

Peut-on se passer du nucléaire ?

Gérard PIERRE et Jean-Pierre LETTRON

et le groupe énergie du MRC

Université d'été du MRC.

Les Ulis le 9 septembre 2006

email : gerard.pierre@mrc21.org et jean-pierre.lettron@edf.fr

Ce qui, dans les années qui viennent, risque de changer durablement la vie des Français au-delà des choix politiques qu'ils seront amenés à faire en 2007, est le pic de Hubbert pour le pétrole, prévu par certains experts pour la même année et qui aura pour conséquence la fin des énergies bon marché telles que nous les connaissons actuellement. En effet ce pic (moment où la production mondiale de pétrole sera amenée à diminuer) est prévu pour la première décennie du 21^{ème} siècle. En tout cas, une chose est certaine, depuis plus d'un an la demande en produit pétrolier est supérieure à l'offre. C'est la cause de l'augmentation du prix du baril. Il ne s'agit pas comme les fois précédentes de causes conjoncturelles, mais la pénurie à venir est appelée à durer. Certains disent que les découvertes de nouveaux gisements vont résoudre ce problème, mais depuis une dizaine d'années les quantités découvertes sont très inférieures la consommation. On comprend très aisément qu'il y a peu de choses à attendre de ce côté là et que les réserves ne peuvent que diminuer très rapidement.

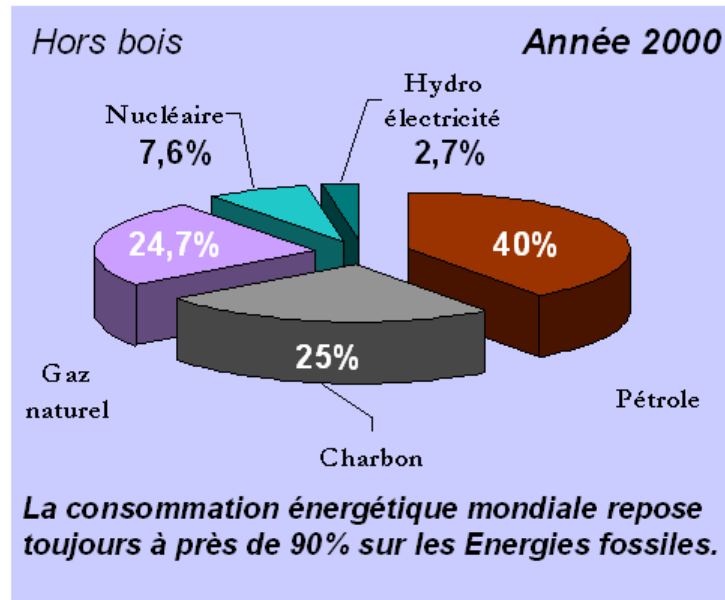
L'augmentation de la température liée à l'effet de serre est maintenant mesurable. Cette augmentation sur le globe est en moyenne située entre 0,6 et 1 degré et pourra augmenter de 2 à 6 degrés au cours XXI ième siècle, suivant les scénarios de consommation et les régions. Il faut savoir que la fourchette haute de cette variation est du même ordre de grandeur que celle des plus grandes amplitudes que la terre a connu depuis plus d'un million d'années. De plus ces variations de températures furent lentes en comparaison avec la brusque montée de ces températures observée depuis quelques années. Les espèces animales et surtout végétales eurent alors le temps d'élaborer une stratégie de survie afin de s'adapter aux nouvelles conditions climatiques.

A nos latitudes, dans les périodes glaciaires qui se reproduisent tous les 100 000 ans, les terres étaient recouvertes de glaces et les traces des glaciers qui se sont formés à ces époques sont encore visibles de nos jours. Depuis 10 000 ans la terre a connu une période d'une grande stabilité de la température, on peut penser que cette stabilité a été un facteur important pour le développement des civilisations. Les spécialistes s'accordent pour attribuer la disparition des dinosaures, qui a eu lieu il y 65 millions d'années, aux conséquences de la percusion d'un astéroïde avec notre planète qui aurait soulevé de grandes quantités d'aérosols qui ont obscurci le ciel. Les variations climatiques qui s'en suivirent furent brusques et plus des 2/3 des espèces vivantes disparurent. Les dinosaures furent les premières victimes de ce phénomène. À d'autres périodes, l'activité géologique de notre planète a entraîné de gigantesques éruptions volcaniques ; les changements climatiques qui en résultèrent peuvent également être à l'origine de la disparition des espèces présentes, ce n'est toutefois pas la seule possibilité. La grande variation (à l'échelle géologique) déjà observée ainsi que celle prévue par les spécialistes du climat est extrêmement préoccupante.

