

L'ENERGIE NUCLEAIRE

Bernard LAPONCHE (janvier 2008)

*

Bernard LAPONCHE est consultant indépendant, expert en politiques de l'énergie et de maîtrise de l'énergie. Ingénieur de l'Ecole Polytechnique, Docteur ès Sciences et docteur en économie de l'énergie, ancien ingénieur au Commissariat à l'Energie Atomique, il a été directeur général de l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie, en France.

*

Table des matières

RÉSUMÉ	2
1. LA PLACE DU NUCLEAIRE DANS L'ENERGIE AU NIVEAU MONDIAL	3
2. QUELQUES ÉLÉMENTS SUR LA TECHNOLOGIE NUCLEAIRE	5
3. RISQUES ET CONTRAINTES DU DÉVELOPPEMENT DU NUCLEAIRE	7
4. ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE?	10
5. CONCLUSION	11

Remarque : ce document est la version française originale d'un article paru sous le titre « Sustentabilidade ambiental : energia nuclear » dans la revue *Europa – Novas Fronteiras* (n°22, premier semestre 2008, dossier « Politica Energética Europeia »).

RESUME

La contribution du nucléaire à la consommation d'énergie finale mondiale est très faible. Développée de façon significative dans quelques grands pays industrialisés, la production d'électricité d'origine nucléaire a pratiquement stagné ces vingt dernières années.

Le développement de cette technologie, dans son état actuel, se heurte à trois grands types de risques et de contraintes : le risque d'accident majeur dont les conséquences en termes de vies humaines et d'atteintes durables à l'environnement peuvent être considérables, la gestion à moyen et long terme des déchets radioactifs pour laquelle aucune solution satisfaisante ou acceptable n'a encore été trouvée, la prolifération des armes nucléaires par la dissémination des techniques civiles.

Face aux conséquences de l'augmentation des gaz à effet de serre, le nucléaire est présenté par ses promoteurs comme "la" solution puisqu'il émet effectivement beaucoup moins de CO₂ que la combustion de pétrole, de gaz ou de charbon. En réalité, la contribution du nucléaire est actuellement marginale et, même dans l'hypothèse d'un fort développement au niveau mondial, n'apporterait qu'une contribution très insuffisante. La lutte contre les émissions de gaz à effet de serre passe d'abord par une politique d'économie et de recherche d'une plus grande efficacité énergétique. Elle passe ensuite par un plus grand recours aux énergies renouvelables.

Au regard des enjeux du risque climatique, de la sécurité énergétique et du développement économique et social, l'apport réel du nucléaire resterait marginal. Par contre, les risques tant physiques que géopolitique que comporterait un développement de cette technologie dans son état actuel sont tels que la balance "inconvenients versus avantages" penche très nettement en défaveur de ce développement. De plus, le nucléaire impose un système énergétique centralisé, basé sur des unités de grande puissance alors que le progrès technologique porte de façon croissante sur un système énergétique radicalement nouveau, par des actions et des initiatives décentralisées, dans les domaines de l'efficacité énergétique, des énergies renouvelables et des productions combinées de chaleur, de froid et d'électricité par la cogénération et la trigénération.

L'ENERGIE NUCLEAIRE

Bernard LAPONCHE

*

Nuclear power is intentionally excluded from the German government's climate protection concept. For the dangers of nuclear power are well known. Terrorist attacks on nuclear power plants can have devastating consequences, the disposal of high toxic waste is still a global problem, and the military use of plutonium rise to international security issues.

(extrait de : "Taking Action Against Global Warming", a policy paper published by the German government, September 2007).

