

## ENJEUX ET COÛTS DE L'OPTION NUCLÉAIRE

*Bernard Laponche*

*Milan - 16 décembre 2008*

Les promoteurs du nucléaire mettent en avant trois types d'arguments pour vanter les mérites de l'utilisation de cette forme d'énergie pour la production d'électricité : la sécurité énergétique (voire « l'indépendance énergétique »), la réduction des gaz à effet de serre et les autres aspects environnementaux, l'intérêt économique.

Nous examinons rapidement dans ce papier ces trois problématiques.

### 1. LA SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE

#### 1.1 La dépendance pétrolière

Il est frappant de constater que la plupart des plaidoyers en faveur de l'option nucléaire commencent par décrire les risques considérables que présente la dépendance pétrolière. En effet, pour la plupart des pays et en particulier la grande majorité des pays européens, la première menace sur la sécurité énergétique est la dépendance de leur économie vis-à-vis du pétrole importé (montée des prix, risque géopolitique, limites des ressources mondiales...).

Or l'option nucléaire n'apporte aucune réduction de cette contrainte, comme le montre l'exemple de la France qui occupe une place singulière dans le monde par l'importance de son programme nucléaire<sup>1</sup>.

Le tableau 1 montre que la consommation de pétrole par habitant de la France est plus élevée que celle de ses grands voisins. L'énorme programme nucléaire ne diminue en rien la dépendance pétrolière de la France.

---

<sup>1</sup> Pour les dix pays dont la production d'électricité d'origine nucléaire représente 85% de la production mondiale, la part du nucléaire dans la production d'électricité était la suivante en 2005 : France (79%), Ukraine (49%), Suède (40%), Corée du Sud (38%), Japon (28%), Allemagne (26%), Royaume-Uni (20%), Etst-Unis (19%), Russie (16%), Canada (15%) – *Source : AIE 2007.*

**Tableau 1 : La consommation de pétrole par habitant dans quatre pays européens en 2007**

Pays	France	Allemagne	Italie	Royaume-Uni
Population (million)	61,7	82,4	59,6	60,9
Consommation de pétrole	86,9 Mt	109,2 Mt	78,9 Mt	74,9 Mt
Tonne par habitant	1,46	1,36	1,31	1,33

*Source : Enerdata<sup>2</sup>*

## 1.2 La contribution du nucléaire à la consommation d'énergie finale

Pour juger de l'importance de la contribution du nucléaire à la totalité de l'énergie consommée dans les activités économiques et sociales (industrie, transports, habitat, tertiaire, agriculture), il est intéressant de regarder la décomposition de la consommation d'énergie finale entre les différents produits énergétiques.

Le tableau 2 montre cette décomposition pour la France et pour l'Italie.

**Tableau 2 : Consommation d'énergie finale\* de la France et de l'Italie (2007)**

Produits énergétiques	Charbon	Produits pétroliers	Gaz	Electricité	Chaleur	Biomasse	Total
<b>FRANCE</b>							
<b>Mtep</b>	5,8	86,2	32,3	36,6	4,3	10,7	175,9
<b>Part</b>	3,3%	49,0 %	18,4 %	20,8%	2,4%	6,1%	100 %
<b>ITALIE</b>							
<b>Mtep</b>	5,0	65,9	40,9	26,6	5,2	1,6	145,2
<b>Part</b>	3,4%	45,4%	28,2%	18,3%	3,6%	1,1%	100%

\* Incluant les usages non énergétiques (respectivement 17,0 Mtep et 9,8 Mtep de produits pétroliers et gaz).

\*\* Biomasse, solaire thermique, déchets.

\*\*\* Mtep : million de tonne équivalent pétrole;

*Source : Enerdata.*

Dans les deux pays, les produits pétroliers occupent de loin la première place (près de la moitié de la consommation finale).

<sup>2</sup> [www.enerdata.fr](http://www.enerdata.fr)

En France, la contribution du nucléaire à la consommation finale d'électricité est de 67%. Comme la part de l'électricité dans la consommation d'énergie finale est de 20,8%, **la contribution du nucléaire à la consommation d'énergie finale de la France est de 13,9%**. Il est donc difficile de prétendre que l'énergie nucléaire assure l'indépendance énergétique de la France.