Dans les années 1950 les « vieux » de l'époque remarquaient déjà les changements climatiques, mais si leurs observations étaient souvent assez judicieuses quoique prévisionnelles les causes supposées de ces prétendus changements étaient complètement erronées : « c'est la faute de la bombe atomique » disaient-ils avant de recharger leur poêle de

charbon. Ils ne savaient pas qu'en rejetant du CO₂ dans l'atmosphère, ils contribuaient ainsi au changement climatique dont la réalité et la cause ne font plus de doutes maintenant.

La prédominance des Énergies Fossiles dans le monde

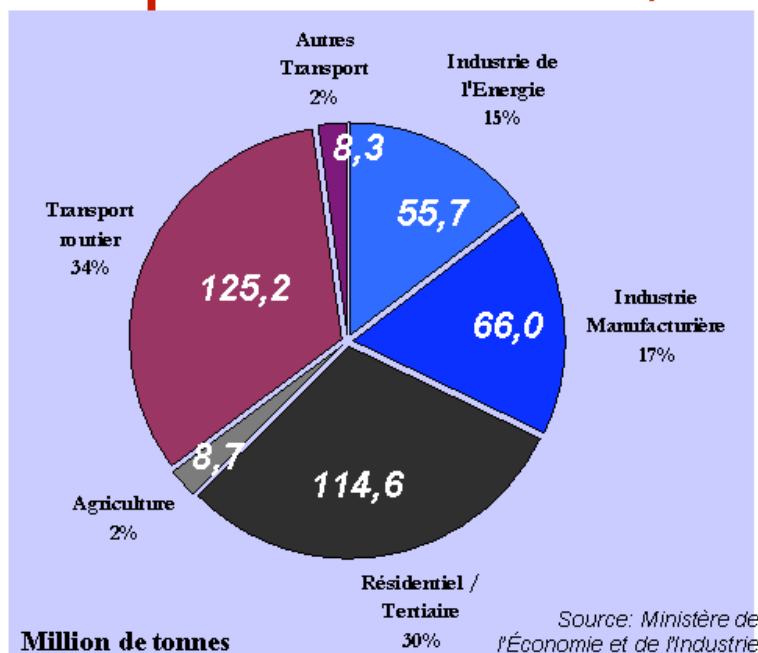


Source: BP Amoco Statistical review of world Energy 2001

10

Figure 1

Émission de Gaz à effet de serre par Secteur au monde



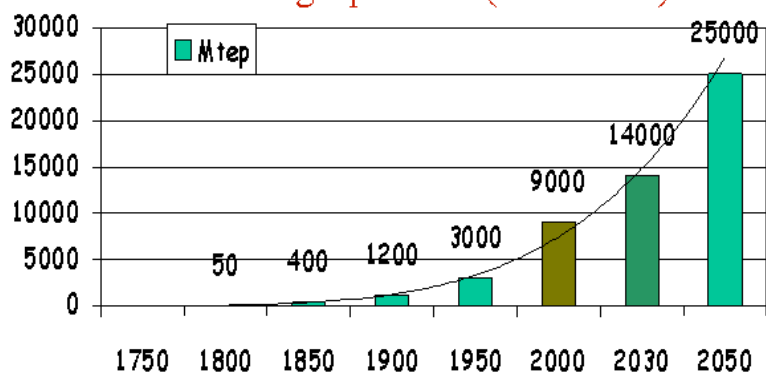
7

Figure 2

La consommation d'énergie mondiale est en augmentation de plus de 2 à 3 % par an et par extrapolation risque de doubler en une trentaine d'années.