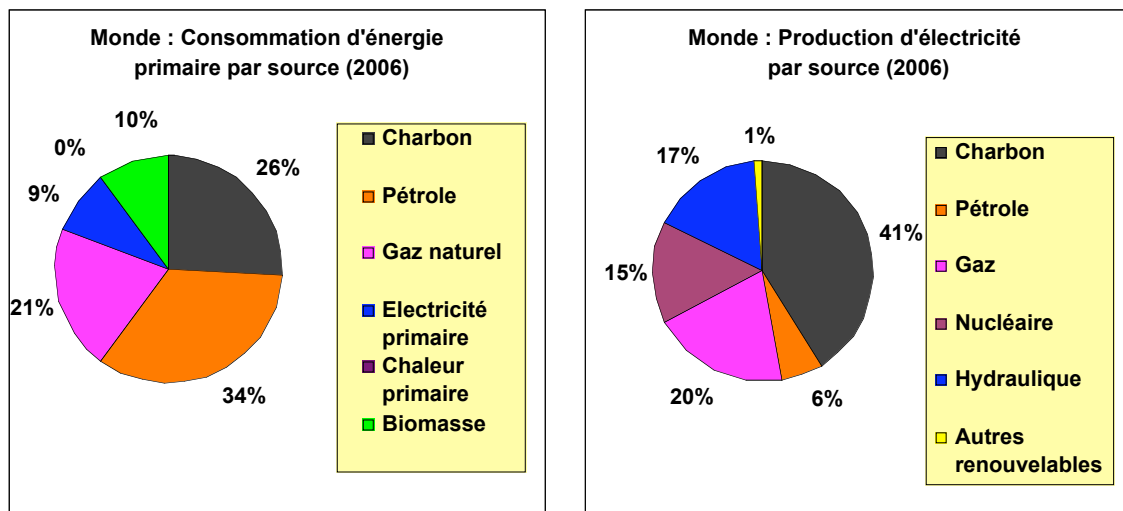
*

1. LA PLACE DU NUCLEAIRE DANS L'ENERGIE AU NIVEAU MONDIAL

Le nucléaire dans la consommation d'énergie¹

Avant d'entreprendre toute discussion sur la question de l'utilisation de l'énergie nucléaire pour la production d'électricité, il paraît nécessaire de rappeler rapidement la place de cette technologie dans la production et la consommation d'énergie et d'électricité au niveau mondial.

Figure 1 et Figure 2



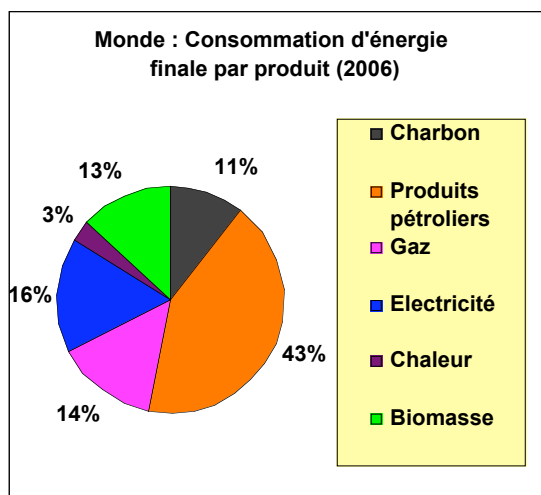
La figure 1 montre la décomposition par source d'énergie de la consommation d'énergie primaire dans le monde. On constate que la source "électricité primaire" représente 9% de la consommation totale. L'électricité primaire, avec des règles de comptabilité que nous ne discuterons pas ici est constituée de l'électricité d'origine nucléaire et de l'électricité d'origine hydraulique, éolienne et solaire. Hydraulique et nucléaire se partagent à peu près également, en termes de production d'électricité, la production d'électricité primaire.

¹ Sauf indication contraire, les données utilisées dans ce chapitre sont issues de la base de données ENERDATA (Grenoble, France).

Si l'on regarde maintenant la production d'électricité au niveau mondial (figure 2), on voit que le nucléaire y contribue pour 15% tandis que la part des énergies renouvelables est de 18%, le reste étant assuré par les combustibles fossiles.

En ce qui concerne la consommation d'énergie finale (énergie fournie aux secteurs d'activité : industrie, transports, résidentiel, tertiaire, agriculture, usages non énergétiques), sa déclinaison par produit énergétique est montrée par la figure 3.

Figure 3



La contribution de l'électricité à la consommation d'énergie finale est de 16%. Puisque le nucléaire assure 15% de la production d'électricité au monde, **la contribution du nucléaire à la consommation finale mondiale d'énergie est donc de 2,4%**.

La production d'électricité d'origine nucléaire dans le monde

La production d'électricité d'origine nucléaire a été en 2006 d'environ 2800 TWh (TeraWattheure : milliard de kWh). Cette production se fait à 56% dans trois pays : Etats-Unis, France et Japon.

Le tableau 1 montre que la France occupe une position singulière parmi les grands pays industrialisés utilisant cette technique pour la production d'électricité puisque 79% de sa production d'électricité est d'origine nucléaire.

