

## PETROLE - LA REVOLUTION ENERGETIQUE

---

Le prix du baril de pétrole n'en finit pas de monter. A chaque nouveau record il y a toujours une explication rationnelle et rassurante.

Ces explications conjoncturelles ont été mises sur le compte de la guerre en Irak, des problèmes internes de certains pays exportateurs (Irak, Venezuela, Mexique...) de la très forte demande énergétique chinoise, de l'arrivée de l'hiver ou de conditions climatiques extrêmes.

Ainsi, en septembre 2005, lorsque le baril a atteint les 70 dollars, c'était la faute du cyclone Katrina, qui avait dévasté la Louisiane et saccagé les installations pétrolières du golfe du Mexique : 645 des 819 plates-formes avaient été fermées, ce qui avait provoqué un manque de 1,4 millions de barils<sup>1</sup> par jour.

**Mais la réalité est que nous ne sommes plus confrontés à des évolutions conjoncturelles du prix des ressources énergétiques (pétrole, gaz..) mais à un véritable tournant ; une révolution énergétique et le début de la fin de l'ère du pétrole.**

L'après pétrole et le climat sont les deux enjeux majeurs de ce siècle, car pour faire face au changement climatique, consommer moins d'énergie, réduire les causes de conflits énergétiques et développer l'énergie du futur, il nous faut réadapter notre stratégie énergétique., diviser par quatre nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 et nous passer progressivement de pétrole.

**Le monde est entré dans une ère d'insécurité énergétique, même si certains jugent que ce sentiment est exacerbé depuis cinq ans par l'administration Bush pour justifier une politique destinée à augmenter partout la production, y compris sur les terres protégées de l'Alaska.**

Différentes raisons sont avancées pour indiquer que le baril de pétrole restera cher, il y a d'abord la Chine, devenue le deuxième consommateur de la planète, et la forte croissance aux Etats-Unis qui ont fait grimper la demande mondiale de pétrole de 3,4% en 2005.

Or les capacités de production sont exploitées à leur maximum.

Autrefois, il y avait un coussin de sécurité de « 3 millions de barils-jour, il est tombé autour de 1 million en 2005 » selon lord John Browne, le patron de BP.

Ce coussin de sécurité permettait d'amortir une rupture brutale des approvisionnements en provenance d'Arabie Saoudite, de Russie ou d'Iran ou de tout autres événements.

D'autre part, aucune raffinerie n'a été construite en Europe depuis trente ans. Parce que le raffinage perdait de l'argent et que les Occidentaux ne souhaitaient pas de nouvelles installations polluantes sur leur territoire.

La conséquence est une plus grande fluctuation à la hausse du prix du baril dès qu'un événement se produit ( conflit social au Nigeria, attentat en Irak, ouragan dans le golfe du Mexique) , les opérateurs redoutent la pénurie et le prix du baril s'envole.

Enfin l'autre paramètre qui influe sur le cours du pétrole<sup>2</sup> : ce sont les fonds spéculatifs, les fameux *hedge funds*, qui parient sur une hausse des cours. Ces opérateurs font flamber les marchés des matières premières.

Ainsi pour le pétrole, la consommation quotidienne dans le monde s'élève à 82 millions de barils, mais les échanges sur les différents marchés financiers atteignent désormais 1,5 milliards de barils.

---

<sup>1</sup> 1 baril = 159 litres soit 42 gallons us

<sup>2</sup> Un baril de pétrole extrait au Moyen-Orient coûte 2 dollars puis 1 dollar à transporter, pour finir sur le marché à 70 dollars.

Les experts de la banque américaine Goldman Sachs pensent qu'il faudra s'habituer à un baril à plus de 60 dollars.  
En attendant, les compagnies pétrolières engrangent des super profits : 1 milliards d'euros par mois pour Total.

Le monde ne pourra pas supporter durablement un modèle où 1,3 milliards de Chinois et 1 milliard d'Indiens consommeront autant de pétrole que les américains actuellement. Les réserves mondiales ne le permettront pas. La demande est passée de 50 millions de barils par jour en 1970 à plus de 80 millions, et elle va continuer à croître.

**La consommation mondiale devrait s'accroître de 60% entre 2002 et 2030 et les deux tiers de l'augmentation proviendront donc de pays émergents comme la Chine, l'Inde et le Brésil, note l'Agence internationale de l'énergie (AIE).  
Sans des politiques volontaristes pour réfréner l'appétit glouton des nations développées ou des pays émergents, la part des combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz) représentera alors 82% de la consommation.**

Actuellement, les cinq plus gros pays consommateurs de pétrole<sup>3</sup> sont :

- Etats-Unis : 24,9%
- Chine : 8,2%
- Japon : 6,4%
- Russie : 3,4%
- Allemagne : 3,3%
- France : 2,5%

La bataille pour le contrôle des ressources énergétiques a commencé, il devient impératif de trouver des solutions de substitution face aux lendemains difficiles qui se profilent à l'horizon. Plusieurs scénarios de fluctuations du prix du baril de pétrole sont envisagés et ils sont les suivants :

**- Un prix du baril à 55 dollars :** C'est le scénario inoffensif, envisagé par le gouvernement français pour établir son budget 2006 et la Banque centrale européenne (BCE).  
A ce prix, l'impact reste faible sur l'économie et les pouvoirs publics où les gros consommateurs comme Air France, où la hausse de 32% de la facture du kérosène sur le premier semestre 2005 a été absorbée par les surtaxes sur le carburant sans réduire pour autant le trafic passager.