Évolution probable de l'Énergie

Évolution de la consommation mondiale annuelle d'énergie primaire (1750-2030) :



La réponse actuelle à cette demande croissante d'énergie est assurée à 80 % par les ressources fossiles de la planète *Source AIEA*

Figure 3

Actuellement cette consommation se répartit de la façon suivante : 80 % de consommation d'énergie fossile et les 20 % restants se répartissent entre biomasse, nucléaire, hydraulique et dans une moindre mesure renouvelable de type solaire ou éolienne. Les scientifiques spécialisés dans l'étude du climat et de ses changements climatiques nous proposent un scénario de réduction des émanations de CO₂ de moitié en 30 ans afin de tenter de stabiliser l'augmentation de la température dans des limites plus raisonnables. Nous consommons aujourd'hui 10 000 Mtep (million de tonnes équivalent pétrole), les besoins de consommation seront le double en 2040 soit 20 000 Mtep. Mais, pour minimiser les effets néfastes du changement climatique, il nous faut diminuer par 2 notre consommation d'énergie fossile, nous en consommons aujourd'hui 8 000 Mtep, il ne faudra en consommer que 4 000 Mtep en 2040. Pour aller de 4 000 à 20 000 Mtep, il faut faire passer les consommations de biomasse, d'hydraulique, de renouvelable et de nucléaire de 2 000 à (20 000 – 4 000), soit 16 000. Autant dire qu'au niveau mondial, le défi est quasi impossible.

Le scénario de l'évolution de la consommation mondiale annuelle de l'énergie primaire et la répartition entre énergie fossile et non fossile est rappelé dans le tableau suivant.

	2006	2040
Fossile	8 000 Mtep	4 000 Mtep
Non Fossile	2 000 Mtep	16 000 Mtep
Total	10 000 Mtep	20 000 Mtep

Tableau 1

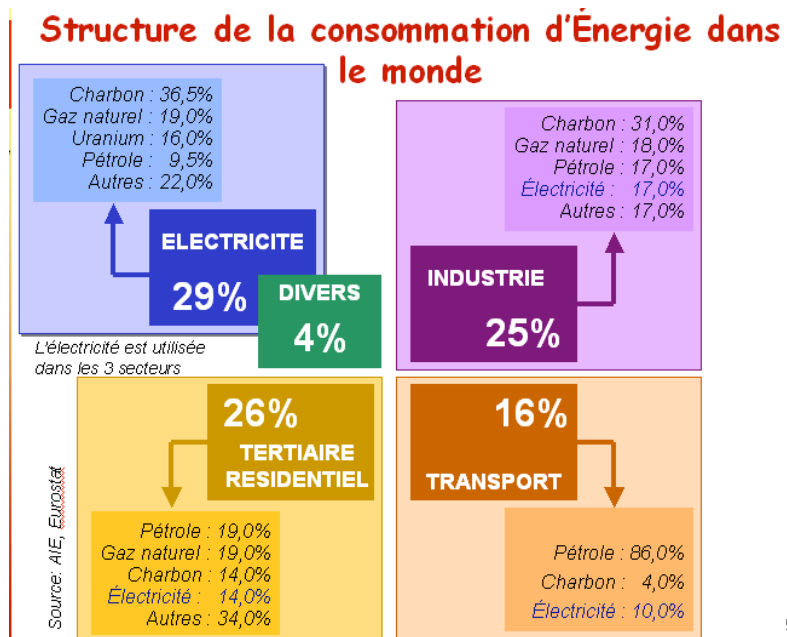


Figure 4

L'hydraulique n'est pas extensible à l'infini et son développement est limité aux possibilités hydrauliques du lieu, il en est de même mais dans une moindre mesure de la biomasse. Faire des biocarburants demanderait à la France plus de surface qu'elle n'en possède. Quant au nucléaire, le risque de prolifération des armes qui peuvent être réalisées à partir du combustible des réacteurs est tel qu'il est difficile actuellement d'envisager de généraliser cette production au niveau mondial.

