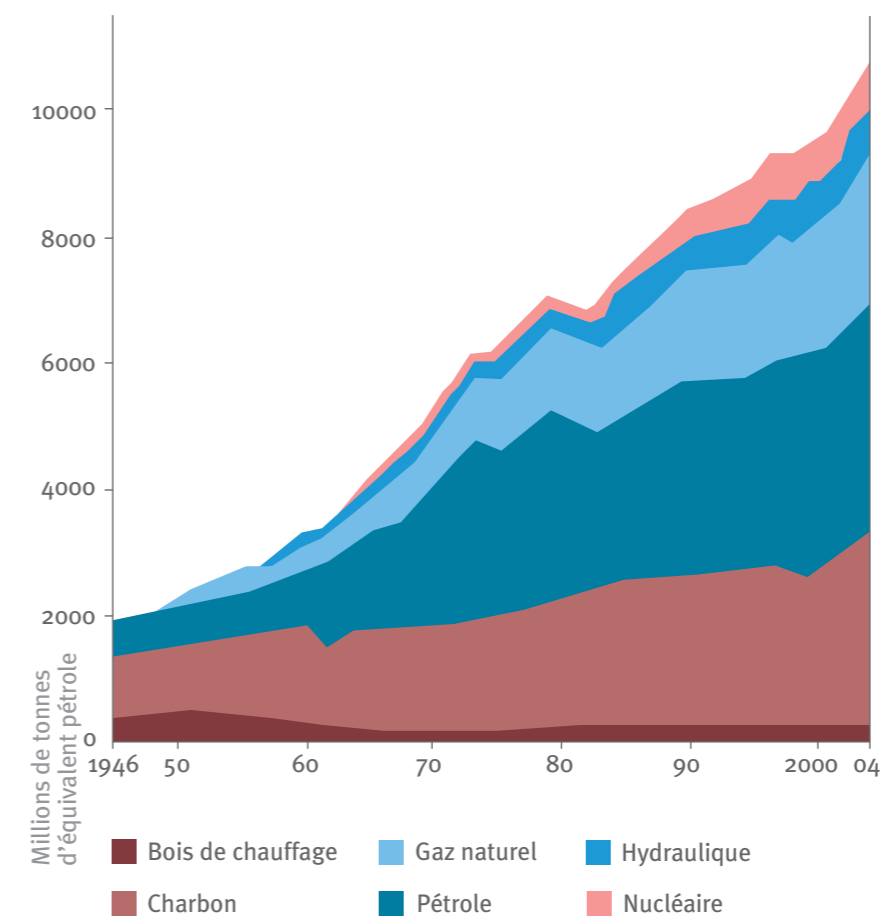
1. L'évolution des besoins mondiaux en pétrole

Evolution de la demande

Le pétrole a largement contribué au développement économique de la planète, à notre prospérité et à notre civilisation. Il nous fournit lumière, force, mobilité et chaleur, il constitue une matière première précieuse pour de nombreux produits chimiques de base et a augmenté la qualité de vie de milliards d'êtres humains à un degré auparavant inimaginable.

Le rôle du pétrole en tant que moteur de croissance et de progrès s'est accentué de manière continue au niveau mondial depuis la fin de la deuxième guerre mondiale. La demande a augmenté d'environ 10 millions de barils par jour en 1945 à presque 85 millions de barils par jour en 2005 (un baril correspond à 159 litres).

Consommation mondiale d'énergie primaire, Oil Gas, 1/2006



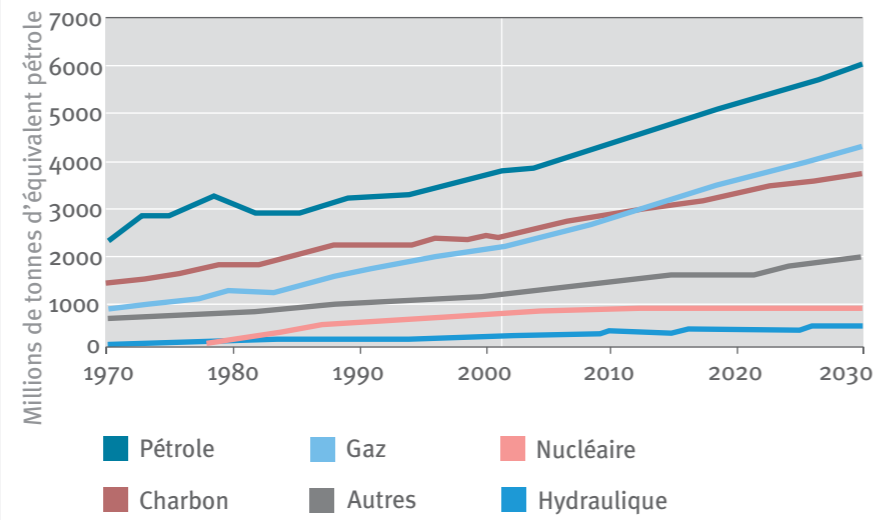
Toutes les études relatives à l'avenir de notre approvisionnement en énergie s'accordent à dire que le pétrole aura à couvrir plus de 90% des besoins en énergie du secteur des transports et de la mobilité jusqu'au-delà de 2030.

L'AIE estime que la demande pourrait atteindre 125 millions de barils par jour en 2030. Par rapport à son niveau actuel, la production pétrolière devrait augmenter d'environ 40 – 50% afin de parvenir à satisfaire cette demande.

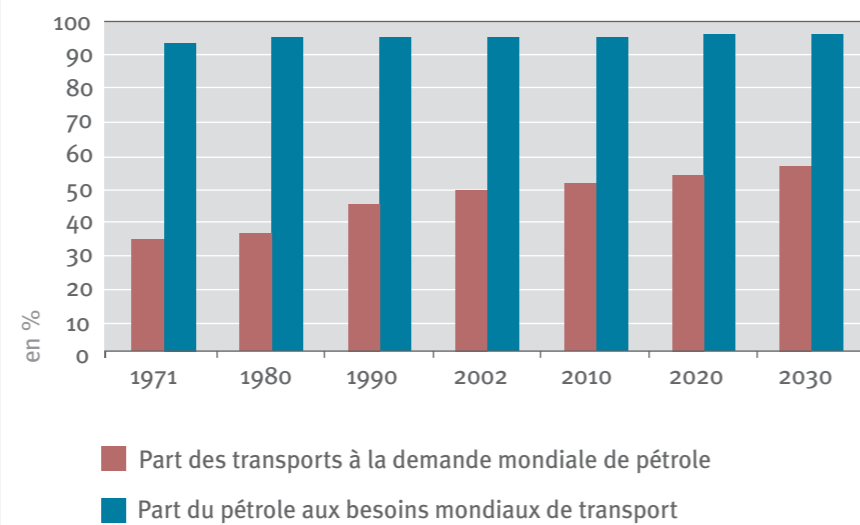
Dans les trente années à venir, la demande de pétrole va augmenter d'environ 40 – 50%. Le pétrole devra continuer à fournir à l'avenir une contribution centrale à l'approvisionnement mondial en énergie, en particulier dans le secteur des transports et de la mobilité.

La hausse des prix observée récemment n'est pas une indication de l'épuisement des gisements de pétrole. Les réserves identifiées et prouvées de l'ordre de 1100 milliards de barils suffisent à elles seules à assurer la consommation des 40 années à venir.

Consommation mondiale d'énergie primaire, AIE, World Energy Outlook, 2005



Relation entre pétrole et mobilité, AIE, Resources to Reserves, 2005



Le niveau élevé des prix actuels

Comme chaque prix de marché, le prix du pétrole découle du rapport actuel entre l'offre et la demande.

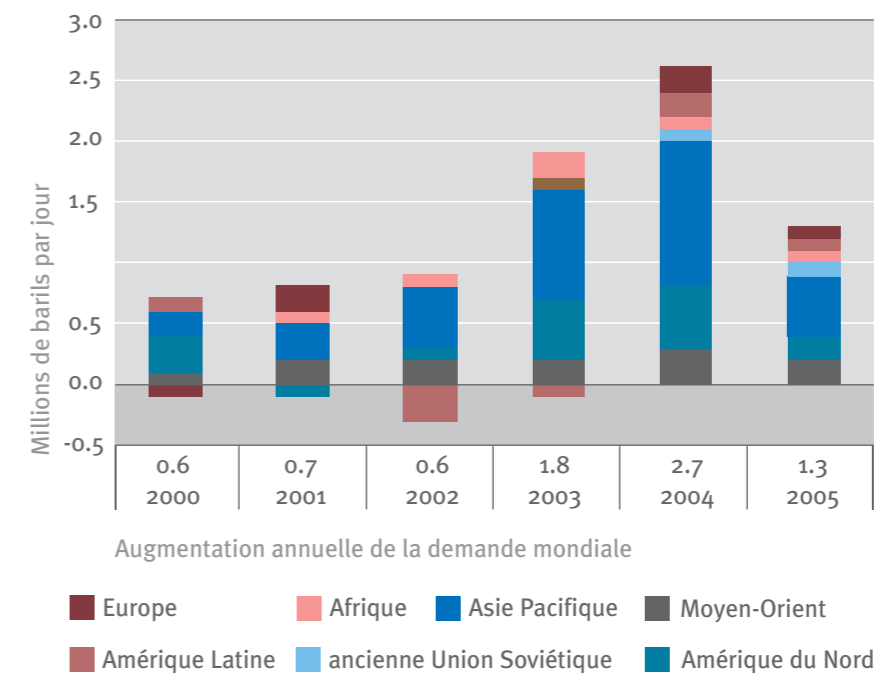
Les années 80 et 90 ont été caractérisées par une phase de faible expansion des marchés et de pression croissante sur les prix. En 1998, le prix du pétrole a chuté jusqu'à moins de 10 dollars par baril. En conséquence, de nombreux projets d'exploration et d'extraction n'ont pas été réalisés un raison de leur manque de rentabilité.

Depuis 2002, cette situation a changé du tout au tout. Portée principalement par l'essor économique de la Chine et de l'Inde, accompagné d'une économie mondiale en pleine expansion, la demande a augmenté à un degré qui a surpris plus d'un observateur. C'est pourquoi les capacités disponibles ont

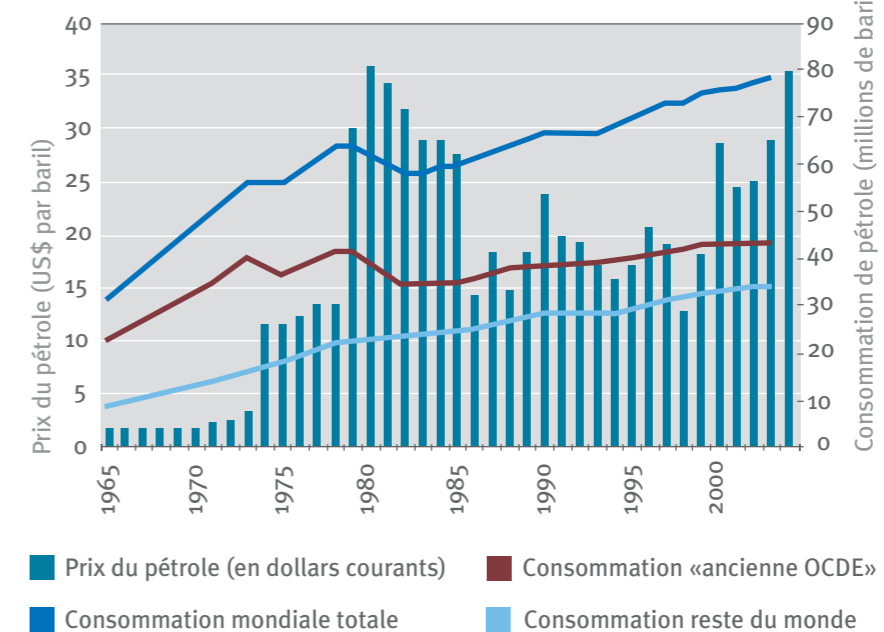
diminué à toutes les étapes, c'est-à-dire de l'extraction au raffinage. L'excédent de demande qui en a résulté a abouti aux prix de pétrole plus élevés observés ces derniers temps.