Tableau 1 : Part du nucléaire dans la production d'électricité (2005)²

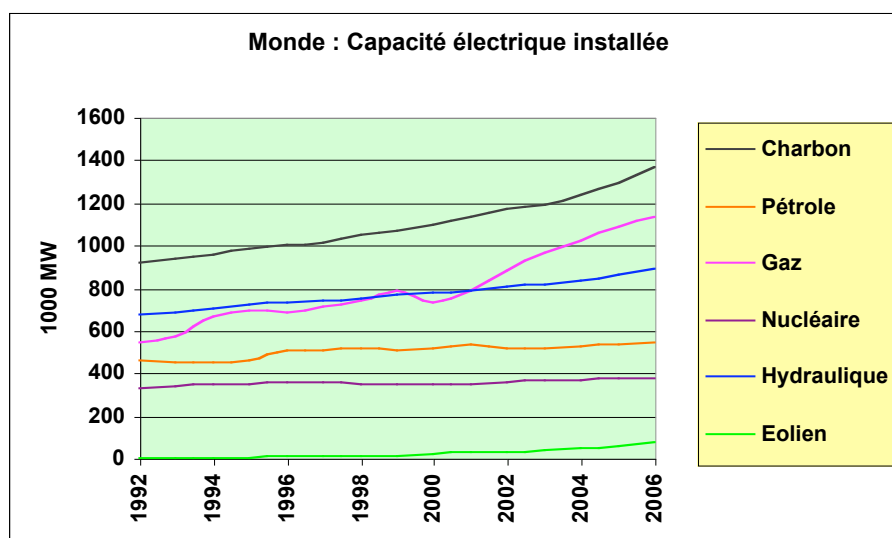
Pays	France	Ukraine	Suède	Corée du Sud	Japon	Allemagne	Roy.-Uni	Etats-Unis	Russie	Canada	Reste du Monde
Part %	79	48	46	38	28	26	20	19	16	15	8

L'évolution des capacités de production d'électricité dans le monde

La figure 4 montre l'évolution de la puissance électrique installée au niveau mondial depuis 1992. Il est frappant de constater que, sur toute cette période, la capacité nucléaire installée reste pratiquement plate (elle varie de 331 000 MW en 1992 à 372 000 MW en 2006).

² Source : AIE, "Key world energy statistics", 2007.

Figure 4



Le tableau 2 indique l'augmentation des capacités par source sur la période récente, information importante pour les choix de politique industrielle.

Tableau 2 : Augmentation des capacités installées entre 2000 et 2006.

Source	Charbon	Pétrole	Gaz	Biomasse	Nucléaire	Hydraul.	Eolien	Total
1000 M	280	28	398	11	22	105	53	
Part	31%	3%	44%	1,3%	2,4%	11,7%	6%	100%

Les centrales au gaz naturel (essentiellement à cycle combiné) arrivent nettement en tête devant le charbon et les énergies renouvelables (19%); la part d'augmentation du nucléaire est extrêmement faible, presque trois fois inférieure à celle de l'éolien³.

Ainsi, les promesses des promoteurs du nucléaire n'ont pas été tenues : c'est que le développement de cette technique s'est heurté et continue de se heurter à trois grands types de risques que nous allons brièvement présenter et qui ont été résumés dans la citation du document de politique climatique du gouvernement allemand que nous avons placé en exergue de cet article.

Mais, auparavant, quelques indications sur la technologie nucléaire actuellement utilisée qui permettront de comprendre l'importance et l'enjeu de ces risques.

2. QUELQUES ELEMENTS SUR LA TECHNOLOGIE NUCLEAIRE

La presque totalité des réacteurs nucléaires qui équipent les centrales dites "nucléaire" productrices d'électricité sont des réacteurs à eau ordinaire en ce sens qu'ils utilisent l'eau ordinaire comme modérateur (pour le ralentissement des neutrons produits par la fission des noyaux dans le combustible) et comme caloporteur (fluide qui récupère la chaleur produite par la fission). La filière "eau ordinaire" est constituée de deux variantes : les réacteurs à eau "préssurisée" (REP ou PWR⁴) et les réacteurs à eau bouillante (BWR). Les REP constituent la filière aujourd'hui la plus répandue.