Répartition par secteur de consommation d'Énergie en France

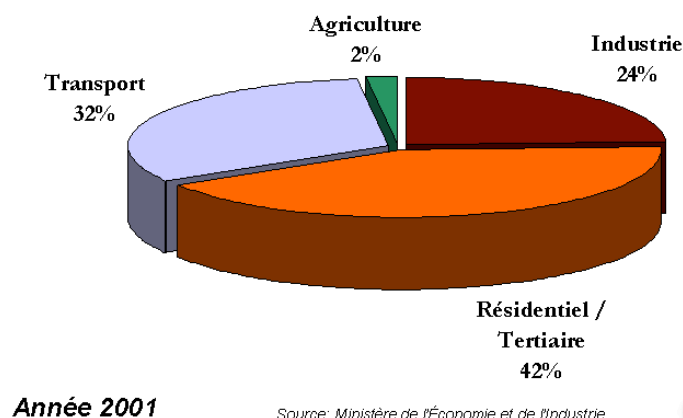


Figure 5

Les énergies alternatives doivent bien sûr également être développées. Toutefois il convient de bien s'assurer qu'elles n'entraînent pas plus d'inconvénients que d'avantages écologiques. La production électrique à partir des éoliennes et cellules photovoltaïques est très

intéressante, mais elle est intermittente par manque de vent et/ou de soleil ou encore dans les cas de vents trop importants. En France elles ne fonctionnent en général que 20 à 25 % du temps, il convient d'installer en complément une source de production électrique de puissance équivalente afin de compenser ces trous de production. EDF imagine d'installer des telles unités en complément avec des centrales fonctionnant au gaz. En effet les centrales nucléaires ont une inertie trop grande pour pallier les périodes sans vent et/ou sans soleil, seules certaines centrales hydrauliques ou les centrales thermiques ont la capacité de répondre aux demandes des pics énergétiques. Le choix du développement des éoliennes n'est donc pas sans conséquence sur l'effet de serre et doit être adapté à l'ensemble du reste de la production. Le développement des biocarburants ne présente pas ce type d'inconvénient et il convient de les développer au maximum des capacités, mais les possibilités ne sont pas suffisantes pour remplacer complètement les sources d'hydrocarbures actuelles.

En France le problème est différent. Nous possédons la technologie et nous avons la capacité de développer notre potentiel nucléaire civil. Le débat entrepris sur l'opportunité de construire l'EPR est en phase d'achèvement. Personne ne doute du résultat de cette enquête. La situation des réserves énergétiques ne permet pas d'autres solutions que celle de développer le nucléaire en parallèle avec l'ensemble des autres sources ainsi qu'une utilisation plus rationnelle de cette production. Toutefois les quantités d'uranium sont comme les énergies fossiles limités, avec la consommation actuelle c'est de 50 à 70 ans de réserves que possède l'humanité, mais sans doute moins si cette consommation augmente. Il faut donc imaginer la suite de cette filière. Le scénario prévu pour la France par EDF et le CEA est de construire dans un proche avenir des nouvelles centrales appelées EPR (Réacteur à Eau Pressurisée). Ces réacteurs sont appelés à remplacer ceux construits dans les années 70 en attendant le développement des réacteurs de 4^{ième} génération. Ceux-ci fonctionneront avec du plutonium qui n'est pas présent à l'état naturel, mais est produit en petite quantité dans les centrales fonctionnant actuellement. Le plutonium qui peut être considéré comme un déchet produit par les actuels réacteurs deviendra de ce fait un combustible. La production et l'utilisation du plutonium dans ces futurs réacteurs permettront de multiplier les réserves de combustible nucléaire par un facteur de l'ordre de 70 à 100. Avec la consommation actuelle, c'est donc de 3000 à 5000 ans de réserves énergétiques que l'humanité a devant elle.

Même si l'augmentation de la consommation doit réduire cette période, elle est suffisamment grande pour permettre le développement de la fusion contrôlée. La fusion contrôlée est le second projet mondial d'énergie nucléaire. Les recherches seront développées à Cadarache avec une coopération de l'ensemble des pays développés. Ces recherches seront longues et coûteuses, mais les sommes investies seront très inférieures à celles qui sont investies encore actuellement pour les énergies fossiles. Le développement de cette dernière filière est toutefois extrêmement prometteur. Contrairement à la fission, elle ne produit pas de déchets de façon directe. Les réserves liées à cette filière sont de plusieurs dizaines de milliers à plusieurs millions d'années, suivant que l'on utilise le mélange deutérium, tritium ou que l'on soit capable dans l'avenir de faire la fusion entre deux noyaux de deutérium.