En Italie, la consommation d'électricité représente 18,3% de la consommation finale totale. La gouvernement italien a annoncé que son projet était que la production d'origine nucléaire devrait assurer 25% de la production totale d'électricité. ***Cela signifie que, si un tel projet se réalisait, la contribution du nucléaire à la consommation finale d'énergie de l'Italie serait de 4,5%.***

Il est encore plus difficile de prétendre que ce programme nucléaire contribuerait de façon décisive à l'indépendance énergétique de l'Italie.

### 1.3 Les économies de gaz naturel

Si le nucléaire ne joue absolument pas vis-à-vis de la dépendance pétrolière, il peut par contre constituer un substitut au gaz naturel pour la production d'électricité.

***En France***, pour fournir la même quantité d'électricité au réseau que celle provenant des centrales nucléaires, il faudrait consommer 34 Mtep de gaz naturel plus 7,5 Mtep d'énergies renouvelables non thermiques (hydraulique, éolien, photovoltaïque). Dans ces nouvelles conditions la quantité de gaz supplémentaire "remplaçant" le nucléaire représenterait 16% de la consommation d'énergie primaire totale.

Cela dit, la consommation d'électricité en France est particulièrement élevée du fait en particulier du développement du chauffage électrique.

***En Italie***, les 25% d'électricité que représenterait le nucléaire (en supposant des besoins constants), soit 90 TWh<sup>3</sup>, se substitueraient à une consommation de 13 Mtep de gaz naturel dans des centrales à cycle combiné de 58% de rendement. Cela ne représente que 19% de la consommation de gaz naturel de l'Italie en 2007 et 9% de sa consommation d'hydrocarbures (pétrole plus gaz).

Un tel niveau de réduction de la consommation de gaz naturel doit pouvoir être atteint plus facilement et moins cher par des économies d'énergie réalisées à la fois sur l'électricité et sur la consommation de gaz dans le secteur résidentiel et tertiaire<sup>4</sup>.

La question du gaz ne se pose d'ailleurs pas de la même façon que celle du pétrole, surtout pour l'Italie. En effet, les ressources mondiales en gaz sont au moins aussi importantes que celles de pétrole et comme la consommation mondiale de gaz naturel est très inférieure à

---

<sup>3</sup> Ce qui correspond à la production d'environ 12 000 MW de puissance nucléaire installée fonctionnant en base.

<sup>4</sup> Contrairement à la consommation de pétrole qui est très concentrée sur les transports, la consommation de gaz naturel se répartit en Italie entre 40% pour la production d'électricité, 34% dans le résidentiel et le tertiaire et 23% dans l'industrie.

celle du pétrole<sup>5</sup>, la question des ressources est moins pressante. D'autre part, les sources d'approvisionnement pour l'Europe sont diversifiées : Norvège, Russie, Algérie mais aussi Libye et les pays du Golfe. Enfin, l'Italie est un lieu de transit du gaz d'Afrique du Nord vers l'Europe, ce qui lui confie un rôle privilégié et une plus grande sécurité d'approvisionnement. Enfin n'oublions pas la montée en puissance des énergies renouvelables qui permettra d'importantes substitutions au gaz naturel par le développement de l'architecture bioclimatique, la production d'eau chaude et le chauffage par le solaire thermique et surtout par la production d'électricité par l'éolien, notamment off-shore, et le photovoltaïque.

#### 1.4 L'approvisionnement en uranium

Dans les statistiques énergétiques, l'électricité d'origine nucléaire est considérée comme une "électricité primaire", produite intégralement sur le territoire national (au même titre que l'électricité hydraulique par exemple) et sa production est de ce fait considérée comme "nationale".

En fait une centrale nucléaire est une centrale thermique particulière dans laquelle la chaleur est produite par les fissions à l'intérieur du réacteur nucléaire et la source d'énergie est l'uranium utilisé comme combustible (uranium légèrement "enrichi" en Uranium 235 à partir de l'uranium naturel).