³ Le tableau indique les puissances installées; en termes de production d'électricité et à puissance égale, une centrale thermique à combustible fossile ou une centrale nucléaire, fonctionnant en base, fournira entre 2 et 3 fois plus d'électricité qu'une centrale éolienne soumise à l'intermittence du vent.

⁴ PWR : *Pressurized Water reactor*; BWR : *Boiling Water Reactor*.

Les réacteurs à eau ordinaire ont été développés aux Etats-Unis dans les années 50 pour équiper les sous-marins nucléaires : la recherche de la compacité du réacteur a conduit à l'utilisation de l'eau ordinaire, ce choix imposant par ailleurs l'utilisation d'uranium légèrement enrichi (plus riche en isotope fissile que l'uranium naturel). Cet enrichissement de l'uranium se faisant grâce aux techniques d'enrichissement développées pour la production de l'uranium très enrichi nécessaire à la production de l'arme nucléaire.

La puissance politique et commerciale des Etats-Unis ont conduit à l'adoption, sous licence, puis de façon plus ou moins autonome selon les pays, de la filière à eau ordinaire qui fait aujourd'hui l'objet des offres des grandes firmes du nucléaire. A titre d'exemple, le réacteur ERR⁵ proposé par la France a été historiquement mis au point par une coopération franco-allemande, celle-ci ayant cessé avec la décision du gouvernement allemand de "sortir du nucléaire" : il constitue le dernier stade des différents modèles (de puissances croissantes) mis au point depuis le début des années 70 à partir des réacteurs américains des années 60 : en ce sens, ce réacteur n'est en rien de "3^{ième} génération", comme le prétendent ses promoteurs.

Après les réacteurs, un second élément très important pour apprécier la technologie nucléaire est l'industrie du combustible nucléaire. Celui-ci, on l'a vu, est constitué au départ d'uranium légèrement enrichi qui est à l'origine de la production de chaleur dans le réacteur⁶. Dans le réacteur, la fission des noyaux d'uranium 235 (isotope fissile de l'uranium) produit des neutrons (qui entretiennent la "réaction en chaîne"), du plutonium et des transuraniens, et des produits de fission. L'isotope 239 du plutonium est à son tour fissile, ce qui renforce la capacité de production d'énergie du combustible. Le combustible est renouvelé régulièrement (environ tous les trois ans) et remplacé par des combustibles neufs. Le combustible retiré du réacteur est le "combustible irradié" qui contient des produits de fission extrêmement radioactifs pendant des périodes très variables et dangereux pendant plusieurs siècles, du plutonium et des transuraniens, radioactifs et dangereux pendant des millénaires.

Il faut se souvenir que les premiers réacteurs nucléaires ont été justement construits pour produire du plutonium 239, autre matériau fissile nécessaire (comme l'uranium 235) pour fabriquer des "bombes atomiques" dont les deux premières, l'une au plutonium et l'autre à l'uranium, ont été utilisées pour bombarder Hiroshima et Nagasaki.

Afin d'extraire le plutonium du combustible irradié des usines dites de "retraitement du combustible" ont été construites, à des fins militaires.

Avec le développement de la filière "civile" de production d'électricité, le problème de la gestion à long terme des combustibles irradiés s'est posé.

Un certain nombre de pays ont développé le retraitement des combustibles irradiés civils mais ont conclu au peu d'intérêt de cette technique et, actuellement, la plus grande partie des combustibles irradiés sont stockés en l'état, après de longues périodes de "refroidissement" en piscine puis à sec.

D'autres pays, comme le Royaume-Uni et la France, ont poursuivi le retraitement pour les combustibles civils de façon à en extraire le plutonium, celui-ci devant alimenter une nouvelle filière de réacteurs nucléaires, les "réacteurs à neutrons rapides" ou "surgénérateurs dont le réacteur le plus puissant a été construit en France à la fin des années 70 et arrêté définitivement en 1998⁷.

⁵ EPR : *European pressurized Reactor*

⁶ Le réacteur nucléaire fonctionne de fait comme une "chaudière nucléaire" comparable à une chaudière à charbon ou à fuel : au lieu d'être produite par la combustion d'un combustible fossile la chaleur y est produite par la fission des noyaux d'uranium. cette chaleur sert ensuite à produire de la vapeur qui elle-même actionne un turboalternateur qui produit l'électricité.