La hausse des prix a été exacerbée par des événements politiques, réels ou redoutés, dans les pays producteurs et le long des voies de transport ainsi que par des catastrophes naturelles à conséquences néfastes pour la production pétrolière (p. ex. les ouragans Katrina et Rita).

Augmentation de la demande par région, M. Takin, World Oil Market and its Future, 2005



Prix du pétrole et consommation de pétrole, M. Takin, World Oil Market and its Future, 2005



La hausse massive de la demande de pétrole, en particulier en Asie, a entraîné depuis 2003 une situation d'approvisionnement tendue et mené ainsi à une hausse des prix du pétrole. De nouvelles capacités de production et de raffinage sont déjà en construction et couvriront la demande croissante.

Dès 2010, la production de pétrole aura augmenté de 20% par rapport à aujourd'hui. Des prix du pétrole plus élevés permettent l'exploitation de gisements jusque-là non-rentables. Dans un système de marché opérationnel, ils mènent toujours à une augmentation de l'offre.

Les cycles d'investissement de l'industrie pétrolière

Si la demande demeure robuste malgré la hausse des prix, la situation d'approvisionnement restera tendue pour quelques années encore; tout au moins jusqu'à ce que de nouvelles capacités de production et de raffinage aient été créées. Le laps de temps de développement relativement long qui s'écoule entre une décision en faveur d'un investissement et la mise en exploitation d'un nouveau projet est une particularité de l'industrie pétrolière. Grâce à la hausse des prix du pétrole, de nombreux projets qui avaient jusqu'ici été différés peuvent être réalisés de manière économiquement rentable, et sont donc maintenant mis en œuvre.

En 2004, la croissance de la demande a entraîné une augmentation de plus de 12% par rapport à l'année précédente des investissements de l'industrie pétrolière dans la recherche de nouveaux gisements et dans la production de pétrole. Ce rythme d'investissement soutenu persiste pour le moment. En conséquence, entre 2005 et 2010 la capacité mondiale de production de pétrole va s'élargir de pas moins de 16 millions de barils par jour. Compte tenu du déclin de l'extraction dans les champs pétroliers «parvenus à maturité», cette croissance nette correspond à une augmentation d'environ 20%.

Rappelons les développements de la fin des années 70, quand la perspective d'un baril de pétrole à plus de 100 dollars avait déclenché un boom dans la recherche de pétrole. Le nombre de forages aux Etats-Unis avait doublé entre 1979 et 1982, et la production de pétrole des pays non-OPEP avait connu sur cette même période une croissance supérieure à 10%.

Conformément aux lois du marché, l'expansion de l'offre qui s'en était ensuivie avait mené à un fléchissement du mouvement ascensionnel des prix, et à l'établissement d'un nouvel équilibre du marché à un niveau de prix nettement plus bas.

On peut s'attendre à ce que cette évolution se répète dans le cadre du cycle actuel. Car l'histoire de l'industrie pétrolière est caractérisée par des cycles de pénuries et d'excédents. Cela ne permet cependant aucune conclusion quant à la disponibilité du pétrole à long terme.

2. Ressources et réserves de pétrole

Ressources de pétrole

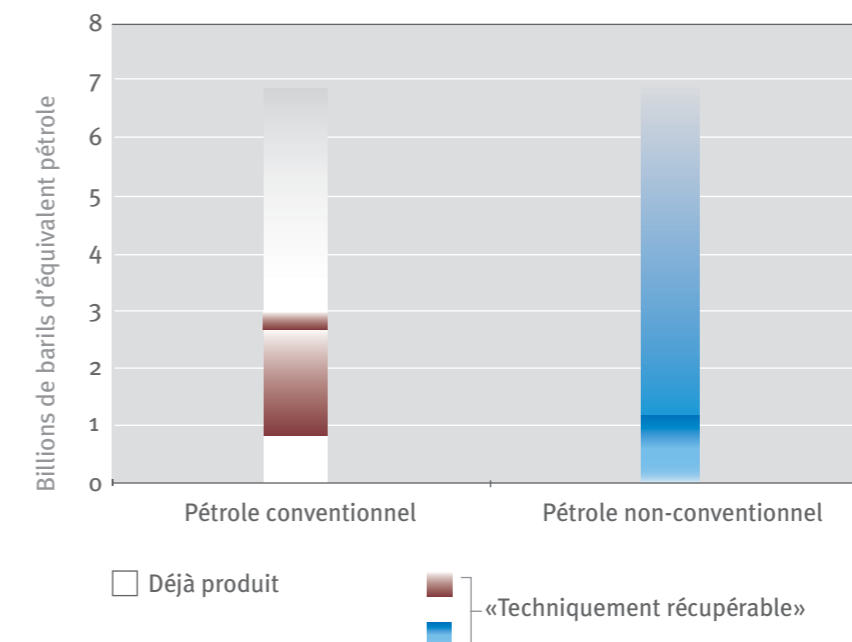
Les ressources de pétrole sont les gisements mondiaux de pétrole. Jusqu'à présent, seul un faible pourcentage en est récupérable d'un point de vue économique et technologique. Le reste demeure pour l'instant à l'état de ressource, dont l'exploitation n'est pas rentable économiquement ou qui n'est pas encore accessible au niveau technologique, en grande partie du pétrole non-conventionnel. Grâce au progrès technologique, à des méthodes d'extraction plus performantes et meilleur marché et à l'évolution des prix du pétrole, les ressources de pétrole se muent avec le temps en réserves de pétrole exploitables de manière rentable.

Le pétrole s'est formé il y a 20 à 350 millions d'années dans les bassins sédimentaires des mers préhistoriques et se trouve aujourd'hui réparti sur la

planète dans des gisements souterrains. Pour un aperçu détaillé de la formation du pétrole, nous renvoyons à la brochure d'information de l'Union Pétrolière «Pétrole – Origine, production et traitement». En tant que ressource naturelle et non-renouvelable, les quantités de pétrole sont limitées. Etant donné que toutes les parties du monde n'ont pas encore été explorées de manière définitive, une grande incertitude prévaut en ce qui concerne l'ordre de grandeur des gisements de pétrole non encore découverts.

Se basant sur ses propres études (p.ex. le World Energy Outlook 2005) et sur les études indépendantes de tiers, l'AIE part du principe que la terre recèle environ 15 billions de barils de pétrole. Environ la moitié de cette quantité peut être extraite sous forme liquide. L'autre moitié est constituée de brut extra-lourd, de sables asphaltiques et de schistes bitumineux, dont la mise en exploitation requiert des technologies autres que les technologies d'extraction conventionnelles.

Ressources mondiales de pétrole, AIE, Resources to Reserves, 2005



Vu d'aujourd'hui, environ 4 à 6 billions de barils sont récupérables d'un point de vue technologique. De ceux-ci, environ 1 billion de barils a déjà été produit depuis le début de l'exploitation pétrolière. Environ la même quantité sera nécessaire afin de satisfaire la demande des prochaines 25 années à venir.

L'AIE en conclut que la base de ressources est assez large au niveau géologique et garantie de manière assez satisfaisante pour assurer la demande mondiale de pétrole pendant une bonne partie du prochain siècle. L'Energy Information Agency des Etats-Unis parvient à la même conclusion en se basant sur les données du US Geological Survey de l'an 2000. Le véritable défi sera de mettre en exploitation ces gisements de pétrole et de les rendre récupérables aussi bien au niveau technologique qu'au niveau économique (voir chapitre 5).

Jusqu'à présent, seul un billion des quatre à six billions de barils du pétrole à cette heure récupérable au niveau technologique a été consommé. La base de ressource est large et sûre. Les ressources de pétrole sont assurées bien au-delà de l'année 2100.

On désigne comme «réserve de pétrole» le pétrole déjà découvert dans un gisement qui peut être extrait à l'avenir de manière économiquement rentable étant donnés les technologies connues aujourd'hui et le niveau actuel des prix.

Plus la demande est importante et plus les consommateurs se montrent disposés à payer un prix élevé, plus l'attrait économique d'employer des technologies plus performantes afin de découvrir plus de pétrole est renforcé.

Réserves de pétrole

On désigne comme «réserve de pétrole» le pétrole déjà découvert dans un gisement qui peut être extrait à l'avenir de manière économiquement rentable étant donnés les technologies connues aujourd'hui et le niveau actuel des prix. Autrement dit: les réserves de pétrole sont la différence entre la quantité déjà extraite et la quantité qu'on espère extraire d'un champ particulier avec la technologie existante et au niveau de prix actuel respectif. L'estimation des réserves est souvent encore affinée par leur subdivision selon la probabilité de leur récupérabilité. On distingue ainsi les réserves «prouvées», «probables» et «possibles».

Cette définition des autorités de surveillance boursière – qui permet une évaluation économique adéquate des entreprises pétrolières cotées en bourse – montre bien que les réserves de pétrole ne sont pas qu'une fonction des ressources établies de pétrole et des taux de production historiques, mais dépendent aussi directement de variables technologiques et économiques (p.ex. du prix du pétrole). Le chiffrage des réserves est donc toujours à interpréter comme un instantané, car la quantité de pétrole véritablement et finalement extraite d'un champ pétrolier n'est réellement connue que lorsque la production est abandonnée.

C'est pourquoi les réserves de pétrole sont moindres que la somme totale des ressources de pétrole connues et présumées.

Les indications relatives aux réserves de pétrole ne peuvent donc pas être interprétées comme des quantités statiques et immuables. Les réserves de pétrole varient avec le prix du pétrole et le progrès des technologies d'extraction. Le premier engendre ce dernier, ce qui mène au «paradoxe des réserves»:

Plus la demande est importante et plus les consommateurs se montrent disposés à payer un prix élevé, plus l'attrait économique de découvrir et d'extraire du pétrole, et donc de développer et d'employer à cet effet des technologies plus performantes, est renforcé. Autrement dit: plus le prix du pétrole est élevé, plus la quantité de réserves de pétrole prouvées augmente.

Pétrole conventionnel

On désigne comme pétrole conventionnel le pétrole sous forme liquide, qui afflue naturellement à la surface lors de l'extraction ou peut être extrait au moyen de pompes sans nécessiter d'autre étape de traitement ou la dilution du pétrole.