**- Un prix du baril à 90 dollars :** C'est le scénario le plus redouté. Le pétrole retrouverait les sommets de 1979-1980 et l'on pourrait parler de « choc », mais la répercussion serait plus faible car les économies occidentales, notamment l'économie française, sont devenues moins pétro-dépendantes<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Source British Petroleum (BP)

<sup>4</sup> « ...La France n'a pas trop à souffrir de la hausse du prix du pétrole. Nous avons fait des efforts pour diversifier nos sources énergétiques en faisant passer la part de l'électricité de 4% en 1973 à 42%, dernier chiffre connu. Avec un baril de brut à 70 dollars, ce renforcement du taux d'indépendance de la France est évidemment dû au développement du nucléaire, qui lui donne un avantage compétitif.

... Il est vrai que, dans le même temps, la hausse du pétrole remet en selle les sources comme les schistes bitumineux, plus chers à extraire, pour assurer un approvisionnement futur.

Ensuite, le solde extérieur de la France est entamé par le déficit énergétique ; avec un baril à 38 dollars, il atteignait 28 milliards d'euros en 2004 et, à 60 dollars, il risque de toucher les 40 milliards en 2005. Cela ne représente toutefois que 2,4% du PIB (contre 1,75% l'an dernier), ce qui n'est qu'une petite moitié des 5% du déficit énergétique des années 1980. Dans le même temps, le déficit purement commercial va passer, lui, de 8,6 à 20 milliards d'euros.

Enfin la croissance économique elle-même pâtit du pétrole cher... Les modèles économétriques nous disent que 10 dollars de hausse du brut, c'est 0,3% de PIB de moins. De même, l'inflation peut-être excitée par le

En France, l'Etat serait obligé d'aider de nombreux secteurs professionnels comme par exemple les transporteurs, les agriculteurs, les pêcheurs, les ménages à revenu modeste<sup>5</sup>. Même si la TVA sur le pétrole rapporterait plus à l'Etat, les ménages seraient obligés de rogner sur certaines dépenses, ce qui entraînerait un effet induit de réduction de la consommation.

**- Un prix du baril à 160 dollars :** Ce scénario invraisemblable découlerait d'une hypothèse catastrophique. Pour l'économie mondiale et particulièrement pour les Etats-Unis, la récession serait inévitable. Selon le FMI, chaque fois que le prix du baril de pétrole prend 10 dollars, cela coûte 0,8% de PIB américain. Avec un taux de croissance de 3,3% par an, ce scénario serait critique pour l'économie américaine et mondiale.

Face à cette flambée du prix du baril de pétrole, les investissements de recherche, de production et de raffinage connaissent une augmentation sensible.

**Les compagnies pétrolières indépendantes et les compagnies nationales des pays producteurs semblent désormais avoir intégré l'idée d'un pétrole durablement cher pour les pays consommateurs. Elles ont donc repris leurs politique d'investissements.**

Après une hausse de 8% en 2004, les dépenses mondiales en exploration et production ont plafonné à près de 170 milliards de dollars en 2005, en progression de 13%. Pour 2006, l'Institut Français du pétrole (IFP) table sur un rythme de croissance des investissements autour de 9%, à près de 185 milliards.

Dans l'aval, l'activité de raffinage doit également faire face à de fortes tensions. Les installations traitant des produits raffinés légers comme les essences à partir de brut très lourd sont proches de la saturation, et l'activité de raffinage nord-américain reste déficitaire. La construction de nouvelles unités semble nécessaire dans les prochaines années. Après une hausse de 2,1% en 2004, les dépenses mondiales de l'industrie du raffinage devraient atteindre près de 50 milliards en 2005, soit une hausse de 1,6%.

De plus, l'exploitation des réserves existantes s'améliore et des projets d'extraction de pétroles jugés jusqu'à présent trop coûteux redeviennent économiquement viable. C'est le cas de l'exploitation de sables bitumineux (pétrole extra lourd), mise en œuvre par Total pour un montant de 10 milliards de dollars en partenariat avec Conoco-Phillips au Canada.

Paradoxalement, l'après-pétrole devient donc aussi l'affaire des pétroliers et des para-pétroliers, car l'enjeu est de taille car les sites canadiens risquent de représenter 10% de la production totale du Consortium.

