

## QUELLE ENERGIE POUR DEMAIN ?

### 1. INTRODUCTION

Quelle que soit son origine, l'énergie est indispensable pour couvrir les besoins économiques et sociaux de tous les habitants de notre planète : besoins journaliers domestiques ou de loisirs, de la santé, de l'alimentation, des transports, de l'industrie, du chauffage, etc. Elle est le facteur de l'allongement de l'espérance de vie dû à l'amélioration de l'hygiène et du confort.

De plus un grave problème va se poser au cours du siècle à venir : celui de l'eau. Sans énergie il ne sera pas possible de la purifier, de la dépolluer, de la dessaler à grande échelle, ce qui autoriserait son transport en pipeline vers les régions déshéritées.

Il y a quelques centaines de millions d'années, la terre était couverte d'une végétation luxuriante que des mouvements sismiques ont enfouie dans les profondeurs. La fermentation a fait son œuvre mettant à la disposition de l'Homme : tourbe, charbon, pétrole, gaz. Malheureusement, Il a utilisé massivement ces richesses, et brûlé à grande échelle ces produits fossiles qui avaient mis des millions d'années à se former, réalisant un gaspillage, sans aucune mesure, des ressources existantes. Ces ressources apparaissent maintenant limitées, par définition même des conditions dans lesquelles elles se sont formées, et les prévisions les plus optimistes laissent à penser que d'ici deux siècles elles seront totalement épuisées.

Pour répondre à la question «**Quelle énergie pour demain ?**», il convient d'évaluer les sources d'énergies disponibles et d'apprécier si, parmi celles-ci, le nucléaire peut et doit avoir sa place.

### 2. LES SOURCES D'ENERGIES DISPONIBLES AUJOURD'HUI

#### 2.1. REPARTITION DES SOURCES D'ENERGIE PRIMAIRE<sup>1</sup> CONSOMMEE DANS LE MONDE (AN 2000)

- Près de 83,5 % de l'énergie consommée actuellement dans le monde provient de réserves fossiles.
- Les énergies renouvelables ne participent qu'à 9,8 %, dont plus des deux tiers pour le bois.
- Le nucléaire avec 6,7 % est très minoritaire.

#### 2.2. PRODUCTION ELECTRIQUE DANS LE MONDE

Près des 2/3 de la production électrique (64 %) provient des réserves fossiles, le nucléaire étant compté pour 17 % et le renouvelable pour 19 %, dont 17 % pour l'hydraulique.

#### 2.3. ENERGIE PRIMAIRE CONSOMMEE EN EUROPE

- Entre 1973 (premier choc pétrolier) et 1995, on note une baisse de la consommation d'énergie d'origine fossile, mais elle représente encore 70 % en 1995.
- Le nucléaire a progressé sensiblement suite à la mise en service de centrales nucléaires.
- Les énergies renouvelables participent très faiblement à la consommation.

#### 2.4. ENERGIE PRIMAIRE CONSOMMEE EN FRANCE

Entre 1973 et 1997 :

- La consommation totale d'énergie a augmenté de 40 %.
- La ressource fossile, dont le gaz, est passée de 91 à 57 %.
- L'hydraulique et les autres énergies renouvelables restent à 17 %, sensiblement au même niveau.
- Le nucléaire progresse, passant de 2 à 35 % ; il arrive presque à égalité avec le pétrole.

#### 2.5. LA PRODUCTION ELECTRIQUE EN FRANCE EN 1997 :

- Thermique classique (fossile) 8 %
- Hydraulique 14 %
- Nucléaire 78 %

<sup>1</sup> Il s'agit des énergies produites par le charbon, le pétrole, le gaz naturel plus l'électricité d'origine hydraulique

### 3. L'ENERGIE D'ORIGINE FOSSILE

Si des progrès ont été faits pour diminuer les rejets toxiques provenant de la combustion des produits fossiles, les émanations de gaz carbonique (le CO<sub>2</sub>), le risque d'effet de serre qu'il provoque et le déséquilibre qu'il peut entraîner sur les conditions de vie à la surface de la terre, restent très préoccupants.

A Kyoto, les Nations industrialisées ont pris des engagements pour diminuer d'ici 2010 leurs rejets de CO<sub>2</sub> sous peine de sanctions financières. C'est ainsi que l'Allemagne devra réduire de 21 % ses rejets; la France n'a pas été taxée grâce à ses centrales nucléaires (sans elles, ce serait 300 millions de tonnes supplémentaires de CO<sub>2</sub> envoyées dans l'atmosphère). La Chine qui n'a pas signé le Protocole de Kyoto a gardé sa liberté d'utilisation de son charbon ; toutefois, les réalisations en cours de centrales nucléaires montrent que les dirigeants chinois prennent conscience des problèmes à venir.