Pétrole non-conventionnel

On devrait en fait étendre le terme de pétrole non-conventionnel à tous les gisements auxquels ne s'applique pas la définition du pétrole conventionnel. Il n'existe cependant à ce jour pas de définition unitaire de ce que l'on entend exactement par «pétrole non-conventionnel». En pratique, on y inclut:

- Le brut extra-lourd, dont la densité excède 0.934g/cm³ resp. est inférieure à 20 degrés Celsius API (American Petroleum Institute Gravity). Il comprend le brut extra-lourd liquide, le bitume et les sables asphaltiques. Cette définition présente l'avantage de la précision, mais ne prend pas en compte le mode de production. Ainsi, au Brésil par exemple, ce brut extra-lourd peut en partie être extrait avec des technologies conventionnelles.

- Les schistes bitumineux, qui sont des formations rocheuses contenant un pourcentage élevé de matière organique, nommée kérogène. Le kérogène peut être liquéfié par l'application de chaleur (environ 500 degrés Celsius) et être soit utilisé directement comme combustible de qualité inférieure soit soumis à des étapes de traitement supplémentaires et transformé en pétrole de qualité supérieure.

Durée de vie des champs pétroliers

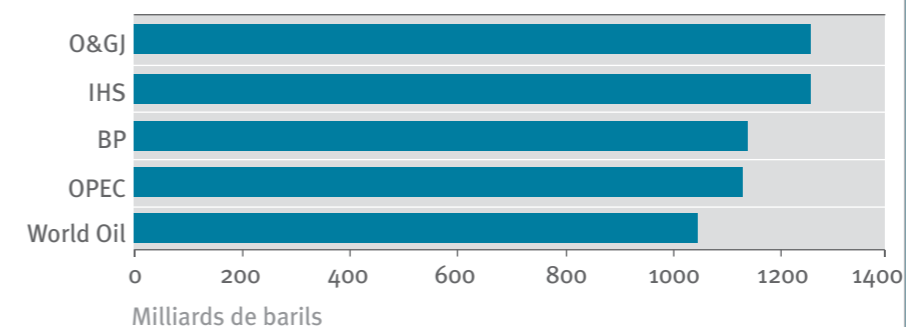
La durée de vie d'un champ pétrolier peut s'étirer de quelques années à largement au-delà de 30 ans. Au cours de cette période, les conditions économiques, politiques et naturelles (prix du pétrole, coûts d'extraction, instabilités politiques, catastrophes naturelles) peuvent être soumises à des changements positifs ou négatifs. En cas de développements positifs, des méthodes d'extraction plus efficaces peuvent être mises en place, permettant aux entreprises pétrolières d'extraire un pourcentage plus important de la quantité de pétrole présente à l'origine. En conséquence, les réserves augmentent.

Inversément, les conditions cadre peuvent empirer, rendant l'extraction accrue de pétrole moins intéressante. En conséquence, les réserves diminuent.

Les réserves sont élastiques. Tant que le pétrole est disponible en quantité suffisante – ainsi que cela a été le cas par le passé – on parle d'une élasticité des réserves motivée par la demande.

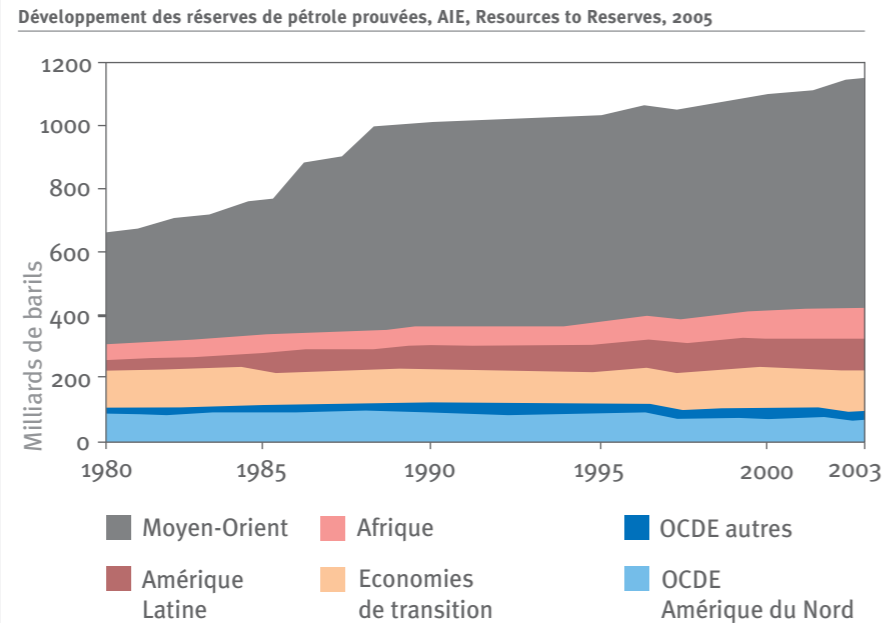
Entre 1994 et 2004, environ 300 milliards de barils de pétrole ont été extraits à travers le monde. Malgré cela, au cours de cette période les réserves de pétrole identifiées et prouvées n'ont pas diminué, mais ont au contraire augmenté. Selon les estimations indépendantes de différentes organisations, elles se situent aujourd'hui à environ 1100 milliards de barils:

Estimations des réserves mondiales prouvées (2003) indiquées par différentes organisations, AIE, Resources to Reserves, 2005



Au fil du temps, un champ pétrolier livre plus de pétrole que ne l'avaient laissé présager les estimations au début de l'exploitation. Cela est dû au développement des technologies ainsi qu'au prix du marché respectivement en vigueur.

Les gisements de pétrole sont répartis à travers le monde de manière inégale et déclenchent ainsi d'importants flux commerciaux entre les Etats producteurs et les régions consommatrices.

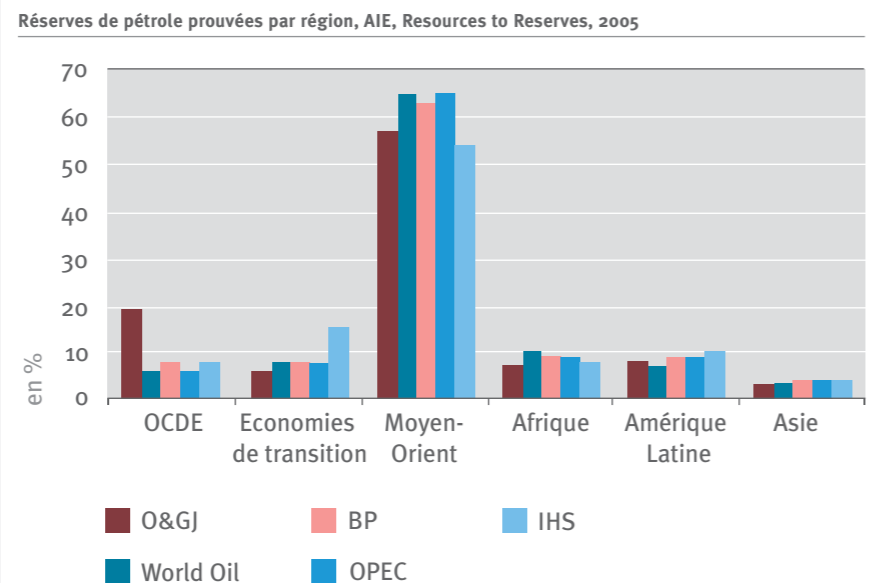


Cette base factuelle indique que les réserves de pétrole considérées comme prouvées au niveau des prix et à l'état de développement technologique de fin 2003 suffisent à elles seules à assurer la consommation actuelle pour au moins 40 années supplémentaires. Ainsi que mentionné plus haut, la base de ressources totale couvre un multiple de la consommation de cette période.

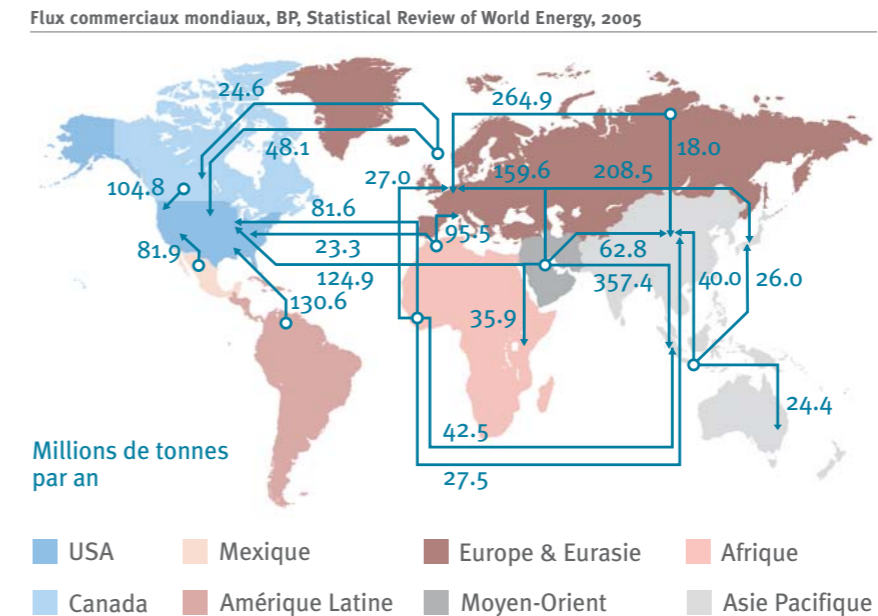
3. La disponibilité géographique du pétrole

Les flux commerciaux du pétrole

Les gisements de pétrole ne sont pas répartis sur la surface de la planète de manière régulière. Certaines régions disposent de beaucoup, d'autres probablement d'aucun pétrole. Et d'autres régions n'ont pas encore été explorées du tout, ou seulement de manière incomplète. Les plus importantes réserves prouvées de pétrole conventionnel se trouvent dans les pays du Moyen-Orient: en Iraq, en Iran, au Koweït, en Arabie Saoudite et dans les Emirats Arabes Unis.



La disponibilité inégale de pétrole à travers le monde a pour conséquence que le pétrole doit être acheminé des régions «excédentaires» – notamment le Moyen-Orient, la Russie et l'Afrique – vers les principales régions de «consommation» telles l'Europe de l'Ouest, les Etats-Unis et la zone Pacifique. Des flux commerciaux et des secteurs d'activité d'importance globale en ont découlé, requérant une immense infrastructure de moyens de transport et d'oléoducs, avec les installations de chargement et de déchargement attenantes.



Des perspectives intéressantes pour la découverte de nouveaux gisements

Afin de couvrir les futurs besoins mondiaux en pétrole, et additionnellement au développement des réserves de pétroles déjà connues, la recherche de nouveaux gisements est aussi amplifiée dans des régions jusqu'à présent peu explorées.

Des potentiels importants pour la découverte de gisements de pétrole et de gaz existent en Russie, en particulier dans l'Arctique russe, dans la plaine de Sibérie Occidentale, dans le delta de la Lena et dans les eaux côtières de la mer de Béring ainsi qu'au nord et à l'est de l'Ile Sakhaline et dans le bassin caspien.

En Asie centrale, des potentiels importants et peu explorés avec des méthodes modernes existent au Kazakhstan, au Turkménistan et en Ouzbékistan. De même, la Chine offre de très bonnes perspectives.

Les récentes découvertes au Tchad et au Soudan indiquent que d'importants gisements attendent probablement encore d'être découverts en Afrique. Les eaux côtières entre la Libye, la Tunisie et Malte sont aussi considérées comme très prometteuses.