Durée de vie des énergies

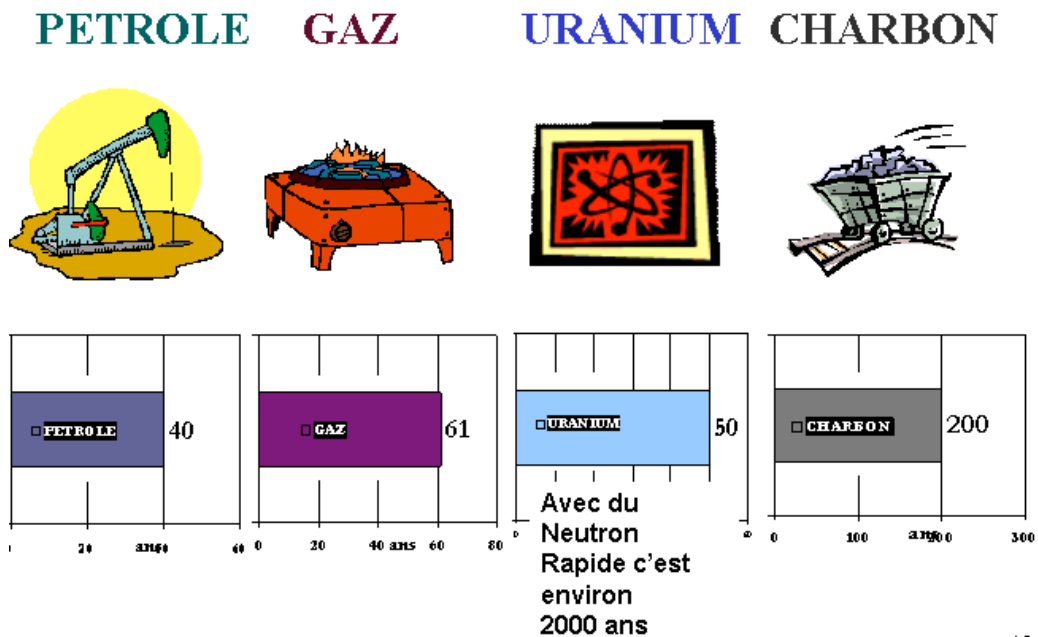


Figure 6

12

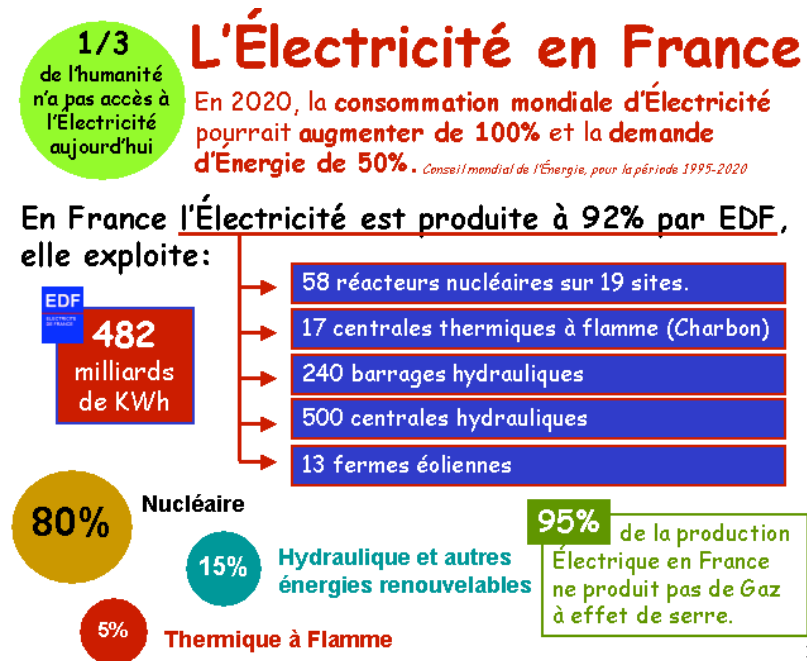


Figure 7

Les déchets du nucléaire sont la plaie de cette filière. Toutefois entre les déchets (nucléaire) et les rejets (CO₂ fossile) nous devons faire le bon choix. Plusieurs réacteurs naturels ont fonctionné, comme il y a 1950 millions d'années à Oklo au Gabon. A cette époque le taux d'uranium 235 était suffisant pour qu'avec une forte concentration d'uranium en absence d'éléments absorbants, la réaction puisse être entretenue pendant plusieurs milliers

d'années. Comme dans nos actuels réacteurs, ces derniers ont produit des déchets. On a ainsi un exemple d'enfouissement de déchets radioactifs qui n'ont pas ou peu migré. On doit être capable de faire, en choisissant soigneusement le site, aussi bien et même mieux que la nature a fait avec le hasard. Une autre solution est la transmutation des éléments les plus dangereux. Cette piste doit être prise au sérieux. Enfin rappelons qu'une centrale fonctionnant au charbon comme celles qui fonctionnent actuellement en Chine, aux USA ou encore plus près de chez en Allemagne ou en Angleterre, produit beaucoup plus de rejet radioactif dans l'atmosphère (radon) qu'une centrale nucléaire.