---

renchérissement du brut. En France, l'inflation a fait 1,8% par an en juillet ; dont 0,8% hors énergie. Le litre de carburant va atteindre 1,40 euros à la pompe, mais, pour l'instant, il n'y a pas de dérapage inflationniste, notamment sur les salaires. Pas plus que de rationnement.

Reste le débat fiscal. Le gouvernement va-t-il rendre, sous la forme d'une hausse de la prime de rentrée, le supplément automatique de recettes de TVA sur les produits pétroliers généré par la hausse du pétrole ?

Ou va-t-il renoncer à la taxe intérieure sur les produits pétroliers flottante ? En fait, 1 centime de moins à la pompe correspondrait à 400 millions d'euros de moins pour l'Etat. »Christian de Boissieu Professeur d'Economie Paris I -

<sup>5</sup> **Les mesures Villepin :** Les transporteurs routiers bénéficieront de taxe professionnelle, les particuliers d'un barème rehaussé de crédits d'impôts pour les trajets professionnels. Une « aide à la cuve » de 75 euros sera accordée aux ménages non imposables chauffés au fuel. Le coût de la carte grise dépendra désormais du caractère polluant ou non de la voiture. Le crédit d'impôt voiture propre passera de 1525 à 2500 euros. L'Etat prendra à sa charge la moitié de la dépense pour l'achat d'équipements fondés sur les énergies renouvelables ( chauffe-eau solaire...). Augmentation de l'utilisation des biocarburants, ainsi le seuil de 5,75% de biocarburant à la pompe prévu pour 2010 serait atteint dès 2008.

Mais l'extraction de ce crut lourd impliquera l'utilisation d'énormément d'énergie, nécessairement produite sur place, avec à la clé la construction d'une centrale thermique, voire nucléaire.

De même, la production de pétrole, à partir de réserves qui étaient inaccessibles ou inutilisables, devient aujourd'hui rentable en mer jusqu'à parfois 3000 mètres de profondeur et, demain jusqu'à 8000 mètres.

L'autre moyen d'exploiter au mieux les ressources, c'est d'accroître le taux de récupération de l'huile qui est actuellement de l'ordre de 30 à 35%.

Une réduction du gaspillage de 10%, permettrait ainsi d'apporter 200 à 300 millions de barils de réserves supplémentaires, soit l'équivalent de dix ans de production mondiale.

Parallèlement, la durée de vie des champs anciens, dits matures, pourra être allongée grâce aux innovations et les progrès techniques permettent d'optimiser l'exploration et donc d'augmenter la longévité des réserves de pétrole mais leur extinction progressive n'en est pas moins inéluctable.

Autant de nouveaux projets dont bénéficieront les compagnies pétrolières ainsi que les sociétés de service pétroliers comme Technip, Schlumberger ou encore Géophysique.

Enfin, une meilleure utilisation du gaz naturel, dont les réserves s'annoncent un peu plus durables que celles du pétrole, se révèle également prometteuse pour les producteurs mais aussi pour les distributeurs comme Gaz de France (GDF).

### **La part de la Russie<sup>6</sup> (deuxième pays producteur et exportateur de pétrole au monde) dans l'approvisionnement énergétique de l'Europe ira dans les prochaines années en s'accroissant.**

La crise russo-ukrainienne a réveillé la crainte de l'utilisation du pétrole et du gaz comme arme politique, bien que cette arme soit est à double tranchant car les pays producteurs sont eux aussi lourdement tributaires de pays consommateurs qui leur assurent une part substantielle de leur revenus.

Et depuis quelques semaines, le Kremlin veut montrer qu'il est à l'offensive sur deux sujets clés pour l'avenir du pays : la politique sociale et la question énergétique.

Ce pays vit de sa rente pétrolière avec une croissance annuelle de 5,5% en 2005 (7,2% en 2004) et une inflation de 11% en 2005.

La fiscalité sur les hydrocarbures fournit près de 50% des ressources du budget russe.

Et c'est dans ce domaine énergétique, que ces dernières semaines, la Russie semble avoir repris l'initiative notamment dans la crise qui l'oppose à l'Ukraine.

Le géant gazier Gazprom (premier producteur mondial de gaz), directement sous l'influence du Kremlin, puisque son président, Dimitri Medvedev, est également chef de l'administration présidentielle, a annoncé quatre décisions importantes :

- Le lancement officiel du gazoduc Nord Europe, qui reliera la Russie à l'Allemagne en passant par la mer Baltique. Ses 1200 kilomètres de tubes devraient transporter 27,5 milliards de mètres cubes de gaz dès 2010, moyennant un investissement de l'ordre de 4 milliards d'euros. Sa capacité pourrait être doublée avec des extensions vers la Grande-Bretagne. Quand à l'Allemagne, elle se voit assurer d'une sécurité d'approvisionnement en gaz russe et deux entreprises allemandes EON et BASF feront partie du consortium qui va construire ce gazoduc.