***La source primaire d'énergie est donc l'uranium naturel et celui-ci, pour la France, comme ce serait le cas pour l'Italie, est entièrement importé.***

Il est donc anormal de considérer le nucléaire comme une énergie "nationale". Et, même si des stocks importants d'uranium peuvent être constitués, la garantie d'approvisionnement sur les quatre ou cinq décennies de durée de vie d'une centrale nucléaire qui serait construite dans la prochaine décennie est loin d'être assurée, ne serait-ce que par l'épuisement des ressources en uranium naturel accessibles à des prix compétitifs.

## 2. CHANGEMENT CLIMATIQUE, ENVIRONNEMENT ET RISQUES

Examinons maintenant la question du nucléaire et de l'environnement en ayant conscience que si la menace de changement climatique est aujourd'hui considérée comme la question environnementale majeure au niveau mondial, elle ne saurait constituer le seul critère d'appréciation des qualités et des défauts des différentes politiques énergétiques possibles. Les pollutions locales, les risques d'accidents et les déchets doivent être également pris en compte, ainsi que les besoins en eau de refroidissement des centrales nucléaires.

---

<sup>5</sup> Respectivement 34% de la consommation mondiale d'énergie primaire (12 milliards de tep) pour le pétrole et 21% pour le gaz naturel.

## 2.1 Nucléaire et climat : les émissions de gaz à effet de serre

En termes d'émissions de gaz carbonique CO<sub>2</sub>, la production d'électricité d'origine nucléaire présente un avantage net par rapport à la production d'origine fossile. Il faut toutefois prendre en compte les émissions de l'ensemble du système nucléaire, y compris les industries du combustible (extraction et transformation du minerai, transports, traitement et fabrication du combustible, traitement et transport des déchets, démantèlement des installations...).

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont estimées à 20 à 90 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh en fonction de la prise en compte ou non de l'ensemble du système nucléaire. Elles sont donc supérieures à celles des énergies renouvelables. Pour ce qui concerne la production d'électricité d'origine fossile, les émissions varient de 840 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh pour une centrale à charbon moderne (rendement de 42%) à 370 grammes par kWh pour une centrale à cycle combiné au gaz naturel (rendement de 58%).

Si la séquestration du CO<sub>2</sub> devient une technique faisable et économiquement acceptable, alors ces niveaux seraient nettement inférieurs.

***Les émissions de gaz à effet de serre de la France*** ont été en 2005 de 553 Mteq CO<sub>2</sub><sup>6</sup>, dont 378 tonnes de CO<sub>2</sub>.

Pour évaluer la contribution du nucléaire à la réduction des émissions, nous comparons les émissions de CO<sub>2</sub> du système nucléaire actuel aux émissions produites par des centrales à cycle combiné au gaz naturel qui assureraient la même quantité d'électricité au consommateur final. Selon le niveau d'émission par kWh attribué au nucléaire, la différence entre les émissions de ces deux systèmes représente entre 60 et 100 MteqCO<sub>2</sub>, soit 15% à 20% des émissions totales de gaz à effet de serre de la France. C'est loin d'être négligeable, mais il reste 80 à 85%. De plus, cette estimation est une valeur maximale car la France est amenée (notamment du fait du chauffage électrique) à importer de l'électricité d'origine fossile dont les émissions de CO<sub>2</sub> à la production devraient en toute logique lui être attribuées.

Si la production d'origine nucléaire est remplacée par une production d'origine renouvelable, la gain en réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est comparable et même supérieur (dans le cas de l'éolien par exemple).

La comparaison internationale présentée dans le tableau 5 montre bien que l'avantage de la France en termes d'émissions de gaz à effet de serre du fait de son programme nucléaire, même s'il est réel, n'est pas aussi important que le prétendent les promoteurs du nucléaire.

---

<sup>6</sup> La "tonne équivalent CO<sub>2</sub>" ou teqCO<sub>2</sub> est une unité conventionnelle commune pour les émissions des différents gaz à effet de serre.