Des potentiels importants existent par ailleurs dans les eaux profondes des socles continentaux le long des lignes côtières de l'Atlantique, en Caraïbe et dans le Golfe du Mexique, dans l'Océan Pacifique et l'Océan Indien et au bord de la Mer Noire.

La Russie, l'Asie Centrale et la Chine offrent les perspectives les plus intéressantes pour la découverte de nouveaux gisements. On soupçonne aussi l'existence de gisements non encore découverts en Afrique et dans les fonds des océans. Les gisements mondiaux de brut extra-lourd et de schistes bitumineux ont jusqu'à présent peu été exploités.

Le terme «peak oil» désigne le pic de production d'un puit de forage individuel, d'un champ pétrolier individuel ou d'une région entière. En langage courant, «peak oil» correspond au moment où la moitié du pétrole disponible a été consommé.

D'importants gisements de brut extra-lourd sommeillent dans les sables asphaltiques du Canada et du Venezuela ainsi que dans les ceintures asphaltiques de Madagascar (Bernolanga), du Nigeria et de la Russie. Et finalement, d'importantes réserves de schistes bitumineux sont situées surtout en Australie, au Brésil, en Chine, en Russie, en Afrique du Sud et aux Etats-Unis.

4. Peak oil

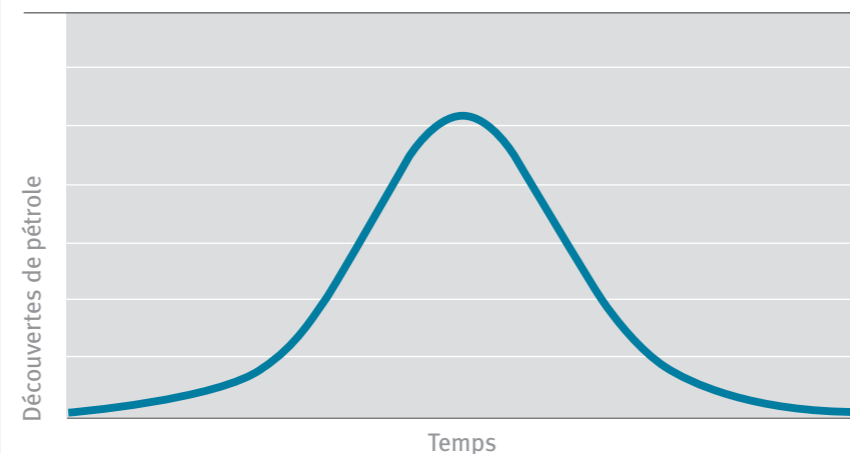
L'histoire de la théorie du peak oil

Lors de l'exploitation d'un gisement, la production démarre à zéro pour progresser ensuite jusqu'à un maximum technologique et diminuer de nouveau. Au départ, en raison des données géologiques la forte pression qui règne dans le champ de pétrole facilite la production. Plus la pression diminue, plus la viscosité du pétrole influe sur le comportement de production. Le taux d'extraction a tendance à diminuer avec chaque nouveau baril de pétrole, jusqu'à ce que le gisement soit déclaré non exploitable au niveau économique et/ou technologique. Représenté de manière graphique, il en résulte une sorte de courbe en cloche de la production.

Le terme «peak oil» désigne le pic de production d'un puit de forage individuel, d'un champ pétrolier individuel ou d'une région entière.

Vers 1950, M. King Hubbert, géologue chez Shell, constata que, représentée de manière graphique le long d'un axe de temps, la découverte de nouveaux champs pétroliers aux Etats-Unis suivait une courbe en forme de cloche. La raison en est qu'au départ, le taux de réussite dans l'exploration est faible, car les géologues n'ont que peu de points de repère quant à l'endroit où les recherches promettaient les meilleures perspectives de succès. Avec le temps, le taux de réussite s'accroît, car des informations plus nombreuses et de meilleure qualité sont disponibles sur le sous-sol terrestre. Comme les gisements de pétrole sont cependant limités, on atteint finalement un moment auquel les plus grandes quantités de pétrole sont découvertes. A partir de ce moment-là, il devient plus difficile de trouver de nouveaux gisements. Hubbert postula qu'avec un certain décalage, la production issue des champs pétroliers déjà découverts allait suivre une courbe semblable. Cette courbe en forme de cloche, qui rappelle une courbe gaussienne de distribution normale, est ainsi connue aujourd'hui sous le nom de «courbe de Hubbert».

Tracé modèle de la courbe peak oil, AIE, Resources to Reserves, 2005

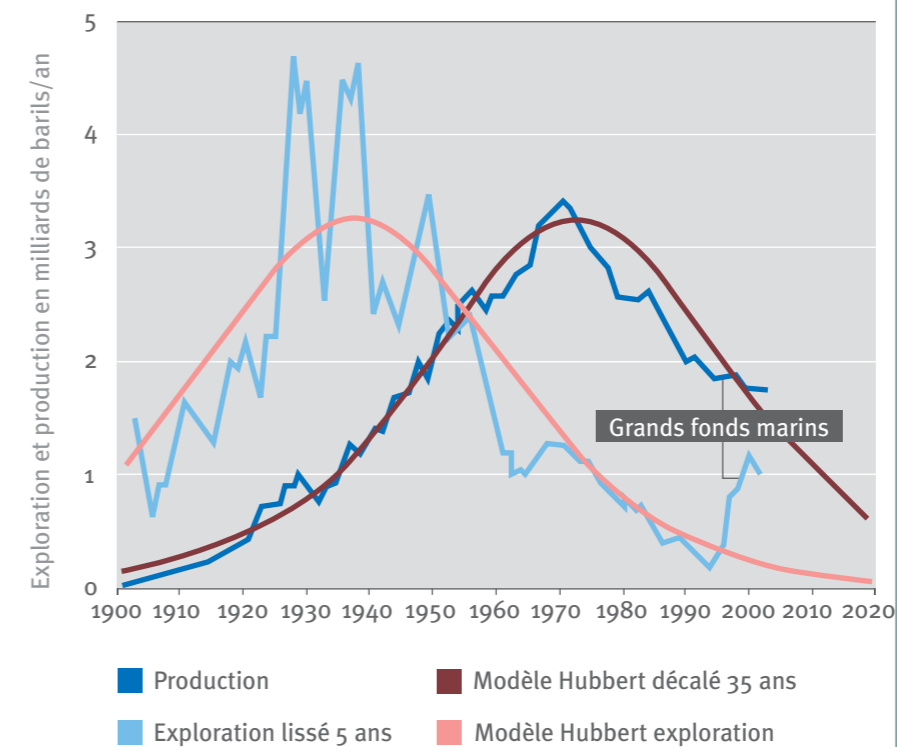


Limites de la théorie du peak oil

Etant donné que la courbe de production postulée par Hubbert suit un tracé symétrique, elle indique aussi que le point culminant de la production, nommé «oil peak» ou «Hubbert's peak», coïncide avec le moment auquel environ 50% du pétrole exploitable a été extrait.

Se basant sur ces réflexions, en 1956 Hubbert prédit correctement que la production de pétrole aux Etats-Unis culminerait entre 1965 et 1970. En effet, le pic de production fut atteint aux Etats-Unis en 1971. Sa prédiction ne s'est cependant avérée exacte que parce qu'au cours de la période d'observation n'avait eu lieu aucun changement significatif dans les conditions cadre politiques, les technologies de productions et le développement économique. Les Etats-Unis ne se livraient donc pas eux-mêmes à l'extraction de pétrole additionnel car, étant données les circonstances de l'époque, il était plus intéressant au niveau économique de couvrir les besoins supplémentaires avec des importations.

Exploration et production aux USA (vue comparative), AIE, Resources to Reserves, 2005

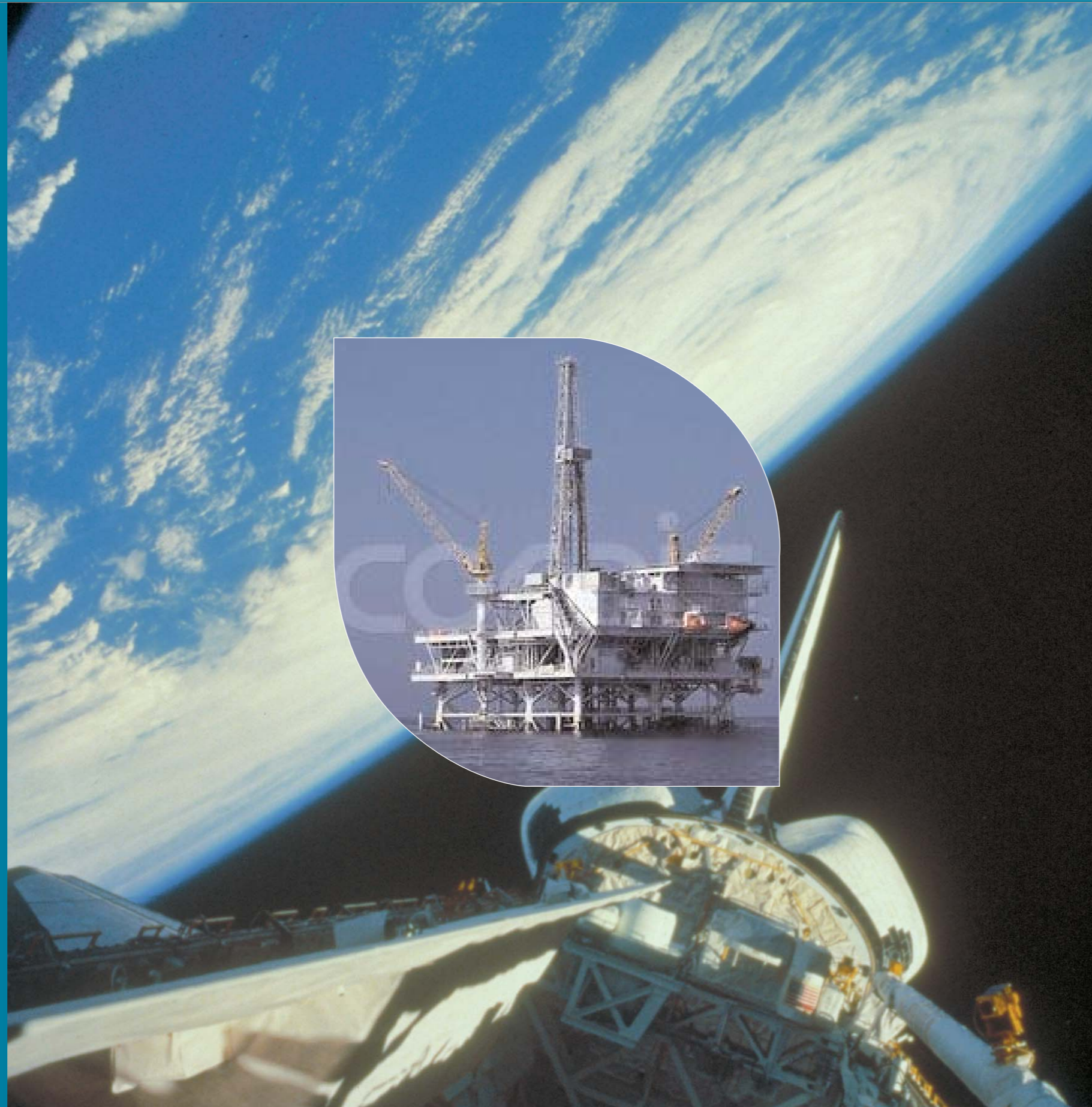


Un examen critique de la théorie du peak oil révèle que différentes conditions spécifiques doivent être remplies afin qu'elle soit applicable à la réalité: un volume important de données solides relatives aux réserves existantes, un marché stable présentant des taux de croissance élevés ainsi que la possibilité d'importations libres, qui permettent d'éviter une hausse massive des prix. Toutes ces circonstances étaient réunies dans le cas des Etats-Unis.