---

<sup>6</sup> **La Russie :**

Excédent budgétaire : 7% du PIB

Taux d'investissement : 18% du PIB en 2004, insuffisant par rapport aux besoins du pays.

6% des réserves mondiales de pétrole

50% des exportations russes proviennent de l'énergie soit 75 milliards de dollars en 2004

- Le choix des partenaires étrangers pour le développement du gisement de gaz de Shtokman, situé en mer de Barents qui est le plus important gisement au monde et qui est capable de produire 60 milliards de mètres cubes de gaz pendant quarante ans. Ce gisement devrait exploiter en partenariat avec le groupe français Total aux côtés des Norvégiens de Statoil et de Norsk Hydro, des Américains Chevron et ConocoPhillips et alimenter les marchés américains et européens sous forme de gaz naturel liquide (GNL).
- La prise de contrôle du groupe pétrolier russe Sibneft<sup>7</sup> qui permet à Gazprom d'entrer sur le marché du pétrole afin de coller à la stratégie que lui a assignée le Kremlin, et qui consiste à en faire une sorte d'Aramco à la Russe. Le géant russe (20% de l'extraction mondiale, 8% du budget russe) s'impose désormais comme un acteur de premier plan dans le secteur énergétique.  
Après Loukos, démantelé au profit de Rosneft (entreprise publique), la mainmise sur Sibneft assure à l'Etat le contrôle de 30% de la production de pétrole.  
Le Kremlin veut remettre de l'ordre dans sa stratégie énergétique et, surtout, lui donner un commencement de réalisation qui tranche avec l'immobilisme de ces derniers mois.
- La rupture du contrat d'approvisionnement en gaz naturel à l'Ukraine le 1<sup>er</sup> janvier 2006, causant l'arrêt des livraisons de gaz à ce pays.  
Cet épilogue du conflit russo-ukrainien, est significatif d'un clash politique entre la Russie et son ancien satellite en dehors de la crise économique et énergétique.  
Moscou utilise l'arme énergétique, pour faire pression sur l'Ukraine car Poutine veut faire payer au président Viktor Loutchenko, un pro-occidental arrivé au pouvoir à l'issue de la révolution orange de 2004, sa trahison et de son rapprochement avec l'Europe.  
Moscou considère que si Kiev veut se tourner vers l'Europe, elle doit aussi accepter les prix du marché et les principes de l'économie libérale.  
De plus, les Ukrainiens vont élire leurs députés au mois de mars 2006, et Moscou ne pouvait pas trouver un meilleur moment pour revenir sur le devant de la scène Ukrainienne et influencer sur les résultats des élections.

L'interruption des livraisons de gaz à l'Ukraine s'est rapidement traduite par des baisses de pression dans les quatre canalisations qui traversent ce pays en direction des pays clients européens.

Certains pays européens sont totalement dépendants de l'approvisionnement en gaz russe, tel que la Hongrie ou la Roumanie, l'Autriche se fournit à hauteur de 60% de sa consommation et l'Allemagne pour 39%.

Quand à la France, l'impact de cette crise a été minime sur son approvisionnement car elle a su diversifier ses sources d'approvisionnement en gaz ( Russie 21%, Algérie 12%, Norvège 27%, Pays-Bas 20% et autres 20% ) et elle peut compter sur des stockages souterrains représentant trois à quatre mois de réserves.

Cette crise n'a pas vu s'envoler le prix du mètre cube de gaz car il était dans l'intérêt des parties en présence de ne pas aller vers une aggravation de la situation.

Le 4 janvier 2006, un accord est intervenu entre les deux pays et l'Ukraine a accepté de payer 230 dollars pour 1000 m<sup>3</sup> au lieu du prix de 50 dollars pratiqué avant la crise.

D'autant plus que la Russie prend pour la première fois la présidence du G8, il était donc essentiel de donner aux occidentaux des gages de sa fiabilité comme fournisseur d'énergie.

---

<sup>7</sup> En décembre 2005, Gazprom a payé 13 milliards de dollars pour acquérir 75% du capital détenu par Roman Abramovitch et Boris Berezovski.

Et la Russie ne peut pas se permettre de s'isoler sur la scène internationale et de se couper des instruments (capitaux, technologies, insertion dans les structures de la mondialisation) nécessaire à sa modernisation, d'autant plus que 49% du capital de Gazprom<sup>8</sup> est destiné à des actionnaires étrangers.

D'autant plus et malgré une demande mondiale en augmentation, la croissance de la production d'hydrocarbures russe devrait singulièrement ralentir en 2006, faute d'investissements dans le réseau de pipelines et dans l'exploitation des immenses gisements pétroliers et gaziers découverts dans le Grand Nord et en Sibérie Orientale.