**Tableau 3 : Emissions de gaz à effet de serre (GES) de quatre pays européens (2005)**

	France	Allemagne	Italie	Roy.-Uni
<b>Emission GES totale (Mteq CO2)</b>	553	1001	582	657
<b>Population (million)</b>	60,8	82,4	58,8	60,2
<b>Emission GES par habitant (teq CO2)</b>	9,1	12,1	9,9	10,9
<b>Ecart avec France (%)</b>	0%	+ 33% <sup>7</sup>	+ 9%	+ 20%

*Source : Agence Européenne de l'Environnement.*

## 2.2 Pollutions et risques liés à la production d'électricité d'origine nucléaire

La production d'électricité d'origine nucléaire – tout au moins avec les techniques actuelles – est entachée de trois inconvénients majeurs : le risque d'accident grave, la gestion des déchets radioactifs et le risque de prolifération des armes nucléaires. Cela est particulièrement vrai pour le réacteur EPR, dernier modèle du programme nucléaire français.

### Le risque d'accident majeur

Le risque d'accident majeur entraînant des conséquences graves pour le personnel, la population avoisinante (ou au-delà) ou l'environnement des réacteurs nucléaires et des usines du combustible nucléaire peut être considéré comme de faible probabilité du fait des précautions prises dans les pays qui ont jusqu'ici développé les centrales nucléaires mais il est loin d'être nul et les conséquences de tels accidents peuvent être dévastatrices, comme l'a montré l'accident de Tchernobyl en avril 1986.

L'acceptabilité d'un tel risque ne doit pas relever des experts ni, encore moins, des promoteurs du nucléaire. C'est une question dont la réponse revient aux citoyens, par un processus démocratique.

### Les déchets radioactifs

Deux modes de traitement sont actuellement en vigueur pour la gestion des combustibles irradiés issus des réacteurs nucléaires. La majeure partie des pays stockent les combustibles irradiés en l'état. Si cette solution est sans doute la plus simple et la moins chère à court et moyen terme, elle n'est évidemment pas satisfaisante pour le long terme. Elle offre

<sup>7</sup> L'importance de l'écart avec l'Allemagne est due à la forte proportion de production d'électricité à partir du charbon dans ce pays.

cependant l'avantage de ne pas présenter les risques nombreux que présente la solution du retraitement des combustibles.

La solution du retraitement des combustibles irradiés est surtout développée et soutenue par la France<sup>8</sup> avec le double objectif de production de plutonium et de traitement des déchets. Le retraitement lui-même est une opération chimique complexe en milieu très radioactif et l'usine de retraitement est à haut risque en termes d'accidents ou d'agressions potentielles. D'autre part, cette opération émet des rejets gazeux et liquides dangereux pour la santé comme pour l'environnement (pollution de l'Atlantique Nord). De même, les transports de combustibles irradiés comme des déchets radioactifs et du plutonium sont également des opérations à haut risque. Enfin, le retraitement multiplie les déchets radioactifs de natures diverses, à radioactivité faible mais suffisamment dangereuse pour que l'on se pose la question de leur stockage définitif.

Dans la mesure où tous les combustibles irradiés ne sont pas retraités, en particulier les combustibles mixtes uranium - plutonium (MOX), on doit alors prévoir à la fois des stockages pour les combustibles irradiés non retraités et pour les différentes catégories de déchets issus du retraitement.

A la fin du fonctionnement des centrales nucléaires, une nouvelle quantité considérable de matériaux radioactifs sera également à gérer : ce sont tous les déchets produits par le "démantèlement" des centrales nucléaires. En effet, les centrales nucléaires arrêtées restent des sites à risque radioactif qu'il faut démonter, détruire et dont il faut évacuer et stocker les "débris".

### **La prolifération**

L'utilisation des matières et des techniques nucléaires à des fins d'agression militaire ou terroriste pose un problème majeur au niveau mondial.

Si l'origine des réacteurs actuels utilisés pour équiper les centrales productrices d'électricité est bien de nature militaire<sup>9</sup>, on peut considérer que dans la plupart des pays, les programmes civils de construction des centrales n'ont pas de lien direct avec les questions militaires. Il en va tout autrement pour le combustible nucléaire.