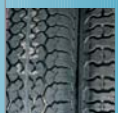
L'application de la théorie du peak oil à l'industrie pétrolière mondiale révèle cependant que ses résultats sont peu fiables:

L'application de la théorie du peak oil à l'industrie pétrolière mondiale est liée à certaines conditions spécifiques qui ne sont quasiment jamais remplies en réalité.

Depuis le printemps 2003, le prix du pétrole est passé de 25 dollars à jusqu'à 75 dollars par baril. Ce triplement du prix du pétrole a été la conséquence directe d'une croissance inattendue de la demande, en particulier dans la zone Pacifique. De manière passagère, l'offre n'a pas pu emboîter le pas à l'augmentation de la demande. Ce phénomène de marché à court terme a cependant ramené sur le devant de la scène la vieille question de la disponibilité à long terme du pétrole.



oilfacts.ch



Dans la réalité de l'industrie pétrolière, il existe une multitude de courbes reflétant l'évolution de la production de pétrole. Le modèle de Hubbert est impuissant à prédire sans équivoque l'approvisionnement futur en pétrole.

- Se basant sur sa théorie, Hubbert avait prédit l'atteinte du pic de production mondial entre 1995 et 2000. Il s'est cependant trompé et n'a pas pu renouer avec le succès de sa première prédiction.
- Se basant également sur le modèle de Hubbert, Collin Campbell – lui aussi géologue – se fit remarquer par des pronostics erronés, ayant annoncé le «peak oil» pour 1989 et 1997, et lancé avec son «Association for the Study of Peak Oil» (ASPO) un mouvement qui pronostiqua par la suite le pic de production de pétrole conventionnel pour début 2004, mais l'a entretemps remis – eu égard aux développements récents – à 2010.

Comme quasiment toutes les prédictions publiées quant aux réserves de pétrole et aux modes de consommation futurs, les «pronostics peak oil» ne représentent eux non plus que des projections simplifiées. Ils ignorent l'évolution ultérieure des réserves de pétrole – vers le haut et vers le bas – ainsi que les variables politiques, économiques, écologiques et technologiques sous-jacentes.

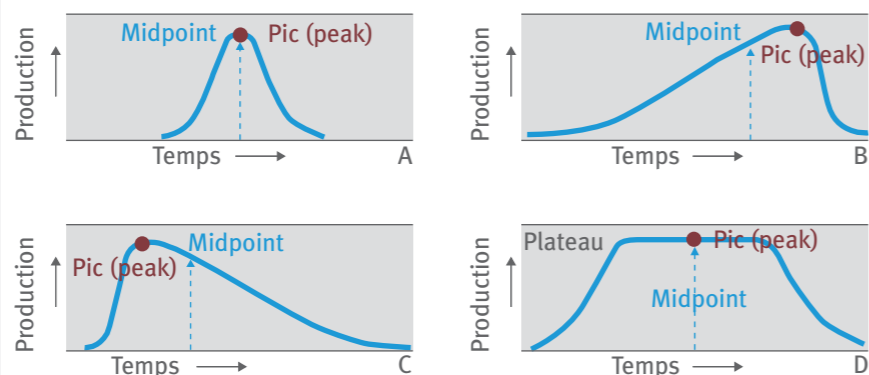
Conséquences pour le débat sur le peak oil

En règle générale, les prédictions se basant sur la théorie de Hubbert ne touchent pas à la totalité des ressources de pétrole mais seulement à la catégorie qualifiée de pétrole conventionnel (voir chapitre 2). Le pétrole non-conventionnel n'est généralement pas pris en considération par les adeptes de la théorie du peak oil.

Cela signifie que les méthodes liées au peak oil ne prennent pas en compte les importantes ressources de pétrole qui peuvent être nouvellement assurées grâce à l'emploi de nouvelles technologies et face à des prix plus élevés.

Dans la réalité de l'industrie pétrolière, on observe par ailleurs une multitude de courbes possibles et réelles reflétant l'évolution de la production de pétrole. Seule l'une d'entre elles (A) présente la forme gaussienne de la courbe de Hubbert.

Courbes schématisées possibles de la production de pétrole, Oil Gas, 1/2006



Le modèle de Hubbert s'est révélé impuissant à prédire le pic de production mondial. Il indique simplement qu'un pic sera atteint un jour dans la production pétrolière mondiale et rappelle ainsi que le pétrole est effectivement une ressource limitée. D'où les nombreuses critiques dont fait l'objet la «méthode de Hubbert».

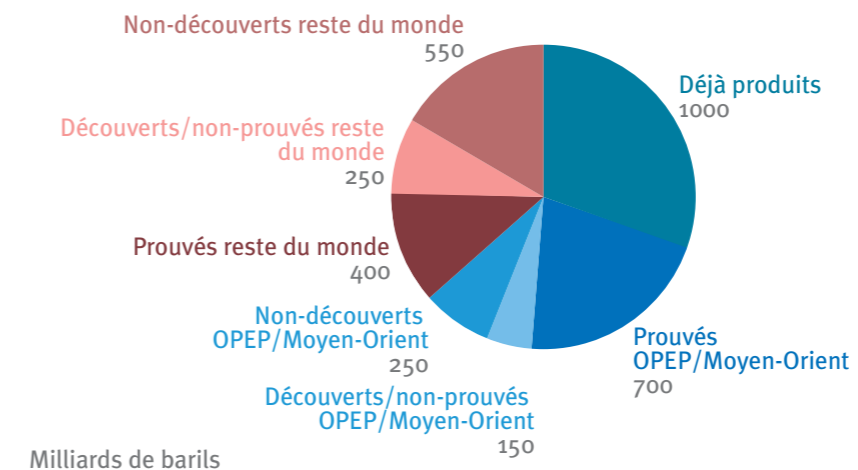
5. Aperçu des gisements mondiaux de pétrole

Le pétrole conventionnel

Différentes études estiment que vu d'aujourd'hui, environ 3 milliards de barils de pétrole sont récupérables par des moyens conventionnels.

- ExxonMobil estime les ressources mondiales récupérables de pétrole conventionnel à 3,2 milliards de barils (Energy Outlook 2005).
- L'AIE estime les ressources mondiales récupérables de pétrole conventionnel à 3,3 milliards de barils (Reserves to Resources, 2005).
- Le United States Geological Survey de l'année 2000 indique une moyenne de 3 milliards de barils de ressources récupérables de pétrole conventionnel.

Estimation des gisements mondiaux de pétrole conventionnel, AIE, Resources to Reserves, 2005



Les estimations fournies ci-dessus incluent des gisements de pétrole dont les données géologiques connues laissent présager l'existence avec une grande probabilité dans les régions du monde non encore ou insuffisamment explorées.

Elles comportent aussi une composante de croissance des réserves déjà identifiées, car en règle générale les estimations des réserves tendent à être revues à la hausse avec le temps qui passe.

Plusieurs raisons expliquent ce phénomène:

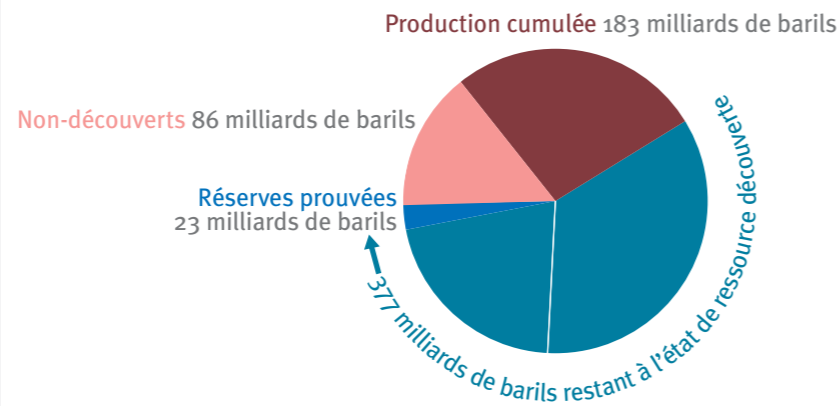
- Les premières estimations sont généralement prudentes. C'est à dire qu'elle sont normalement revues à la hausse à une date ultérieure.
- Des forages additionnels à proximité d'un champ pétrolier connu peuvent révéler des gisements additionnels.
- Des gisements identifiés, qui ne présentent tout d'abord pas d'intérêt d'un point de vue économique en vue d'un certain niveau des prix, deviennent rentables.
- Des gisements identifiés mais non encore accessibles deviennent exploitables grâce au progrès technologique.

On estime que jusqu'à présent, seul environ 35% du pétrole a été extrait des réserves connues.

Rien qu'avec les méthodes d'extraction courantes, des réserves de pétrole de l'ordre de 3 milliards de barils peuvent être mises en exploitation. On estime par ailleurs que jusqu'à présent, seul environ 35% du pétrole a été extrait des gisements connus.

Les champs pétroliers qui sont déjà en exploitation offrent encore un grand potentiel. Celui-ci ne pourra cependant être réalisé que si les prix du pétrole persistent à un niveau élevé. Des technologies d'extraction avancées (exploitation tertiaire) permettent de s'attendre à une augmentation des réserves de 300 à 600 milliards de barils.

Bilan des champs pétroliers américains, AIE, Resources to Reserves, 2005



A l'exception des Etats-Unis, toutes les régions du monde disposent de plus de réserves de pétrole conventionnel qu'elles n'en ont déjà extrait. Malgré tout, les Etats-Unis affichent des ressources de pétrole non encore exploitées de 377 milliards de barils. Les plus importantes ressources de pétrole conventionnel restantes se situent au Moyen-Orient et en Russie.

Tendances dans l'évolution de l'extraction de pétrole conventionnel

Dans une première phase d'extraction, le pétrole est amené à la surface soit par la pression naturelle auquel il est soumis soit au moyen de pompes. Dans une seconde phase (secondary recovery), du pétrole supplémentaire est extrait du gisement au moyen de l'injection d'eau ou de gaz dans le réservoir. Finalement, dans une troisième phase (tertiary recovery), on procède par l'adjonction de substances plus complexes telles vapeur, polymères, produits chimiques, CO₂ ou microbes, grâce auxquelles le taux d'extraction peut être augmenté à nouveau, souvent d'un facteur multiple.

Selon la structure du réservoir, 10 – 30% du pétrole présent peut être extrait au cours de la première phase et 10 – 30% additionnels au cours de la seconde phase; donc en règle générale au total 20 – 60% du pétrole présent. Des taux d'extraction supérieurs ne peuvent être atteints qu'au cours de la troisième phase d'exploitation, qui devient rentable à partir d'un prix du pétrole se situant à 40 dollars par baril.