La chute des livraisons de gaz russe n'a pas freiné l'activité économique des pays de l'Union européenne mais ce coup de semonce a mis en lumière la grande vulnérabilité et la forte dépendance des Vingt-Cinq vis-à-vis de la Russie, premier détenteur des réserves de gazières mondiales<sup>9</sup> et fournisseur du quart des approvisionnements européens.

**Une situation préoccupante si l'on considère que l'Union n'est jamais parvenue à mettre en place une politique énergétique commune**

**Les Vingt-cinq doivent tirer les leçons de cette crise notamment par la mise en place d'une politique claire et davantage concertée sur la sécurité de ses approvisionnements énergétiques.**

**La sécurité énergétique doit devenir une des principales préoccupations géostratégiques des Européens, comme elle l'est déjà pour les Américains et les Chinois.**

L'Europe n'a pas de politique commune en matière énergétique. Pour assurer son indépendance, ou plutôt limiter sa dépendance, chaque pays a développé sa propre stratégie et compose avec des formules où les énergies dominantes diffèrent en fonction de l'état de l'opinion, des coalitions politiques et des ressources naturelles :

- gaz et pétrole pour la Grande-Bretagne et la Norvège
- gaz pour les Pays-Bas
- Charbon et gaz pour l'Allemagne, assortis d'un développement de l'éolien et du solaire.
- la France a fait le choix du tout nucléaire pour sa production d'électricité, assurée à près de 80% par les centrales d'EDF.

**Car le véritable enjeu du futur, c'est la fin de l'ère du tout pétrole dont la part des réserves mondiales<sup>10</sup> va aller en diminuant et alors que la demande mondiale va aller en s'accroissant.**

Avec le renchérissement du prix de l'or noir, le marché des énergies alternatives est promis à un bel avenir : les fermes d'éoliennes poussent comme des champignons, les panneaux solaires apparaissent de plus en plus sur les toits, le nucléaire revient à la mode, les biocarburants font leur apparition dans les stations-service et le projet ITER<sup>11</sup> se met en place à Cadarache.

---

<sup>8</sup> GAZPROM – Entreprise publique détenue à 51% par l'Etat, elle pèse 7% du PIB de la Russie et assure 8% de ses ressources budgétaires et emploie 330 000 personnes. Gazprom a acquis en octobre 2005, Sibneft, 5ème groupe pétrolier russe, pour 13 milliards de dollars.

<sup>9</sup> Numéro un mondial du gaz, il extrait 550 milliards de mètres cubes par an et en exporte près de 150 milliards vers 28 pays d'Europe ; L'Allemagne est son plus gros client, suivie de l'Italie et de la France.

<sup>10</sup> **Emplacement des réserves Mondiales :**

- Moyen-Orient 61,7%
- Europe et Eurasie (Russie) 11,7%
- Afrique 9,4%
- Amérique latine 8,5%
- Amérique du Nord 5,1%
- Extrême-Orient et Océanie 3,5%

<sup>11</sup>

## Les énergies de substitution

Autant de solutions alternatives pour répondre aux besoins énergétiques de demain car l'enjeu de l'énergie, c'est 3000 milliards de dollars par an.

Toute la question est de savoir quand se produira le *peak oil*, le fameux moment où la production de pétrole atteindra son niveau maximal. La question divise fortement les spécialistes, qui situent ce point de rupture quelque part entre 2010 et 2050.

Tout dépendra du rythme de croissance de la consommation énergétique mondiale, l'effet induit est l'ouverture fantastique qui s'ouvre pour les acteurs spécialisés dans les énergies alternatives.

Hydroélectricité, biomasse, éoliennes, panneaux solaires ou photovoltaïques, géothermie, force marémotrice, toutes ces énergies renouvelable connaîtront un grand essor dans les années à venir, car elles compenseront partiellement la baisse attendue de la production de pétrole.

La France s'est engagée à voir passer le poids de ces sources d'électricité de 14 à 21% d'ici à 2010.

La biomasse, ressource abondante composée de résidus organiques végétaux, représentera la plus grande part de ces énergies alternatives dans les années à venir, avec pour application la combustion dans les chaudières, la méthanisation du biogaz et la fabrication de carburant.

Déjà couramment utilisée aux Etats-Unis et au Brésil<sup>12</sup>, cette énergie verte devrait monter en puissance en Europe et dans le monde entier, de plus en plus confronté aux problèmes de pollution.

Face aux prix exorbitants de l'essence et du diesel, les biocarburants<sup>13</sup> constitués d'un mélange d'éthanol issu des plantes sucrières avec de l'essence ou d'esters d'huiles végétales avec du diesel sera toujours moins élevé pour le consommateur que celui des carburants classiques.