La première question porte sur le développement du nucléaire civil au niveau d'un Etat. Le grand argument utilisé par les promoteurs du nucléaire est "l'indépendance nationale". Si l'on fait même abstraction de la façon dont le pays concerné se procure l'uranium naturel

---

<sup>8</sup> Le retraitement des combustibles irradiés est également pratiqué au Royaume-Uni. La technique du retraitement a été développée initialement pour la production de plutonium à des fins militaires.

<sup>9</sup> Les réacteurs PWR ont été développés dans les années 50 pour équiper les sous-marins nucléaires.

(entièrement importé de l'extérieur pour les pays européens), cette indépendance exige que le pays concerné maîtrise les technologies de fabrication du combustible et par conséquent la technique de l'enrichissement de l'uranium. D'autre part, si le pays s'engage dans le retraitement des combustibles irradiés, toujours à des fins "civiles", il pourra produire du plutonium.

L'enrichissement permet de produire de l'uranium très enrichi en uranium 235 et le retraitement permet de produire du plutonium 239 presque pur : la maîtrise de ces deux techniques ou de l'une d'entre elles permet au pays, lorsqu'il le décidera, de passer rapidement à la fabrication de "bombes atomiques".

L'agression terroriste utilisant des matériaux nucléaires ou simplement des déchets radioactifs nécessite de se procurer ces matières par vol ou "détournement". On comprend que si des quantités considérables de déchets radioactifs ou de plutonium étaient transportées à travers toute la planète, une telle opération deviendrait de plus en plus aisée.

Outre les difficultés technologiques, la nécessité d'un très haut niveau d'expertise dans la conduite, la maintenance et la sûreté des réacteurs et des usines, la propagation inconsidérée des technologies nucléaires par leurs promoteurs risque d'accroître de façon considérable le risque de conflit ou d'agression nucléaire.

### **Une question importante pour l'Italie : l'eau de refroidissement des centrales nucléaires**

Dans une centrale nucléaire la chaleur produite dans le réacteur est récupérée par un circuit primaire d'eau sous pression<sup>10</sup> et transmise à un circuit secondaire d'eau également au travers d'un échangeur : cette eau est ainsi vaporisée dans l'échangeur (appelé de ce fait "générateur de vapeur"). C'est cette vapeur qui va actionner la turbine qui actionne le générateur d'électricité. La vapeur d'eau doit être refroidie dans un "condenseur" après son passage dans la turbine. Du fait du rendement du cycle de Carnot, environ les 2/3 de la chaleur produite dans le réacteur sont transmis à l'eau de refroidissement qui circule dans le condenseur, tandis que 1/3 est transformé en énergie électrique. L'eau de refroidissement du condenseur, prélevée dans un cours d'eau ou dans la mer, est rejetée à une température supérieure à son admission.

Le choix des sites pour implanter une centrale nucléaire ainsi que la puissance de celle-ci peuvent des répercussions importantes sur la température de l'eau et sur la quantité qui est utilisée. Si le refroidissement se fait directement par la circulation de l'eau (canal dérivé de la rivière ou de la mer), l'exemple des centrales françaises montre qu'une centrale de 2500 MWe réchauffe de 10 degrés un débit de 125 mètres cubes par seconde. Si un tel réchauffement peut être acceptable pour un site en bord de mer, il ne l'est pas si le refroidissement est

<sup>10</sup> Dans les réacteurs PWR. Tous les réacteurs des centrales nucléaires françaises sont de ce type.



effectué par l'eau d'une rivière ou d'un fleuve<sup>11</sup> Dans ce cas on a recours à des réfrigérants atmosphériques qui dissipent la chaleur en vaporisant de l'eau. Ce sont des cheminées d'une hauteur de 100 à 150 m et d'un diamètre du même ordre de grandeur. Le réfrigérant atmosphérique consomme de l'eau par évaporation et de l'ordre de 1m<sup>3</sup> par seconde est évaporé pour une centrale de 1000 MWe.