La gestion des déchets radioactifs

Comme toute activité industrielle, l'industrie nucléaire produit des déchets.

1200 Tonnes de combustible usé par an par rapport à
30 millions de Tonnes d'ordures ménagères

12Kg de déchets ultimes par habitant par an dont
1Kg de déchets radioactifs

→ 90 % représentent les déchets de faible et moyenne activité à vie courte, mais seulement 0,5 % de la radioactivité totale de ces déchets.

→ 10 % représentent les déchets de moyenne activité à vie longue et de haute activité, mais 99,5 % de la radioactivité totale.

20 ans de fonctionnement des 58 réacteurs cela représente le volume d'une piscine olympique.

4

Figure 8

La loi Bataille (loi sur les déchets nucléaires) présente principalement trois volets :

1. Le développement de la recherche sur la séparation et la transmutation des éléments radioactifs à longue vie.
2. L'étude des possibilités de stockage dans des formations géologiques profondes.
3. L'étude des procédés de conditionnement et d'entreposage de longue durée afin d'éviter toute dispersion.

Cette loi doit permettre de résoudre de façon relativement satisfaisante le problème des 500 tonnes de déchets nucléaires produits en France par nos centrales plus facilement que le problème des centaines de millions de tonnes de produits chimiques produit par notre consommation.

En conclusion, pour l'avenir, on peut dénombrer au moins trois choix énergétiques qui auront des conséquences différentes.

- Le premier est de continuer à consommer les énergies fossiles, c'est le choix du développement, mais un choix non-durable à cause des réserves et de l'incidence sur le climat. Les réserves sont d'environ 40 ans pour le pétrole, 70 ans pour le gaz, mais encore 200 ans pour le charbon. Les pénuries de gaz et de pétrole sont pour bientôt et l'effet de serre et ses incidences sur le changement climatique nous imposent de diminuer notre consommation de charbon.

- La seconde consiste à n'utiliser que les énergies renouvelables, c'est le choix du non-développement qui risque d'être durable.
- La troisième, la plus raisonnable, consiste à ne rien négliger ni le durable, ni les économies d'énergie, ni le nucléaire. Ce dernier choix, appelé parfois à tort un choix de développement de croissance durable, ne le sera peut-être pas autant qu'espéré. Même ainsi, la crise est devant nous et elle sera décuplée avec un choix différent. En plus du développement des énergies durables et nucléaires, il nous faut maîtriser notre consommation pour que l'absence de croissance suffisante soit supportable. C'est la seule voie possible.

Ce choix doit être porté par :

Un pôle public de l'énergie

Une politique énergétique mise en œuvre au travers d'un pôle public de l'énergie.

- **3 Ambitions**
 - Techniques,
 - Sociales,
 - Environnementales
- **Intervention des citoyens dans les choix**
- **Maîtrise réelle du secteur de l'énergie**
 - Complémentarité des entreprises du secteur
 - Moyens financiers à mettre en œuvre (Pôle financier public)
 - Choix des techniques
 - Maîtrise des compétences grâce à un statut de haut niveau pour les salariés du secteur de l'énergie
- **Améliorer les coopérations internationales**
- **Valoriser nos richesses**

15

Figure 9

La demande croissante d'énergie et la réduction des émissions de CO₂ passent par des investissements gigantesques pour répondre aux besoins des populations.

A défaut de cela, nous allons vers des risques de pénurie et de catastrophe écologique majeure.

La loi du marché ne peut pas répondre à ce double défi.

C'est parce que nous sommes des républicains exigeants et des citoyens respectueux des générations à venir que nous voulons que les politiques énergétiques des nations soient confiées à leurs Etats et non pas à la mondialisation financière.