Du fait de leur origine, les produits fossiles sont en quantité limitée dans le sous-sol de la terre. Nos arrière grands-parents sont nés au début de la consommation des réserves qui se sont formées durant des millénaires, et nos arrière petits-enfants en verront l'épuisement ...

### 4. LES ENERGIES RENOUVELABLES

En 2010, l'objectif de la Commission Européenne est d'atteindre en énergies renouvelables, 12 % de la production totale.

#### 4.1. L'ENERGIE EOLIENNE

Le gisement français de l'éolien est de l'ordre de 12 000 Megawatts électriques. La puissance d'une éolienne étant de 1 à 2 MWe, si l'on envisageait d'installer plus de 6 000 machines, séparées par une distance minimale de 200 mètres, l'installation totale s'étendrait sur tout le littoral français de l'Atlantique ! Il faut aussi préciser que le diamètre des pales est d'environ 30 à 35 mètres, le bruit très élevé, et lorsque la vitesse du vent est divisée par deux, trois ou quatre, la puissance disponible est divisée par quatre, neuf ou seize...

#### 4.2. L'ENERGIE SOLAIRE

La conversion solaire/électrique est assurée par des capteurs photovoltaïques de rendement faible (8%) et leur fabrication met en œuvre des processus chimiques consommateurs de beaucoup d'énergie et générateurs de déchets. Dans notre pays moyennement ensoleillé, le photovoltaïque peut produire 10 à 15 watts/m<sup>2</sup> à un coût encore très élevé, et naturellement de jour, par beau temps.

Actuellement, éolien et solaire apparaissent utilisables pour des applications ponctuelles, dans des zones désertiques ou éloignées de réseaux électriques. Une réduction notable de leurs coûts est envisageable dans l'avenir, mais leur utilisation pour servir les besoins industriels n'apparaît guère possible sauf, peut être, à terme très lointain.

#### 4.3. L'ENERGIE HYDROELECTRIQUE

En France et plus généralement en Europe, la quasi totalité des sites disponibles sont équipés, et il est difficile d'envisager de nouveaux ouvrages sans porter atteinte à l'environnement, l'agriculture ou l'urbanisme.

#### 4.4. LES MAREES

La puissance nominale de la seule usine marée motrice installée sur la Rance en Bretagne, est de 250 MWe. Les résultats n'ont pas été à la hauteur des espérances, les modifications de l'écosystème en amont et en aval du barrage sont considérables.

#### 4.5. LA GEOTHERMIE

Le gisement français est de 6 MegaTEP (Tonnes Equivalent Pétrole) par an, soit un apport très faible réservé à la production de chaleur. Les expériences réalisées ne sont guère encourageantes.

#### 4.6. LA BIOMASSE

Ce terme concerne les traitements, (autres que le bois), des déjections et des déchets d'exploitation des récoltes et des forêts. Le potentiel énergétique mondial est très important, mais la production de CO<sub>2</sub> l'est tout autant.

### 5. LES ECONOMIES D'ENERGIE

C'est la préoccupation des seuls pays très industrialisés, oubliant le reste du monde (Afrique, Asie, Amérique du Sud, en particulier) qui, pour se développer, aura besoin d'énergie.

En France, la prévision officielle est de réaliser 2 % d'économie sur la consommation nationale d'énergie.

L'Union Européenne s'est fixé l'objectif d'une production d'énergie renouvelable de 12 % de la production totale, pour 2010. A cette date, ces diverses mesures permettront, sans doute, de ramener à 80 % l'appel aux réserves fossiles et à l'énergie nucléaire.

## 6. LE NUCLEAIRE

La découverte de la radioactivité date d'un siècle (1895). Les remarques sur l'effet des rayonnements ionisants sont apparues, principalement dans le corps médical avec les radiodermites et les leucémies dues essentiellement à l'utilisation mal contrôlée des appareils de radiographie. Mais c'est surtout à la fin de la deuxième guerre mondiale, les bombes d'Hiroshima et Nagasaki qui ont bouleversé l'imagination du monde entier.

On peut, schématiquement, diviser la «vision» du nucléaire, sa perception, en trois catégories :

- **le nucléaire «accepté»** : celui qui touche à la santé : l'usage des rayonnements est entré dans la pratique courante des hôpitaux,
- **le nucléaire «discuté»** : l'électronucléaire, dont les sondages traduisent des positions divergentes,
- **le nucléaire «redouté»** : celui de l'arme nucléaire.

### 6.1. ORIGINE

Au début de l'Univers, à la création de la terre il y a 4,5 milliards d'années, les atomes étaient, pour l'essentiel, radioactifs : «la terre est faite de cendres des réactions primitives nucléaires» (Professeur Charpak). Seuls sont actuellement encore radioactifs les atomes qui ont une période supérieure au milliard d'années comme le Potassium 40, l'Uranium, le Thorium.

Le soleil est un énorme générateur thermonucléaire ; toute l'énergie que nous consommons en provient ; sans elle, il n'y aurait pas de vie possible.