### **3. LES COUTS DU NUCLEAIRE**

#### **3.1 Il faut prendre en compte l'ensemble des coûts**

L'estimation économique de la production d'électricité d'origine nucléaire, passée ou future, doit prendre en compte l'ensemble des coûts sur une longue période de temps, ce qui est une caractéristique particulière de cette technologie. Il est très important de pouvoir estimer non seulement les coûts d'investissement mais aussi les coûts de fonctionnement sur la durée de vie de la centrale et bien au-delà : coûts du démantèlement des centrales et usines nucléaires, coûts de la gestion des combustibles irradiés et des déchets radioactifs.

Dans le cas de la France, une étude réalisée en 1999 pour le Premier ministre<sup>12</sup> a montré que, sur la durée de vie du programme français de centrales nucléaires (jusqu'à 2000), le coût d'investissement représente 25% du coût total, le coût d'opération et de maintenance représente 43% et le coût du combustible 32% (20% pour le combustible avant réacteur et 12% pour le combustible après réacteur), avec de grandes incertitudes sur le coût réel du combustible après réacteur.

#### **3.2 Les coûts d'investissement**

- La centrale nucléaire elle-même et en particulier le réacteur nucléaire, en fonction du choix d'une industrialisation autonome ou de l'importation de la technologie.
- Les industries du combustible nucléaire, avec la même alternative (enrichissement de l'uranium, fabrication des combustibles).
- La gestion et le stockage des combustibles irradiés et, ou des déchets issus du retraitement. Nécessité dans tous les cas de capacités de stockage.
- Les équipements de Recherche et Développement.
- Un investissement souvent oublié : celui des lignes à très haute tension pour le transport de l'électricité à partir des centrales nucléaires de très grande puissance (de 1000 à 1500 MWe par unité; en général une centrale comprend deux unités sur un même site).

Dans le cas du choix d'un développement autonome, les investissements sont très élevés. Dans le cas où l'essentiel de la technologie nucléaire est importée, le développement dépend

---

<sup>11</sup> Les fleuves européens ont des débits relativement faibles (200 m<sup>3</sup> par seconde pour la Seine à Paris).

<sup>12</sup> Etude commandée par Lionel Jospin et réalisée par J.-M. Charpin, Directeur du Commissariat au Plan, B. Dessus, Directeur au CNRS, R. Pellat, Haut Commissaire à l'Energie Atomique, sur "L'évaluation économique de la filière nucléaire".

d'une technologie et de prix fixés par le vendeur, sans bénéfice pour l'industrie et l'emploi locaux.

### **3.3 Les coûts de fonctionnement**

- Combustible nucléaire (uranium naturel, uranium enrichi, éléments combustibles).
- Opération<sup>13</sup> et maintenance (remplacement des pièces) de la centrale nucléaire;
- Gestion des combustibles irradiés et des déchets radioactifs.
- Déclassement et démantèlement des centrales nucléaires et des usines du combustible nucléaire.
- Coûts de fonctionnement de la Recherche et Développement.
- Suivi et contrôle de la sûreté nucléaire des centrales et des usines nucléaires (un très gros travail technique et administratif qui revient à la charge de l'Etat).

Si le coût d'une centrale nucléaire est connu lorsque elle est construite ou achetée, le coût du combustible nucléaire peut varier de façon importante en fonction du prix de l'uranium pendant les quarante ou cinquante ans de la vie technique de la centrale. Il est certain qu'une relance du nucléaire au niveau mondial conduirait à une augmentation considérable du coût de l'uranium du fait de la limitation de ses ressources. D'autre part, le coût à moyen et long terme de la gestion et du stockage des déchets reste très mal connu ainsi et surtout que celui du démantèlement des centrales dont les estimations basées sur quelques premières expériences ne font qu'augmenter.

### **3.4 Il n'y a pas de « prix du marché » des centrales nucléaires**

Historiquement, dans la plupart des pays qui ont développé le nucléaire, cela s'est fait dans le cadre d'une politique de l'Etat, le plus souvent en lien avec des programmes militaires qui ont d'ailleurs dicté les choix de type de réacteurs et de combustible. Une partie des coûts a été prise en charge par l'Etat.