⁷ Les Etats-Unis avaient également développé un très important programme de surgénérateurs mais l'ont arrêté complètement dans les années 70.

En France, malgré l'échec du surgénérateur ("Superphenix"), le retraitement des combustibles irradiés et la production du plutonium ont été poursuivis dans un double but : d'une part, produire du plutonium qui est utilisé en partie comme composant de combustibles mixtes uranium-plutonium (le MOX) et, d'autre part, pour séparer les produits de fission et les transuraniens afin de les "vitrifier" (enfermer dans un bloc de verre) pour un stockage définitif, éventuellement en couches géologiques profondes.

3. RISQUES ET CONTRAINTES DU DEVELOPPEMENT DU NUCLEAIRE

Les différents éléments présentés précédemment permettent de comprendre les risques et les contraintes du développement de la technologie nucléaire pour la production d'électricité, tout au moins dans son état actuel. Ils se classent en trois grandes catégories : la technologie nucléaire présente des risques d'accident majeur; aucune solution satisfaisante n'a été trouvée pour la gestion à long terme des déchets radioactifs; la prolifération des matières et des techniques nucléaires est un risque majeur pour la sécurité du monde.

3.1 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.

Pour les réacteurs nucléaires, le risque majeur est une séquence accidentelle pouvant déboucher sur un emballement incontrôlable des réactions de fission, puis une fusion du combustible au cœur du réacteur. Ce risque a été illustré en particulier par l'accident, sur un réacteur PWR de la filière la plus répandue dans le monde, survenu en mars 1979 dans la centrale nucléaire de Three Mile Island aux Etats-Unis. Le réacteur nucléaire a été entièrement détruit, mais il n'y a pas eu d'échappement de matières radioactives à l'extérieur de la centrale et par conséquent pas de victimes humaines. Ce ne fut pas le cas pour l'accident de Tchernobyl dont on connaît les conséquences désastreuses.

Il peut exister plusieurs causes initiatrices de l'accident grave, de natures différentes, et le risque majeur est en grande partie lié aux possibilités de combinaison de ces différentes causes dans une dynamique fatale : défaillance matérielle, défaillance humaine, agressions externes accidentelles, actes de malveillance.

La défaillance matérielle

Les installations nucléaires, réacteurs et usines du combustible, sont de plus en plus complexes, comportant des milliers de systèmes électriques, électroniques et mécaniques, notamment pour les systèmes de sécurité, qui ne sont pas exempts de possibles défaillances⁸ qui peuvent provenir d'un défaut de conception, de fabrication ou d'une usure prématurée. L'analyse de très nombreux "incidents" dans le fonctionnement des centrales nucléaires montre la fréquence de découvertes *a posteriori* de l'indisponibilité non décelée d'équipements nécessaires au maintien de la sûreté de l'installation.

⁸ Un parallèle est à faire avec l'industrie aéronautique ou spatiale dont le degré de "fiabilité" est très élevé mais où l'on découvre encore des défaillances matérielles causes d'accidents très graves mais d'une incidence limitée aux personnels et voyageurs directement concernés.

La défaillance humaine

Malgré le soutien apporté par certains systèmes de conduite automatisés, l'homme conserve un rôle décisionnel dans la conduite des opérations et tout particulièrement en cas de dysfonctionnement. Comme pour la défaillance matérielle, c'est la conjonction d'erreurs, chacune pouvant apparaître comme mineure, qui peut engendrer le risque majeur. Quel que soit son niveau de qualification, le personnel formé à la conduite et à la maintenance des réacteurs reste faillible, surtout lorsqu'une situation pré-accidentelle le place devant un problème inconnu.

Les agressions externes accidentelles

Deux types d'agressions externes accidentelles : les catastrophes naturelles et les accidents industriels externes à l'installation. Un séisme de grande ampleur, une violente tempête, un incendie ou l'explosion d'un réservoir chimique peuvent créer des conditions exceptionnelles, non prises en compte au niveau de la conception et de la construction, qui peuvent annihiler les fonctions de sûreté des installations nucléaires.

En France par exemple, la tempête de 1999⁹ comme la sécheresse et la canicule de 2003 ont révélé de nouvelles vulnérabilités des centrales nucléaires.