### 6.2. PREVISIONS

Actuellement la puissance électronucléaire installée en France est de 63 GWe (Gigawatts électriques), soit environ 17 % de celle en service dans le monde. Les prévisions ne font pas ressortir d'évolution sensible d'ici 2010.

Si des diminutions sont envisagées en Europe et aux Etats-Unis, les nations asiatiques les plus évoluées prévoient une augmentation notable de leur puissance électronucléaire.

Au total, la puissance électronucléaire mondiale passerait de 350 GWe en 1997, à 408 GWe en 2010.

### 6.3. EVOLUTION

En France il est impératif de prévoir le remplacement des réacteurs à fission<sup>2</sup> actuels au fur et mesure qu'ils arriveront en fin de vie, et de prendre les décisions concernant les futurs réacteurs. Les réserves d'uranium connues représentant 100 à 120 ans de la production actuelle, il est indispensable de décupler cette durée grâce aux surgénérateurs (réacteurs à neutrons rapides). Le surgénérateur est une étape indispensable tant que l'utilisation de la fusion contrôlée ne pourra être démontrée, mais dont les avantages seraient impressionnants.

### 6.4. LA SURETE

En France, l'industrie nucléaire s'est organisée autour de l'impératif de sûreté. Dès l'origine, toutes les dispositions ont été prises pour éviter tout impact dommageable, dès la conception, pendant la construction et l'exploitation jusqu'au démantèlement. Ceci afin d'assurer le fonctionnement des installations, de prévenir un accident et de limiter ses conséquences dans le cas éventuel où il se produirait.

Le supplément de précautions et la multiplicité des mesures de sûreté dans le nucléaire ont été plus exigeantes que celles existant dans toutes les autres industries.

Aucun accident majeur n'est venu affecter le fonctionnement de nos réacteurs du parc actuel. Compte tenu du nombre de réacteurs et de leurs temps d'exploitation, cela correspond à 700 années d'expériences.

## 7. CONCLUSION

En conclusion de cette présentation rapide, il convient de retenir :

- Les besoins énergétiques sont considérables, tant au niveau des pays industrialisés (maintien et/ou croissance du potentiel actuel), qu'à celui des pays sous-développés (augmentation recherchée du niveau de vie – industrialisation).
- Les efforts d'économie d'énergie restent indispensables (transport, isolation thermique, augmentation des rendements thermiques, etc.) mais ne compenseront certainement pas l'accroissement de la demande.

<sup>2</sup> Voir définition en fin du document

- Les ressources énergétiques fossiles ne pourront, à terme relativement prochain, répondre aux besoins de la démographie en constante augmentation. La progression engendrée de l'effet de serre est inquiétante pour l'avenir.
- Les énergies renouvelables ne paraissent pas susceptibles de fournir, dans les prochaines décennies, une énergie "industrielle", mais seulement "domestique", et pour des applications ponctuelles, dans les régions isolées en particulier.
- Le nucléaire apparaît une bonne réponse aux besoins actuels et futurs ; il ne génère aucun rejet de CO<sub>2</sub> ; les solutions existent pour régler le problème des déchets très radioactifs, du fait de leur très faible volume. Des décisions politiques sur leur mode de gestion doivent intervenir d'ici quelques années.
- Le parc nucléaire français produit l'équivalent d'un kilogramme de déchets radioactifs par habitant et par an dont 5 g seulement sont fortement radioactifs, 95 g de faible et moyenne activité à vie longue et 900 g de faible et moyenne activité à vie courte.
- Par comparaison, toujours par habitant et par an, on recense 2500 kg. de déchets domestiques, et 2900 kg. de déchets industriels dont 70 kg de déchets ultimes très toxiques (cf. fiche n°3).

Les décisions qui seront prises dans les prochaines années vont peser sur l'avenir des générations futures.

\*\*\*\*\*

**FISSION** - Éclatement d'un élément lourd en plusieurs parties sous l'impact d'un neutron, accompagné de l'émission de neutrons, de radiations et d'un important dégagement de chaleur

**FUSION** - Combinaison de deux noyaux légers, libérant une énergie importante. Les expériences en cours laissent envisager des espoirs d'application possible dans les décennies à venir.

**SURGÉNÉRATEUR** - Réacteur nucléaire à neutrons rapides (sans modérateur) qui utilise du plutonium comme combustible. La filière étudiée en France (Phénix et Super-Phénix) utilise le sodium comme caloporteur. La généralisation de cette filière permettrait d'assurer la production électronucléaire actuelle pour près de 1 000 ans.

**Bibliographie :**

- Conférence de Monsieur SUSCILLON du 20/05/1999 au CEA/Grenoble
- Mémento sur l'Energie 1998 – CEA/Direction de la Stratégie et de l'Evaluation

**N.B.** Un document plus détaillé, élaboré par le Groupe de Travail de l'ARCEA/Grenoble, peut être fourni sur demande.