Plus récemment, du fait du très faible développement de la production d'électricité d'origine nucléaire dans le monde et en particulier dans les pays de l'OCDE depuis une vingtaine d'années, il n'existe pas de "prix de marché" pour les centrales nucléaires qui puisse être comparé au prix de marché des techniques largement développées comme les centrales à charbon, au gaz, hydrauliques et même éoliennes.

Le tableau 4 présente l'augmentation des capacités installées de production d'électricité pour les différentes filières sur la période 2003-2006.

---

<sup>13</sup> L'effectif du personnel de conduite (500 agents pour une unité de 1500 MWe) est très supérieur à celui d'une centrale classique.

**Tableau 4 : Augmentation des capacités installées des centrales électriques entre 2003 et 2006**

Filière	Gaz	Charbon	Hydraulique	Eolien	Nucléaire	Biomasse	Pétrole	TOTAL
<b>1000 MWe</b>	203	182	71	34	10	8	-51	450
<b>Part</b>	45%	40%	16%	7%	2%	2%	- 12%	100%

Source : Enerdata.

### 3.5 Les coûts d'investissement des centrales EPR

Avec une commande passée en Finlande et une en France, l'EPR (European Pressurized water Reactor), un réacteur de 1600 MWe basé sur un concept français et allemand et vendu par AREVA, est le premier réacteur dont la construction a été amorcée en Europe occidentale depuis dix-sept ans (vingt-huit ans hors de France) et le premier de son espèce à être construit dans le monde.

Du côté finlandais, la compagnie d'électricité TVO avait annoncé, pendant la phase de demande d'autorisation, un coût de 2,5 milliards d'euros pour cette nouvelle centrale (Olkiluoto 3) et une durée de construction de quatre ans. Avec le choix de l'EPR, le prix (fixe) est monté à 3,2 milliards d'euros. A la mi-2008, deux ans et demie après le début des travaux, le total des coûts d'investissement est estimé à 5 milliards d'euros et la durée de construction à sept ans.

Du côté français, les premières estimations fournies en 2003 au gouvernement par son administration étaient un coût de l'ordre de 2 milliards d'euros d'investissement et 28,4 euros par MWh<sup>14</sup>. Très vite d'ailleurs ces estimations « officielles » se sont interrompues au nom du « secret commercial ». De façon plus réaliste, EDF prévoyait que le coût de production de son nouveau réacteur serait de 43 puis 46 euros 2004 par MWh, sur la base d'un coût d'investissement de 3,4 milliards d'euros (estimation de juillet 2008). En décembre 2008, EDF a révisé ses estimations et annoncé un coût du MWh de 55 euros, sur la base d'un coût d'investissement de 4 milliards d'euros.

De son côté, la compagnie allemande E.ON estime un investissement de 5 à 6 milliards d'euros pour un EPR<sup>15</sup>.

Ainsi la compétitivité du nucléaire est de moins en moins perceptible par comparaison aux centrales à gaz ou au charbon. Et ceci avec la plus grande incertitude sur les coûts futurs du démantèlement, de la gestion des déchets et de l'uranium.

<sup>14</sup> 1 MWh (megaWatheure) vaut 1000 kWh (kiloWatheure).

<sup>15</sup> Journal « Les Echos » du 3 décembre 2008.

On peut enfin estimer à au moins 40 milliards d'euros, en monnaie constante, le coût d'investissement des seules centrales nucléaires (huit unités EPR) prévues par le projet actuel du gouvernement italien.

#### 4. CONCLUSION

L'éclairage apporté par l'analyse du programme nucléaire français, considéré par beaucoup des promoteurs du "nucléaire dans tous les pays" comme un modèle, permet de soumettre quelques réflexions sur le projet mis en avant par le gouvernement italien de "relance du nucléaire".