Les actes de malveillance

Dans ce domaine, l'approche probabiliste utilisée par rapport aux défaillances matérielles n'est pas pertinente. La conception des installations devrait prendre en compte un nombre croissant d'éventualités d'agression. Pour ne prendre que l'exemple du réacteur EPR, le débat public de l'année 2006 en France a mis en lumière le fait que les enceintes de protection du réacteur ne résisteraient pas au choc frontal d'un avion gros porteur.

3.2 Les déchets radioactifs

On a vu que 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 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 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 d'une part à haut risque en termes d'accidents ou d'agressions potentielles et, d'autre part, émet des rejets gazeux et liquides dangereux pour la santé comme pour l'environnement (pollution de l'Atlantique Nord). D'autre part, 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 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.

⁹ Le 27 décembre 1999 la tempête qui traverse la France atteint la centrale du Blayais, près de Bordeaux. Pour cause de hauteur de digue insuffisante, l'eau monte dans les réacteurs 1 et 2. Une dégradation notable de la fiabilité de matériels importants pour la sûreté est constatée. Il faudra 10 heures pour ramener le réacteur 1 en "arrêt froid", c'est-à-dire une situation hors risque grave.

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".

Pour ce qui concerne la gestion des déchets radioactifs les plus dangereux (par le niveau de leur radioactivité et, ou par leur durée de vie), la solution officielle proposée en France est l'enfouissement en couches géologiques profondes. Au-delà de la discussion sur la fiabilité technique et de sa robustesse à très long terme, une telle décision pose un problème éthique majeur : a-t-on le droit d'enfouir ces matières extrêmement dangereuses pendant des millénaires ? Qui nous garantit de l'état de notre pays dans mille ou deux mille ans ? Ne restera-t-il de cette opération dans la mémoire collective que l'idée "*qu'il y a en ce lieu quelque chose de très précieux qui a été enfoui il y a très longtemps et qu'il faudrait creuser pour le récupérer?*".

La solution du retraitement et de l'enfouissement des déchets serait d'autant plus dangereuse qu'elle serait proposée comme une solution "universelle" : allons-nous parsemer la croûte terrestre de ces réserves de poison?¹⁰

La question des déchets radioactifs n'a pas été prise historiquement suffisamment au sérieux : on a construit des réacteurs sans que le critère de la nocivité des déchets (par exemple la teneur en plutonium) soit considérée comme un critère majeur. Et, ce qui est plus condamnable, les Etats ont soutenu le développement des centrales nucléaires sans que la question des déchets soit réglée de façon satisfaisante : "*à ceux qui viendront après de se débrouiller...*"

3.3 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.

Nous avons vu l'origine "militaire" du développement des technologies nucléaires. Si l'origine des réacteurs actuels utilisés pour équiper les centrales productrices d'électricité est bien de nature militaire, 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 (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. La technique la plus utilisée actuellement est la diffusion gazeuse qui nécessite de grandes installations et de fortes consommations d'électricité, la technique la plus simple est l'ultracentrifugation qui permet d'atteindre relativement facilement des taux d'enrichissement très élevés. Si le pays s'engage dans le retraitement des combustibles irradiés, toujours à des fins "civiles", il pourra produire du plutonium.

¹⁰ Au début du développement du nucléaire, différentes solutions ont été envisagées pour se "débarrasser" des déchets radioactifs : immersion dans les océans, enfouissement dans la glace de l'antarctique, voire envoi dans le soleil... Fort heureusement, aucune n'a été poursuivie et l'immersion, même de déchets faiblement radioactifs, a été interdite.

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 transportés 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 inconsiderée des technologies nucléaires par leurs promoteurs risque d'accroître de façon considérable le risque de conflit ou d'agression nucléaire.

4. ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE?

Conscients des problèmes que nous venons d'évoquer et qui sont largement à l'origine de la stagnation de la production d'électricité d'origine nucléaire dans le monde malgré le soutien de certains gouvernements à l'industrie nucléaire de leur pays, les promoteurs du nucléaire ont trouvé depuis une dizaine d'année une "bouée de sauvetage" avec la lutte contre le changement climatique qui réclame la réduction des émissions de gaz à effet de serre et, en premier lieu, celles du gaz carbonique dont l'origine vient très majoritairement de la combustion des sources d'énergie fossiles : charbon, pétrole, gaz naturel.

C'est une excellente publicité pour le nucléaire mais elle ne résiste pas à l'examen.