Vus le niveau actuel élevé des prix et la dynamique globale des marchés, on peut s'attendre à une forte intensification de l'extraction tertiaire. En particulier aux Etats-Unis, ceci pourrait mener à une recrudescence considérable de la production indigène, étant donné que d'importantes réserves de pétrole attendent encore d'être extraites de gisements connus au moyen de méthodes d'exploitation tertiaire.

Le potentiel de l'extraction tertiaire

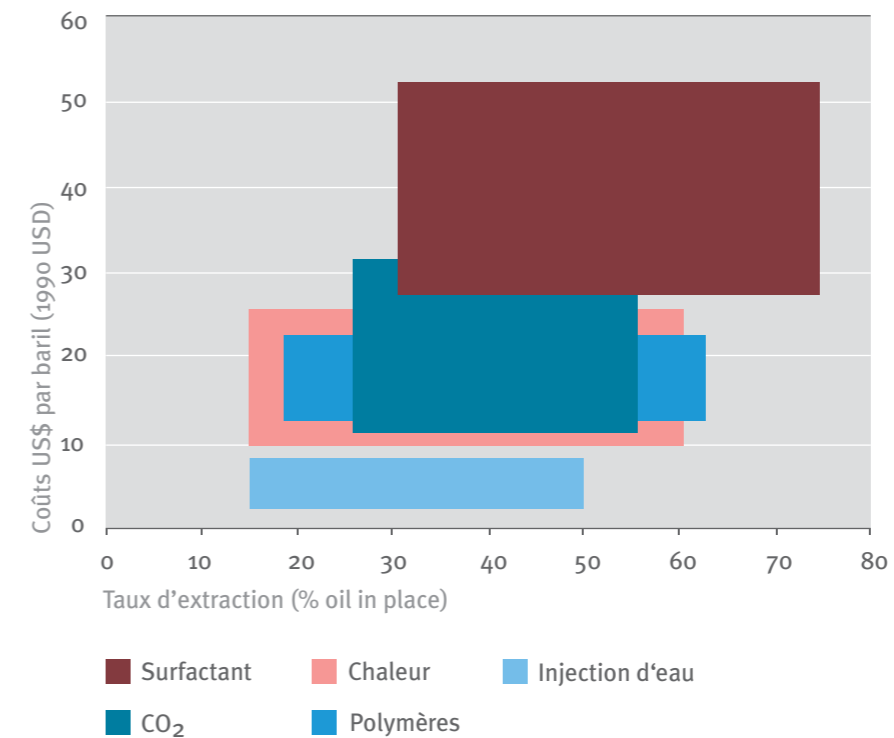
En particulier dans les grands champs pétroliers du Moyen-Orient, les taux d'extraction n'atteignent encore souvent que 5 – 10%. L'augmentation du taux moyen d'extraction de seulement 5 – 10% au niveau mondial équivaldrait à la création de nouvelles réserves plus importantes que les réserves actuelles de l'Arabie Saoudite.

Chaque augmentation supplémentaire semblable du taux d'extraction revient donc à créer une «nouvelle Arabie Saoudite».

Etant donné les taux d'extraction actuels en Norvège, où certains champs pétroliers atteignent déjà un taux de 50%, il ne devrait s'agir que d'une question de temps avant que l'exploitation tertiaire de gisements existants ne devienne intéressante d'un point de vue économique. Par ailleurs, des essais sont déjà en cours au Texas et en Oklahoma visant l'injection d'hydroxyde de sodium, de substances réduisant la tension superficielle et de polymères, qui devrait permettre d'obtenir un rendement supplémentaire de 20 – 30% dans les anciens gisements connus.

Au vu du niveau élevé des prix, l'exploitation tertiaire au moyen de produits et de procédés chimiques va fortement progresser.

Coûts estimés des méthodes d'extraction tertiaire, AIE, Resources to Reserves, 2005



Grâce aux méthodes d'extraction tertiaires, on peut s'attendre à la mise en exploitation de ressources de pétrole supplémentaires d'environ 300 – 600 milliards de barils, qui ne sont pas pris en compte dans les estimations actuelles des réserves.

Gisements par grands fonds marins

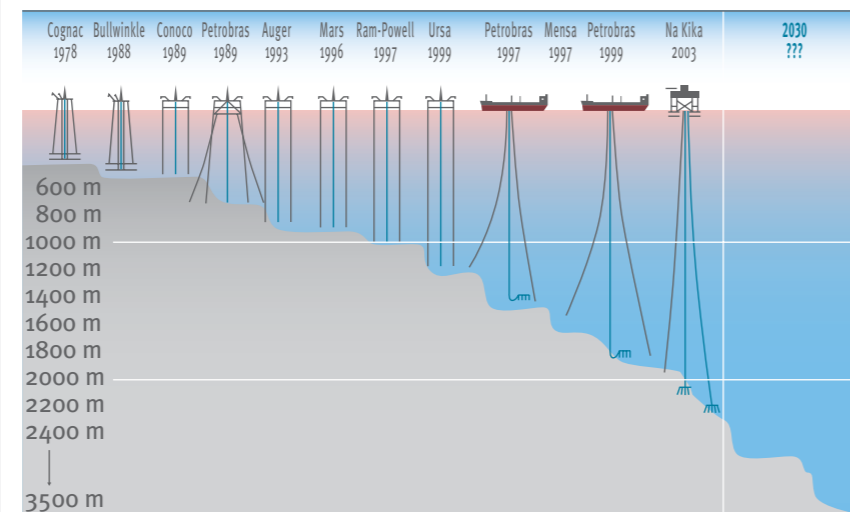
A l'avenir, la plupart des nouvelles découvertes auront probablement lieu dans des régions d'exploration difficilement accessibles. On soupçonne l'existence d'environ un cinquième du pétrole conventionnel non encore découvert en dehors du Moyen-Orient dans les grands fonds marins, et d'environ un tiers dans les régions arctiques. A l'origine, les forages par grande profondeur ne pouvaient être effectués qu'à partir de plate-formes ancrées au fond de la mer. Aujourd'hui, on emploie des navires à positionnement dynamique, qui

La hausse du taux d'extraction mondial de l'exploitation pétrolière au niveau de celui de la Norvège créerait d'un seul coup des réserves supplémentaires de l'ordre de quatre fois celles de l'Arabie Saoudite.

Il y a dix ans, des profondeurs de 600 mètres étaient encore considérées comme problématiques pour les forages marins; aujourd'hui, on extrait du pétrole au large de l'Afrique à des profondeurs de 2000 mètres. Le potentiel est loin d'être épuisé.

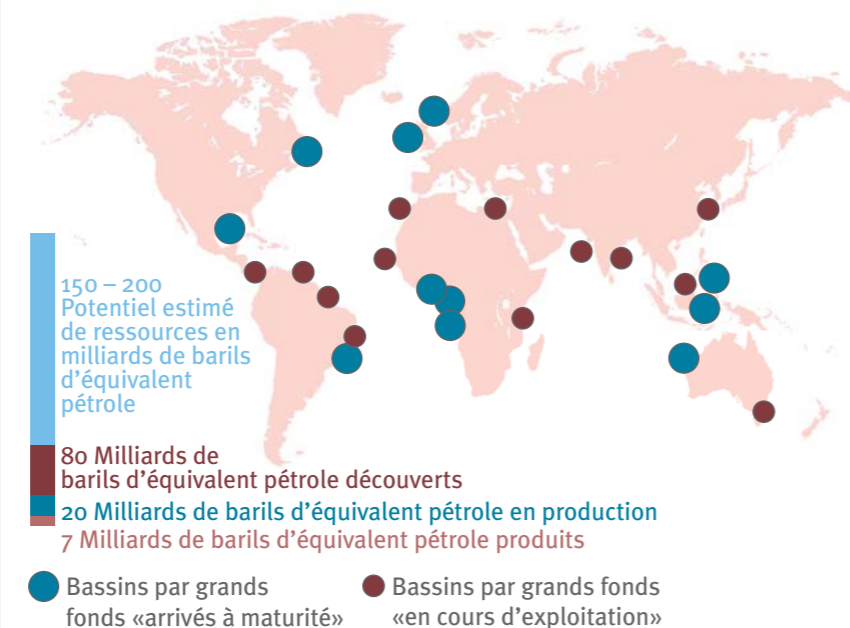
peuvent maintenir leur position en haute mer au mètre près grâce au GPS et permettent des forages dans des profondeurs allant jusqu'à 3000 mètres. On désigne comme «gisements par grands fonds» le pétrole extrait des eaux côtières de profondeur considérable. Alors qu'en 1988 des profondeurs de 600 mètres étaient encore dignes de record, le record actuel est de 3000 mètres, et des profondeurs allant jusqu'à 2000 mètres n'ont plus rien d'exceptionnel au large de l'Afrique et du Brésil et dans le Golfe du Mexique. Une définition ferme du terme de «gisements par grands fonds» n'est donc pas possible.

Evolution de la technologie par grands fonds marins (Shell), AIE, Resources to Reserves, 2005



La capacité de l'industrie pétrolière à s'avancer toujours plus avant dans les fonds marins grâce à l'innovation technologique est impressionnante. Le progrès technologique et la force d'innovation vont selon toute probabilité permettre de s'aventurer dans des eaux encore plus profondes. On estime qu'environ 40% des ressources de pétrole situées par grands fonds non encore découvertes se trouvent à des profondeurs de 2000 à 3000 mètres, et 30% supplémentaires à des profondeurs allant jusqu'à 4000 mètres. L'AIE part du principe que les gisements par grands fonds non encore découverts pourraient recéler un potentiel de 120 milliards de barils.

Potentiels par grands fonds marins au niveau mondial, AIE, Resources to Reserves, 2005



Le pétrole dans les régions arctiques

En Alaska, en Canada du Nord et en Russie, l'industrie se voit confrontée à des défis technologiques semblables à ceux par grands fonds marins en raison des difficultés climatiques et logistiques. Dans ces régions, les coûts de la recherche de nouveaux gisements et de l'extraction sont élevés et sont supérieurs d'un facteur trois à cinq à ceux de l'exploitation dans des zones plus tempérées. Le niveau actuel des prix rend cependant l'extraction de pétrole en Arctique de plus en plus rentable et elle gagnera donc en importance. En effet, on peut partir du principe qu'environ un quart du pétrole qui reste à découvrir se trouve dans ces régions.

Gisements ultraprofonds

Les estimations actuelles des ressources supposent que quasiment aucun gisement de pétrole ne reste à découvrir par des profondeurs allant au-delà de 4000 mètres. Cette appréciation ne repose cependant pas sur des analyses géologiques.

Le fait est que la planète compte de nombreuses couches de sédiments dont l'épaisseur dépasse 10 km; ainsi dans le Golfe du Mexique, le Bassin du Congo ou en Sibérie Occidentale. Il n'y a aucune raison que ne s'y trouvent pas aussi des couches susceptibles de contenir du pétrole.

Etant donné ces réflexions, des forages d'essai ont déjà été effectués jusqu'à 12000 mètres de profondeur et le Département de l'énergie des Etats-Unis approuve l'application industrielle de cette technologie dans le cadre de son programme «Deep Trek».