Pour favoriser leur développement, la Commission européenne propose aux Etats membres de les exonérer partiellement ou totalement d'impôts indirect et envisage de faire passer de 2% à 5,75% leur part dans les consommations globales d'essence et de gazole utilisés dans les transports à l'horizon 2010.

Mais les principaux bénéficiaires de cette évolution seront indéniablement les groupes pétroliers producteurs de carburants, à la tête de réseaux de distribution.

## L'énergie éolienne

Pour accroître la diversification énergétique, l'éolien représente une autre solution alternative, ainsi des grands groupes diversifiés comme General Electrics se sont déjà engouffrés dans la niche. Si le marché français est en retard par rapport aux autres pays européens producteurs d'électricité éolienne (500 mégawatts installés alors que l'Allemagne en compte 17 000 et l'Espagne 10 000 ), le marché national bénéficie de perspectives de croissance plus élevées.

Cette filière devrait assurer à 70% le surplus de demande prévue d'ici 2010, avec 9 500 mégawatts d'installations d'éoliennes supplémentaires escomptés.

**Mais cette énergie présente un inconvénient majeur : pas de vent, pas d'électricité et comme l'électricité ne se stocke pas, la production risque d'être aléatoire.**

---

<sup>12</sup> Les Brésiliens distribuent dans leurs pompes un mélange de 85% d'éthanol issu de la canne à sucre et de 15% d'essence. Ils alimentent ainsi des voitures dites flexibles, capables de rouler indifféremment à l'essence ou à l'éthanol. Ces constituent déjà 35% du parc automobile brésilien.

<sup>13</sup> Le pourcentage des biocarburants dans la totalité des carburants utilisés dans le monde est de 1% soit quelque 40 000 tonnes, à rapporter à une consommation globale d'environ 40 millions de tonnes. En 2030, la part des énergies renouvelables devrait représenter 13,5% de la consommation globale.

Il faudrait lui adjoindre une source d'énergie alternative : essentiellement des centrales au gaz, or cette source est cher et émet du CO2.

En France, c'est la dernière des énergies renouvelables, avec 0,01% de la consommation totale, l'objectif du gouvernement est de multiplier le parc par 100, mais son apport sera toujours marginal.

### **L'énergie solaire**

Plus coûteux que l'éolien, le solaire est mieux adapté à des endroits peu peuplés ou inaccessibles.

Mais son développement se révèle plus limité, d'autant plus que son prix de revient est dix fois plus élevé que celui du nucléaire.

Cette énergie ne pèse rien dans la consommation des Européens mais les pays tropicaux, le solaire est l'énergie renouvelable qui offre le plus grand potentiel, mais considérer que cette énergie répondra aux besoins énergétiques de la planète relève de l'utopie.

### **L'énergie nucléaire**

La France relance sa filière du nucléaire civil qui est un pôle d'excellence de la science et de l'industrie française ce qui lui permet de renforcer sa sécurité énergétique.

Ainsi, la France résiste mieux à la flambée du brut, car le nucléaire représente désormais 41% de sa consommation d'énergie, tandis que la part du pétrole est tombée de 56% en 1980 à 36% aujourd'hui.

Sans le nucléaire, la France se serait tournée vers le gaz, dont le prix risque de s'envoler ce qui aurait pour conséquence d'alourdir sa facture énergétique.

C'est pour faire face aux défis majeurs de ce siècle et pour préserver l'avance technologique<sup>14</sup> française dans le domaine nucléaire que le Président de la République a décidé le 6 janvier 2006 du lancement du réacteur nucléaire EPR<sup>15</sup> de quatrième génération dont l'implantation est prévue à l'horizon 2040.

Les avantages de cette génération d'EPR sont :

- Sa capacité à produire moins de déchets nucléaires
- Une meilleure utilisation et un meilleur rendement de l'uranium
- Une possibilité de production d'hydrogène qui deviendra le carburant des véhicules de demain (pile à combustible)

### **La pile à combustible**

Cette technologie a été découverte à la fin du XIXe siècle, son principe : une pile alimentée par un mélange d'air et d'hydrogène, transformé, selon le principe de l'électrolyse en énergie.

L'hydrogène est le carburant miracle car inépuisable. Mais il n'existe pas à l'état brut et pour le produire il faut beaucoup d'énergie et notamment du gaz et du platine.

Pour l'instant le coût financier mais aussi écologique de ce carburant est prohibitif, mais il représente la réponse aux défis énergétique de demain.

D'ailleurs les Japonais ont lancé un programme de recherche de 5 milliards d'euros d'ici 2010.

---

<sup>14</sup> Réacteurs de 3<sup>e</sup> génération : fondés sur une technologie dérivée des centrales actuelles, ils sont au nombre de trois mis au point par une filiale d'Areva et de Siemens, AP1000 de Westinghouse et ABWR de General electric. Mise en service prévue entre 2010 et 2015

<sup>15</sup> European Pressurized Water Reactor - EPR

## **La première énergie de substitution, c'est l'économie d'énergie.**

Le boom des énergies alternatives ne suffira pas à satisfaire la demande énergétique croissante émanant des pays industrialisés mais aussi de nations en fort développement comme la Chine ou l'Inde.