Il est exact que, par kWh produit, la production d'électricité d'origine nucléaire est la cause de très peu d'émissions de gaz à effet de serre; ce n'est cependant pas zéro car les usines et les transports du combustible nucléaire (extraction et traitement du minerai, enrichissement de l'uranium, retraitement) ainsi que la construction et le démantèlement des installations produisent des émissions de CO₂. Selon les estimations (en fonction des conditions industrielles) , cela représenterait 6 à 30 grammes de CO₂ par kWh, ce qui est faible, mais toutefois supérieur aux émissions liées à la filière éolienne par exemple.

Du côté de la production d'électricité à partir des combustibles fossiles, il y a de grandes différences selon le combustible et la technologie. Une centrale à charbon classique émet =8 à 900grammes de CO₂ par kWh, contre 400 pour une centrale à gaz à cycle combiné. Il suffirait donc de remplacer des centrales à charbon par des centrales à gaz pour diviser par deux les émissions. d'autre part, la technique de "séquestration » du CO₂ dans des cavités souterraines fait l'objet de programmes de démonstration partout dans le monde.

De plus, la production d'électricité n'est pas, et de loin, la seule activité qui produit des émissions de gaz à effet de serre. En France où le nucléaire assure environ 80% de la production d'électricité, si on fournissait aux consommateurs la même quantité d'électricité que celle provenant des centrales nucléaires avec des centrales à gaz à cycle combiné, on n'augmenterait que de 18% les émissions totales de CO₂ et de 12% les émissions totales de gaz à effet de serre : ce n'est pas rien mais cela montre que la solution du problème est ailleurs.

B. Dessus¹¹ a étudié les effets de réduction des émissions de CO₂ dans le cas de scénarios volontaristes de développement du nucléaire au niveau mondial. La conclusion de cette étude est la suivante : *"Aussi bien en France que pour le monde, les stratégies plus ou moins volontaristes de relance du nucléaire ont des conséquences cumulées sur la période 2000-2050 qui restent relativement modestes : 6 à 11% pour le monde, 7 à 16% pour la France"*.

¹¹ Référence : "Le réacteur nucléaire EPR : un projet inutile et dangereux", Cahier de Global Chance n° 18, Janvier 2004.

Un tel résultat relativise de façon significative le discours souvent entendu "nucléaire ou effet de serre" puisque restent à traiter plus de 80% du problème.

On sait très bien que, si l'on s'attache à la question de l'effet de serre, mais aussi en termes de sécurité énergétique et de développement économique, la priorité, au niveau mondial comme dans chaque pays, ce sont les économies d'énergie, qui elles-mêmes doivent permettre que la part des énergies renouvelables devienne à moyen terme prépondérante.

5. CONCLUSION

Face aux conséquences de l'augmentation des gaz à effet de serre, le nucléaire est présenté comme une solution puisqu'il émet effectivement beaucoup moins de CO₂ que la combustion de pétrole, de gaz ou de charbon. Mais à y regarder de plus près, ce remède miracle n'en n'est pas un.

En effet, il ne faut rien omettre dans la balance quand on compare les énergies. D'abord, le nucléaire est susceptible de générer des accidents graves pouvant affecter durablement de larges territoires. Ensuite, la gestion des déchets à vie longue n'a pas trouvé de solution satisfaisante. La prolifération nucléaire reste un risque majeur pour la sécurité du monde. Enfin la prolifération reste un risque majeur pour la sécurité du monde et il est faux d'affirmer qu'on peut doter un pays de centrales civiles sans que ne soit possible un usage militaire.

Par ailleurs, rappelons que le nucléaire produit seulement de l'électricité, ce qui ne représente que 20% environ de la consommation d'énergie finale d'un pays développé. Le reste, c'est le pétrole brûlé dans les voitures et les camions, le fuel ou le gaz pour chauffer les bâtiments et assurer la production industrielle mais aussi la biomasse et l'énergie solaire (l'hydraulique et l'éolien produisant de l'électricité).

La lutte contre les émissions de gaz à effet de serre passe d'abord par une politique d'économie et de recherche d'une plus grande efficacité énergétique. Elle passe ensuite par un plus grand recours aux énergies renouvelables.