Certains spéculent que cette technologie devrait permettre d'accéder à jusqu'à 300 milliards de barils supplémentaires de ressources de pétrole conventionnel, qui ne sont pas pris en compte dans les estimations actuelles des ressources conventionnelles.

Pétrole non-conventionnel

Le pétrole non-conventionnel (voir chapitre 2) présente un potentiel d'exploitation considérable, qui est tout à fait comparable à celui du pétrole conventionnel.

Brut extra-lourd, sables asphaltiques, bitume

Les ressources de brut extra-lourd de la planète se situent en grande partie au Canada et au Venezuela. Le potentiel y atteint plus de 2,5 billions de barils resp. 1,5 billions de barils sous forme de brut extra-lourd liquide et de bitume extractible. La Russie dispose elle aussi de ressources importantes de pétrole non-conventionnel.

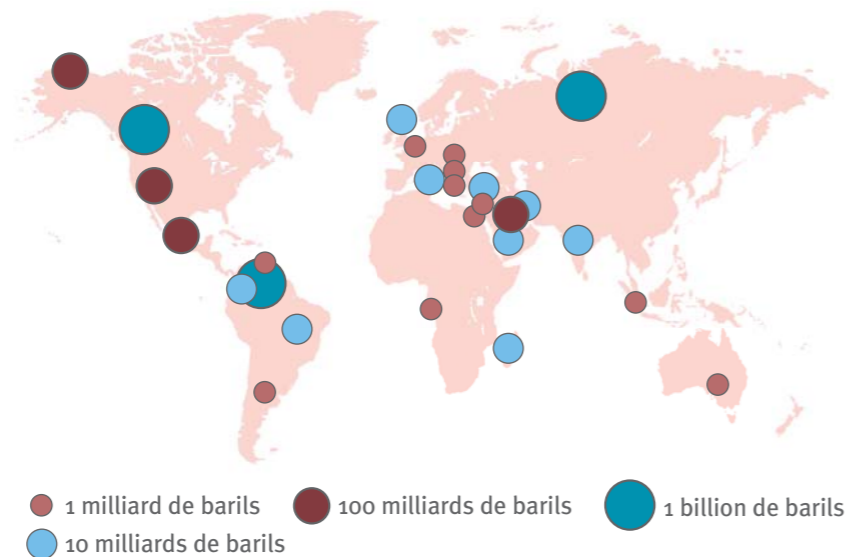
Les sables asphaltiques sont exploités à ciel ouvert. Le bitume est extrait de la roche par le moyen de l'apport de chaleur, d'eau et de solvants. La viscosité du bitume doit ensuite être réduite pour le transport. Cela se fait soit par l'extraction de carbone du bitume soit par l'adjonction d'hydrogène ou de

On estime que la région arctique recèle environ 200 milliards de barils de pétrole conventionnel. Au niveau actuel des prix, leur extraction commence à valoir la peine.

Les recherches de pétrole se sont jusqu'à présent principalement limitées à des profondeurs d'un maximum de 3000 mètres. Géologiquement parlant, il n'y a aucune raison que des couches susceptibles de contenir du pétrole ne se trouvent pas à des profondeurs plus élevées. Des premiers forages d'essai sont en cours à 12000 mètres.

Les coûts de la production de pétrole à base de sables asphaltiques baissent et leur extraction est déjà aujourd'hui intéressante d'un point de vue économique. De manière croissante, les sables asphaltiques sont inclus dans les réserves prouvées.

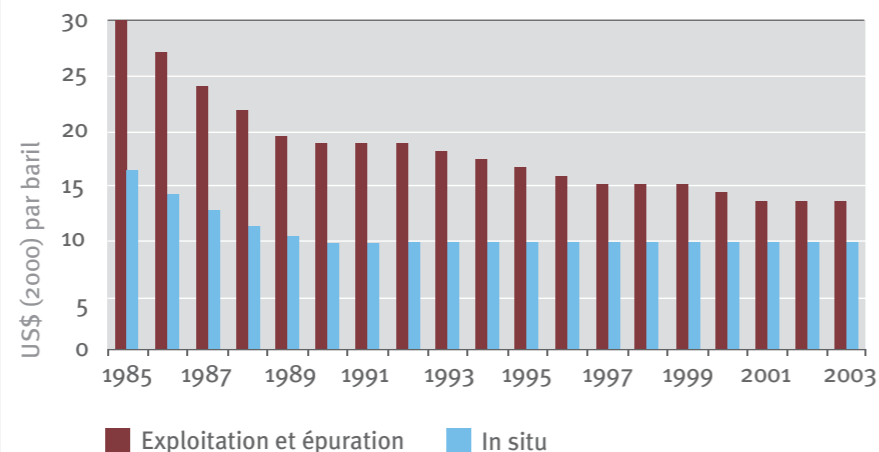
Ressources mondiales de brut extra-lourd, AIE, Resources to Reserves, 2005



liaisons d'hydrocarbures plus légères. Si l'on parvenait à mettre en exploitation de manière rentable ces ressources de pétrole non-conventionnel à un taux d'extraction de 20%, le Canada et le Venezuela disposeraient de réserves de pétrole plus élevées que la totalité des réserves de pétrole conventionnel du Moyen-Orient. Depuis l'introduction en 2003 d'un régime légal favorable au niveau fiscal et concernant les royalties, le Canada compte ainsi déjà 175 milliards de barils de brut extra-lourd parmi ses réserves de pétrole prouvées et possède donc après l'Arabie Saoudite la deuxième base de réserves la plus importante au monde.

Les coûts de la production de pétrole à partir de sables asphaltiques ont continuellement baissé au cours des dernières années et se situent aujourd'hui environ à 15 dollars par baril. Cela explique l'énorme essor de la production de pétrole à base de sables asphaltiques, qui a déjà dépassé en 2005 la marque du million de barils par jour et augmentera dans les années à venir à plus de 3 millions de barils grâce à de nouveaux projets. A cause de leur viscosité, certains bruts extra-lourd liquides ne peuvent être extraits que par l'injection de vapeur sur place («in situ») et d'autres technologies d'extraction récentes. Malgré ces difficultés, les coûts sont seulement de l'ordre d'environ 20 dollars par baril.

Coûts de production du pétrole à base des schistes bitumineux canadiens, AIE, Resources to Reserves, 2005



La baisse massive des coûts de production et l'augmentation des prix du pétrole mènent à croire que les ressources mondiales de pétrole non-conventionnel seront à l'avenir exploitées de manière plus intense.

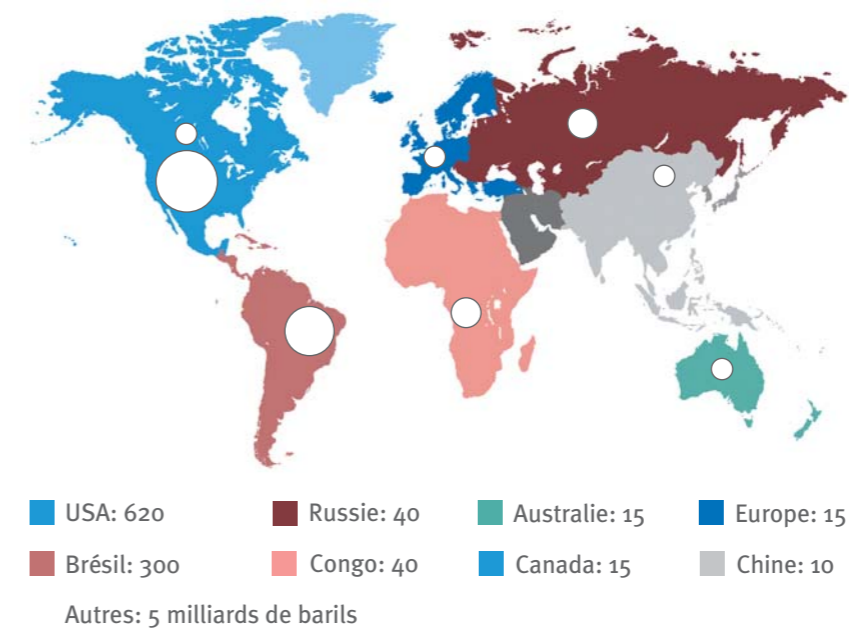
L'AIE part du principe que parmi les 4 à 6 billions de barils estimés de ressources de pétrole non-conventionnel, 2 billions au moins seront exploitables d'un point de vue économique et technologique. Vus dans leur ensemble, les progrès technologiques dans le domaine de l'extraction du pétrole non-conventionnel sont considérables.

Lorsque l'on examine les gisements mondiaux de pétrole, ces quantités doivent être additionnées aux ressources et aux réserves mondiales de pétrole.

Schistes bitumineux

On nomme «schistes bitumineux» des formations rocheuses situées à la surface de la planète qui contiennent un pourcentage élevé de kérogène. Les schistes bitumineux existent en grande quantité. Leur mise en exploitation dans des conditions commerciales libérerait un énorme potentiel de réserves. On peut partir du principe qu'au niveau mondial, les schistes bitumineux représentent un potentiel de jusqu'à 2,6 billions de barils de pétrole, dont 1,6 billions de barils pour les seuls Etats-Unis.

Gisements mondiaux exploitables de schistes bitumineux, AIE, Resources to Reserves, 2005



L'obtention de pétrole à partir de schistes requiert des quantités importantes d'énergie et d'eau. Sur la base d'essais menés à titre expérimental au début des années 80, les coûts d'exploitation sont estimés à 25 dollars par baril. Shell travaille en ce moment à un projet pilote faisant usage d'énergie électrique, qui devrait être rentable à partir d'un prix du pétrole de 20 dollars par baril.

Le Département de l'énergie des Etats-Unis table sur jusqu'à 2 billions de barils de pétrole obtenu à base de schistes bitumineux d'ici 2020.

La production de pétrole à partir de schistes bitumineux représente elle aussi un potentiel important pour l'avenir. Le Département de l'énergie des Etats-Unis table sur jusqu'à 2 billions de barils de pétrole provenant de schistes bitumineux.

Les réserves mondiales de charbon sont suffisantes pour encore plusieurs siècles. Les procédés correspondants pour la production de carburants automobiles à faible teneur en soufre sont au point d'un point de vue technologique et rentables d'un point de vue économique.

Gas-to-Liquids (GTL) et Coal-to-Liquids (CTL)

Enfin, les technologies Gas-to-Liquids (GTL) resp. Coal-to-Liquids (CTL) représentent des ressources supplémentaires de pétrole non-conventionnel.

Grâce à la production de gaz de synthèse et à l'emploi ultérieur du procédé Fischer-Tropsch, le gaz naturel peut être transformé en hydrocarbures liquides, dont peuvent être tirés des carburants automobiles de haute qualité à faible teneur en soufre. La gazéification du charbon au moyen du procédé Fischer-Tropsch mène au même résultat.

Tous les procédés sont au point au niveau technologique et sont rentables à partir d'un prix du pétrole de 25 dollars par baril. Des installations CTL à large échelle sont déjà en opération en Afrique du Sud et en construction en Chine. La première installation industrielle GTL a été mise en exploitation en Malaisie en 1993 et une autre installation GTL à grande échelle est en construction au Qatar, l'achèvement des travaux étant prévu pour 2009.

Les réserves mondiales de charbon peuvent encore couvrir les besoins croissants en énergie pendant plusieurs siècles.