En termes de dépendance pétrolière, l'Italie se trouve à la même enseigne que la plupart des grands pays européens. Le pétrole est la première énergie consommée, cette consommation se concentre de plus en plus sur les transports et ceux-ci dépendent presque exclusivement du pétrole. Le nucléaire n'apporte rien sur cette question centrale. Il paraît indispensable et urgent de faire de la maîtrise de l'énergie dans les transports le projet prioritaire de la politique énergétique. Le développement des transports "doux" et des transports collectifs dans les agglomérations, celui du train pour les transports de voyageurs, du train et du cabotage maritime pour les transports de marchandise, l'amélioration des conditions de conduite et d'entretien des véhicules automobiles, la réglementation sur les vitesses et les puissances, la mise sur le marché de véhicules performants constituent un chantier considérable, pourvoyeur de nouvelles activités, de très nombreux emplois et une opportunité à saisir pour l'industrie italienne dont l'esprit d'innovation est particulièrement adapté à une telle transformation.

La dépendance gazière, pour réelle qu'elle soit, n'est pas du tout du même ordre que celle du pétrole. Les sources d'approvisionnement sont variées, les usages très répartis et l'Italie a un rôle charnière à jouer dans ce domaine car elle est au cœur des échanges méditerranéens. La carte gazière est d'autant plus intéressante à jouer qu'elle peut être avantageusement complétée par le développement des techniques efficaces d'utilisation du gaz, le développement des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique dans toute leur diversité :

- économies d'énergie (isolation, double fenêtres) et architecture bioclimatique dans les bâtiments ;
- économies d'électricité pour les équipements et les appareils électriques ;
- développement du solaire thermique pour le chauffage des logements neufs et pour la production d'eau chaude dans tous les usages ;
- développement de la production d'électricité d'origine renouvelable et tout particulièrement l'éolien (notamment off shore) et le photovoltaïque.

Ici encore, le très riche tissu italien de petites et moyennes entreprises et la décentralisation administrative qui donne aux villes, aux provinces et aux régions de grands pouvoirs d'initiative et d'innovation sont très bien adaptés à un tel développement s'il est porté par une volonté politique au niveau du gouvernement.

Efficacité énergétique dans tous les secteurs, politique de transformation du système de transport, utilisation rationnelle et efficace du gaz, développement des énergies renouvelables nous paraissent devoir être les priorités de la politique énergétique italienne : c'est une stratégie "gagnant - gagnant", sur le plan de l'économie et de l'emploi, de la sécurité énergétique, de l'environnement et de la coopération internationale, en particulier dans le cadre méditerranéen. Les potentiels sont considérables et les temps de retour des investissements d'autant plus favorables que les prix de l'énergie augmentent.

En comparaison de cette stratégie cohérente, la relance du nucléaire ne paraît pas présenter un grand intérêt. Alors que le nucléaire s'est développé dans un pays comme la France dans la deuxième moitié du XXIème siècle avec un soutien permanent et considérable de l'Etat, il se présenterait aujourd'hui en Italie dans une économie de marché, avec des coûts sur la durée très difficilement prévisibles et certainement supérieurs à ceux qu'avancent ses promoteurs.

L'effet du projet présenté par le gouvernement serait très faible sur la sécurité énergétique comme sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre : le projet nucléaire italien tel que nous le connaissons aujourd'hui n'apporterait qu'une contribution de 4,5% à la consommation d'énergie finale du pays, pour un investissement pour les seules centrales nucléaires estimé aujourd'hui à au moins 40 milliards d'Euros.

D'autre part, les avantages sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre seraient relativement marginaux et loin de compenser les risques et les pollutions qu'apportent un programme nucléaire, même réduit. Enfin, et ce n'est pas le moindre problème, le choix des sites d'implantation des futures centrales nucléaires poserait des problèmes considérables.

Enfin, la réalisation du programme nucléaire envisagé par le gouvernement demanderait un temps très long de mise en route et les premiers résultats – si tout se passait bien – ne se feraient sentir que dans un délai d'au moins une décennie. Alors qu'un programme d'efficacité énergétique et de développement des énergies renouvelables peut être lancé très rapidement et donner des résultats dès les premières années.

Le bilan entre coût et avantages, sur la base de l'ensemble des critères de jugement, conduit à notre avis à renoncer au projet nucléaire en Italie.