La poursuite des tendances actuelles de la consommation d'énergie au niveau mondial se heurte à des contraintes insurmontables et conduit à l'impasse du développement, accentue les inégalités entre pays riches et pays pauvres et contribue à la fracture sociale. Le développement économique et social ne peut être que freiné, voire rendu impossible, par l'insécurité énergétique (approvisionnement physique versus contraintes géopolitiques, augmentation des prix, raréfaction des ressources à moyen terme, risques technologiques et d'agressions extérieures de toutes natures), la dégradation de l'environnement local (pollutions, accidents) et global (changement climatique). La montée des prix du pétrole ruine d'ores et déjà les économies les plus fragiles.

Les scénarios de prospective énergétique "laisser faire" (business as usual) mettent clairement en évidence l'impasse politique, économique et environnementale à laquelle ils conduisent.

La sécurité énergétique et les contraintes environnementales sont un défi considérable pour le développement économique et social à l'échelle de la planète. Ce défi ne peut être relevé que par la mise en chantier d'un nouveau modèle des systèmes énergétiques compatible avec le développement durable, afin de *"répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations futures d'accéder à leurs propres besoins"*.

La maîtrise des consommations d'énergie arrive au premier rang des politiques qu'il faut rapidement mettre en œuvre parce que c'est elle qui possède le plus grand potentiel, qu'elle est

applicable dans tous les secteurs et dans tous les pays, qu'elle est le meilleur instrument de la lutte contre le changement climatique, enfin qu'elle permet de ralentir l'épuisement des ressources fossiles et d'assurer qu'une part croissante de la consommation d'énergie soit assurée par les énergies renouvelables. Elle constitue en outre un facteur de développement économique par la diminution des dépenses énergétiques et aussi par la création de nouvelles activités et d'emploi. C'est un impératif de premier ordre des politiques énergétiques et économiques.

Ce changement profond de paradigme énergétique qui substitue à la priorité de l'offre la priorité de la demande modifie profondément les rapports du citoyen aux systèmes énergétiques. La satisfaction d'un "service énergétique" à la place d'une "fourniture d'énergie" place au premier rang des acteurs nouveaux : entreprises, collectivités, ménages, professionnels du bâtiment, des transports, de la production industrielle ou agricole et du secteur tertiaire. Les villes et les collectivités territoriales deviennent des animateurs et des promoteurs essentiels de ces nouvelles politiques.

S'ils appliquent une telle stratégie, les pays industrialisés peuvent réduire leur consommation d'énergie dans des proportions notables. Les pays en développement ont besoin d'augmenter la leur, mais ils peuvent le faire avec des taux de croissance bien inférieurs à ceux que les pays riches ont connu dans le passé avec les dégâts que l'on connaît.

Pour la plupart des pays, y compris des grands producteurs d'énergie, la maîtrise des consommations d'énergie est la première ressource énergétique nationale pour les prochaines décennies.

L'Europe peut jouer un rôle leader dans la politique de maîtrise de la demande : tant sa sécurité énergétique que la lutte contre le changement climatique l'y engagent. Les orientations politiques de priorité à l'action sur la demande du Livre vert sur la sécurité énergétique (2000) et du Livre vert sur l'efficacité énergétique (2005) montrent la voie à suivre. Quelques Etats membres sont en pointe mais la majorité continue à vouloir jouer exclusivement la carte de l'offre.

Les décisions de mars 2007 du Sommet européen sur les "trois 20%" (efficacité énergétique, énergies renouvelables, émissions de gaz à effet de serre), comme le "Paquet Energie" présenté par la Commission européenne au niveau de constituent un signal encourageant pour l'Union Européenne. Il reste que le "partage des efforts" entre les Etats membres reste à faire et constituera la pierre de touche de la volonté politique de chacun.

Au regard des enjeux du risque climatique, de la sécurité énergétique et du développement économique et social, l'apport réel du nucléaire resterait marginal. Par contre, les risques tant physiques que géopolitique que comporterait un développement de cette technologie dans son état actuel sont tels que la balance "inconvenients versus avantages" penche très nettement en défaveur de ce développement. De plus, le nucléaire impose un système énergétique centralisé, basé sur des unités de grande puissance alors que le progrès technologique porte de façon croissante sur un système énergétique basé sur les actions et les initiatives décentralisées, dans les domaines de l'efficacité énergétique, des énergies renouvelables et des productions combinées de chaleur, de froid et d'électricité par la cogénération et la trigénération.