6. Nouvelles technologies et besoins d'investissement

L'industrie pétrolière – à la pointe du progrès technologique

Depuis les débuts de l'ère pétrolière, les technologies d'extraction ont fait des progrès insoupçonnés. C'est l'une des raisons pour lesquelles les réserves prouvées ont pu continuer à croître alors que la consommation augmentait sans cesse.

À l'origine, l'exploration pétrolière était une activité limitée à l'observation de la nature et à la topographie de surface, dont le succès était de nature plutôt aléatoire. Au-jour'd'hui, elle est devenue une science hautement technologisée. Les structures géologiques prometteuses sont examinées au moyen de mesurages par satellite, d'études sismiques et de l'analyse des résonances électromagnétiques afin d'identifier des couches susceptibles de contenir du pétrole. Les technologies informatiques actuelles permettent de modéliser les sédiments de manière multidimensionnelle et proche de la réalité. Même leur évolution historique peut être établie en détail. La fiabilité des examens des sous-sols géologiques a ainsi pu être améliorée de manière déterminante, et la probabilité de forages couronnés de succès accrue en conséquence.

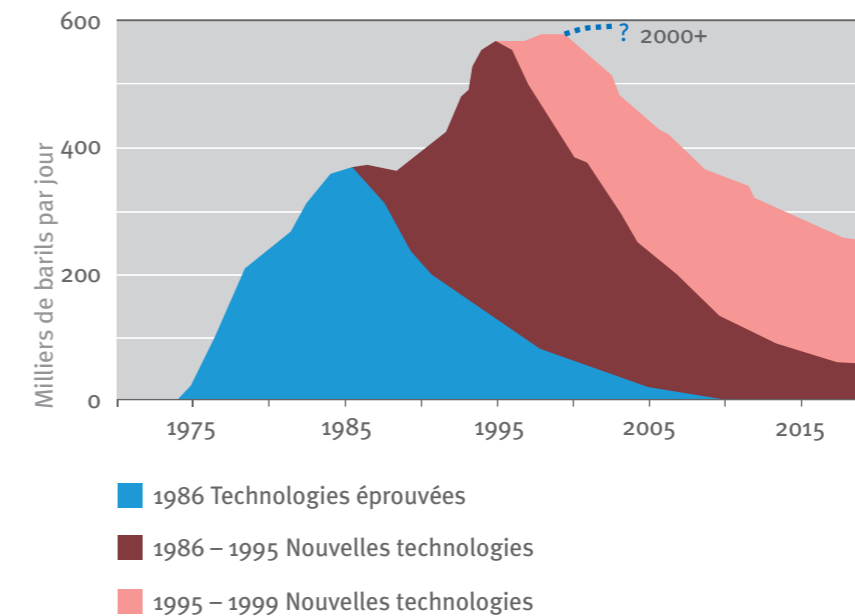
Lors des premiers forages en Pennsylvanie en 1864, on s'attelait encore à la tâche de manière rustique avec pelle et baquet. Aujourd'hui, des têtes de forage en diamant permettent de percer d'énormes épaisseurs rocheuses. Des changements de direction verticaux et horizontaux peuvent être effectués sans problème sur des distances allant jusqu'à 10 km. La totalité des activités souterraines est coordonnée et téléguidée depuis des centres de contrôle qui évoquent les installations high-tech des expéditions spatiales.

Alors que la gestion d'un gisement de pétrole consistait auparavant principalement à régler l'écoulement naturel du pétrole au moyen d'une commande de soupape, on procède aujourd'hui dans les champs pétroliers modernes à des

simulations et à des analyses informatiques complexes de la structure du sous-sol. Les résultats permettent de déterminer le site de nouveaux forages ainsi que p.ex. l'adjonction de vapeur, de gaz, de CO₂ ou de mélanges liquides plus complexes. Les données recueillies sous terre peuvent être transformées en véritables «réalités virtuelles» du sous-sol géologique par le biais d'analyses informatiques tridimensionnelles et permettent une gestion plus efficace de la structure souterraine ainsi qu'une augmentation substantielle du taux d'extraction de pétrole.

Les avancées technologiques repoussent toujours plus loin les limites fixées à l'exploration et à l'exploitation pétrolières par des zones d'extraction toujours plus difficiles d'accès et des conditions toujours plus extrêmes. Il faut s'attendre à de nouveaux progrès technologiques qui entraîneront des répercussions positives pour les conditions cadre de l'exploitation pétrolière.

Répercussions du progrès technologique sur la production en Mer du Nord, AIE, Resources to Reserves, 2005



Perspectives d'investissement

Le progrès technologique appelle des investissements et requiert un certain horizon de développement. Les fortes fluctuations des prix sur les marchés mondiaux du pétrole au cours de ces dernières 25 années ont eu pour conséquence des investissements plutôt modestes dans la recherche et le développement au sein de l'industrie pétrolière. À défaut d'un horizon de planification sûr, de tels investissements ne sont réalisés que dans la mesure du nécessaire. On peut partir du principe que l'impressionnant progrès technologique des années 90 était une conséquence des chocs pétroliers de 1973 et de 1979 et que les dépenses limitées pour la recherche et le développement observées ces dernières années sont à attribuer en partie au faible niveau des prix qui a marqué la fin des années 90.

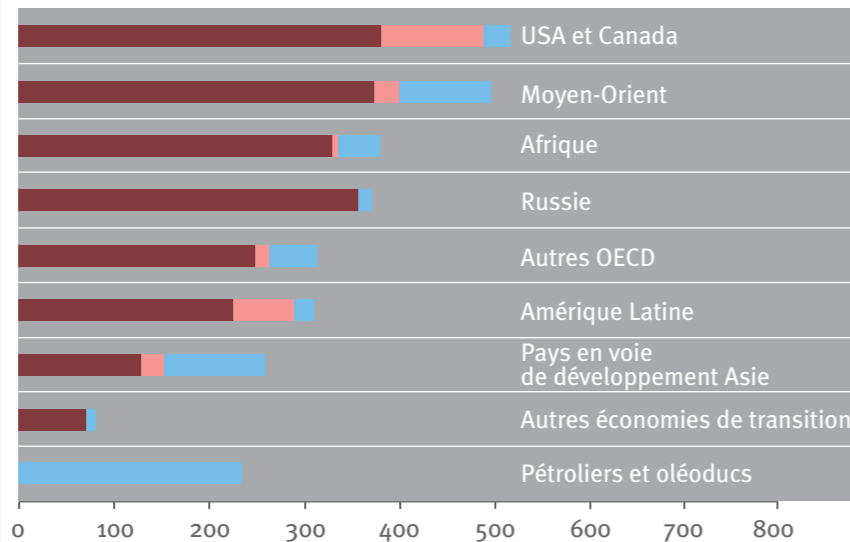
On peut être certain que les prix élevés qui prévalent aujourd'hui stimuleront le progrès technologique nécessaire à l'exploitation de vecteurs éner-

Des technologies de pointe dans le domaine du mesurage et des simulations informatiques améliorent la probabilité de découvrir de nouveaux champs pétroliers abondants et permettent d'augmenter de manière substantielle le taux d'extraction de pétrole.

Le progrès technologique requiert des investissements. Les investissements reuièrent à leur tour un horizon de planification sûr. Les gouvernements sont appelés à créer des conditions cadre appropriées afin d'assurer à long terme la sécurité de l'approvisionnement en pétrole.

gétiques fossiles, alternatifs et renouvelables, étant donné qu'ils offrent la perspective de gains plus importants et que la hausse des prix compensera les coûts d'exploitation plus élevés.

Besoins d'investissement de l'industrie pétrolière d'ici 2030, AIE, Resources to Reserves, 2005



Milliards de US\$ (2000)

- Exploration et développement
- Pétrole non-conventionnel
- Raffinage

D'ici 2030, des investissements annuels moyens de l'ordre de 130 milliards de dollars seront nécessaires dans les domaines de l'extraction et du raffinage du pétrole afin de couvrir l'augmentation estimée de la demande. Le défi majeur de notre époque n'est pas la disponibilité géologique des gisements de pétrole, mais une prise de décision adaptée quant aux investissements à réaliser. Ces décisions dépendent à leur tour des conditions cadre politiques, légales et fiscales dans les pays producteurs. Les pays producteurs, les entreprises pétrolières et les marchés des capitaux sont appelés à faire face à ces défis majeurs.

7. Conclusions

1. Dans les décennies à venir, le pétrole continuera à contribuer très largement à l'approvisionnement en énergie au niveau mondial. L'AIE et d'autres organisations prévoient que la demande mondiale de pétrole va croître de manière continue et pourrait se situer en 2030 entre 115 et 125 millions de barils par jour. Par rapport à la consommation actuelle d'environ 85 millions de barils par jour, cela représente une augmentation de quelque 40 – 50%.
2. Les gisements de pétrole sont disponibles en quantité suffisante au niveau mondial pour permettre une telle croissance: les gisements de pétrole de la planète sont estimés au total à environ 15 billions de barils. En l'état actuel des connaissances, 4 à 6 billions de barils en sont considérés récupérables d'un point de vue technologique.
3. Les réserves de pétrole prouvées aujourd'hui suffisent à elles seules à couvrir 40 années supplémentaires de la consommation actuelle.
4. La satisfaction des besoins futurs sera assurée principalement par le développement des ressources mondiales de pétrole conventionnel. En outre, la planète dispose de gisements de pétrole non-conventionnel (bitume, sables asphaltiques, schistes bitumineux). Leur exploitation peut satisfaire les besoins mondiaux en pétrole pendant une bonne partie du prochain siècle.
5. Etant donné les prix actuels du pétrole, la plupart des ressources pétrolières exploitables d'un point de vue technologique le sont aussi d'un point de vue économique.
6. Afin de couvrir la demande mondiale de pétrole prévue d'ici 2030, des investissements de l'ordre d'environ 3000 milliards de dollars sont nécessaires. Ces moyens sont requis pour financer le maintien et l'augmentation du niveau d'extraction actuel, le développement de nouvelles technologies visant une extraction optimisée des ressources conventionnelles et non-conventionnelles et l'expansion des infrastructures de raffinage, de transport maritime, de stockage et de distribution.
7. Les gisements de pétrole de la planète doivent être rendus exploitables aussi bien au niveau technologique qu'au niveau économique afin de transformer ces ressources de pétrole en réserves prouvées. Concrètement, nous faisons face aux défis suivants:
 - a) En l'absence de progrès technologique, l'extraction de champs pétroliers connus tend à la baisse.
 - b) Aussi bien dans les régions connues que dans les régions non encore explorées, la mise en exploitation de nouvelles ressources est coûteuse et exigeante au niveau technologique.
8. Les gouvernements ont le devoir de créer des conditions cadre appropriées pour assurer à long terme la sécurité de l'approvisionnement en pétrole. Cela inclut un climat d'investissement favorable, l'encouragement de la coopération entre les développeurs de technologies et les gouvernements des pays propriétaires de pétrole, ainsi que des incitations aux investissements pour la mise en exploitation de ressources de pétrole non-conventionnel.



L'analyse fondée des ressources d'hydrocarbures disponibles au niveau mondial et du progrès technologique dans l'extraction du pétrole confirme que l'avenir ne nous réserve pas de scénario catastrophe. L'approvisionnement en pétrole de notre planète reste assuré.



oilfacts.ch