Entre 2002 et 2030, l'Agence internationale de l'énergie prévoit une envolée de 60% de cette consommation. Une évidence s'impose : l'indispensable réalisation d'économie.

A cet égard, le recyclage des matières premières est indispensable, d'ailleurs de grands groupes de la chimie (BASF, DuPont) se sont déjà engagés dans la conception d'un plastique sans pétrole, fabriqué à partir de végétaux : amidon (maïs, pomme de terre...), polyester et cellulose, essentiellement pour le marché de l'emballage, mais les retombées économiques de ces développements ne sont pas attendus pour demain.

Dans les transports, qui représente 31% de la consommation, il est préconisé l'utilisation de piles de moteurs économes.

L'hydrogène comme carburant de la pile à combustible paraît promise à un bel avenir.

Ce « carburant propre » est fabriqué par les grands des gaz industriels (Air Liquide) mais sa production à partir de ce gaz s'accompagne d'un rejet de CO<sub>2</sub>.

Actuellement d'autres mesures sont à l'étude comme la réduction de 130km/h à 115km/h la vitesse sur autoroute, qui devrait faire reculer de 14% la facture énergétique mais qui risque d'être difficile mal perçus par les automobilistes notamment à l'approche des prochaines échéances électorales.

Quand au logement avec 42% de l'énergie consommée chaque année en France, il faudrait diviser par quatre cette consommation à l'horizon 2050, par des mesures d'isolation thermique plus efficace, la mise aux normes des logements.

L'Etat encourage actuellement ces initiatives et prévoit à partir de 2006 des incitations à l'économie par des crédits d'impôts pour tous les travaux réduisant la consommation d'énergie.

Mais ces mesures ne suffiront certainement pas face à la crise énergétique qui se profile, le pari de l'avenir reste l'innovation technologique.

## **ITER - L'énergie de Fission**

L'enjeu du projet ITER<sup>16</sup> est de « mettre le soleil en bouteille » de maîtriser l'énergie de fission à la place de la technologie de fusion actuellement utilisée dans les centrales nucléaires.

« L'objectif du projet ITER est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie par la fusion des atomes.

La fusion contrôlée représente un défi scientifique et technologique majeur qui pourrait répondre au problème crucial de disposer, à plus ou moins long terme, de nouvelles ressources énergétiques.

A côté de l'énergie de fission, l'énergie de fusion représente l'espoir d'avoir une source d'énergie propre et abondante au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. A l'heure où la raréfaction des énergies fossiles est prévue d'ici 50 ans, il est d'une importance vitale d'explorer le potentiel de toutes les autres sources d'énergie.

Avec 300 litres d'eau de mer, on pourrait fournir 1 gramme de deutérium<sup>17</sup>.

**C'est-à-dire que l'eau des océans permettrait, à elle seule, de subvenir aux besoins mondiaux de l'humanité pendant, environ, un milliard d'années.**

---

<sup>16</sup> Iter : réacteur expérimental à fusion nucléaire qui va être construit à Cadarache (Bouches-du-Rhône) par six partenaires (Europe, Chine, Russie, Corée du Sud, Japon et Etats-Unis) : 2050-2100 (au plus tôt).

<sup>17</sup> L'un des noyaux utilisés dans la réaction de fusion (voir schéma ci-dessous)

## Qu'est-ce que la fusion ?

La fusion est la source d'énergie du soleil et des autres étoiles. Une étoile commence à briller quand la matière en son cœur atteint, sous l'effet des forces de gravitation, des densités et des températures suffisantes pour déclencher des réactions thermonucléaires libérant de l'énergie. La tendance du plasma à se disperser, donc à se refroidir, est contrebalancée par la force gravitationnelle.

Sur terre, le confinement gravitationnel est impossible. Deux voies sont étudiées pour reproduire ces réactions :

- porter à très haute pression et à haute température un petit volume de matière pendant un temps extrêmement court. On cherche ainsi à obtenir le plus grand nombre possible de réactions de fusion avant que le plasma ne se disperse. On parle alors de confinement inertiel.

- piéger et maintenir à très haute température un plasma. Ce plasma est confiné dans une boîte immatérielle de forme torique créée par des champs magnétiques. On parle alors de confinement magnétique.

## Les réactions de fusion

Pour obtenir une réaction de fusion, il faut rapprocher suffisamment deux noyaux qui, puisqu'ils sont tous deux chargés positivement, se repoussent. Une certaine énergie est donc indispensable pour franchir cette barrière et arriver dans la zone, très proche du noyau, où se manifestent les forces nucléaires capables de l'emporter sur la répulsion électrostatique.

La réaction de fusion la plus accessible est la réaction impliquant le deutérium et le tritium (isotopes de l'hydrogène). C'est sur cette réaction que se concentrent les recherches concernant la fusion contrôlée.

ITER vise à démontrer la faisabilité scientifique et technique de l'énergie de fusion<sup>18</sup>.

C'est-à-dire qu'au sein d'un réacteur de type tokamak, un mélange de deutérium et de tritium (isotopes de l'hydrogène) peut être porté à une température de l'ordre de 200 millions de degrés, suffisante pour que la réaction de fusion s'auto-entretienne et qu'elle soit contrôlée<sup>19</sup>. On peut raisonnablement estimer que les premiers kW électriques produits par un prototype de réacteur à fusion thermonucléaire puissent voir le jour à l'horizon 2050.

## Et ensuite ?

L'étape suivante consistera à construire un réacteur industriel générant de l'électricité. Ainsi se réalisera, à plus long terme, l'un des rêves des physiciens : la domestication sur Terre de l'énergie telle qu'elle est produite au sein des étoiles comme le soleil<sup>20</sup>. »

---

<sup>18</sup> Non seulement au niveau de la physique mais aussi au niveau de la majeure partie des grands composants d'un réacteur (bobines magnétiques supraconductrices de grande taille par exemple).

<sup>19</sup> Le JET (Joint European Torus), tokamak européen le plus performant du monde installé en Angleterre à Culham a atteint en 1997 les 16 MW pendant une demi-seconde environ.

<sup>20</sup> Source : [www.iter.fr](http://www.iter.fr) Cadarache France un site européen pour Iter.

## **Scénario du Futur.**

La situation risque d'être encore plus préoccupante pour les pays émergents car leur appareil productif étant moins performant, ils consomment en moyenne deux fois plus de pétrole que les pays développés pour créer la même richesse.

Ainsi selon l'Agence internationale de l'Energie, une hausse du prix du baril de 10 dollars coûterait, un an après, 0,4 point de PIB à l'Argentine contre 3 points aux pays de l'Afrique subsaharienne.

A elle seule, la Chine est responsable de 40% de la hausse de la demande mondiale de pétrole observée au cours des trois dernières années.

Au cours des trente prochaines années, l'augmentation des importations chinoises d'or noir sera équivalente au niveau actuel des importations américaines.

La Chine serait le pays le plus touché par une poursuite de la hausse des prix du pétrole. Mais la hausse des prix de l'énergie représente un risque réel pour l'économie des pays en voie de développement.

De plus dans trente ans, la part du charbon aura décliné, tandis que celles du pétrole, du gaz et des énergies renouvelables auront progressé. La part du nucléaire, elle, devrait rester stable. Les nouvelles centrales nucléaires mises en chantier compenseront celles qui vont arriver en fin de vie.

Mais même avec l'énergie nucléaire, l'indépendance énergétique risque d'être chimérique, cette énergie ne représentera selon l'AIE, que 4% de la consommation mondiale en 2030. L'atome n'est pas le remède miracle aux maux de la planète énergie et il ne mettra pas le secteur des transports à l'abri d'une pénurie.

Prévoir ce que sera la situation dans soixante ans est un exercice difficile. La technologie devrait jouer un rôle beaucoup plus important qu'aujourd'hui grâce entre autre aux systèmes de capture du dioxyde de carbone, au charbon propre et aux énergies renouvelables. Certes, l'énergie solaire n'est pas encore rentable à grande échelle, mais elle le sera peut-être dans soixante ans.

L'autre problème majeur lié à l'énergie et auquel nous serons confrontés sera la pollution. Si les gouvernements ne prennent pas de mesures urgentes, la dégradation de notre environnement est inévitable.

Les émissions de CO2 devraient progresser de 1,7% par an entre aujourd'hui et 2030. Tous les pays sont concernés, pas seulement les Etats-Unis car au cours des trente prochaines années, la seule augmentation des émissions de CO2 en Chine sera équivalente aux augmentations conjuguées aux Etats-Unis, au Canada, en Europe, au Japon, en Australie et en Nouvelle-Zélande.

Cette situation va modifier notre environnement en accentuant l'effet de serre et le réchauffement de la planète, avec un gros impact sur les précipitations et l'eau risque d'être l'autre enjeu majeur de ce siècle.

La sécurité énergétique passe par le recours à plusieurs types d'énergies, à la diversification des pays fournisseurs et à une politique volontariste d'économies.

Car d'ici à ce que les progrès technologiques aient apportés des solutions durables, la période de transition et les tensions énergétiques risquent de conduire à des situations dangereuses, et peut-être faudra-t-il un jour envisager à l'échelle planétaire une sorte de « devoir d'ingérence » énergétique ou de mise sous tutelle internationale des ressources énergétiques.

**Nasser ZAMMIT**  
**PhD**