

## L'AVENIR DU NUCLÉAIRE



Jean-Marie CHEVALIER

Jean-Marie Chevalier est professeur à l'Université Paris-Dauphine où il dirige le Centre de Géopolitique de l'Énergie et des Matières Premières (CGEMP). Il est aussi directeur pour le gaz et l'électricité en Europe au Cambridge Energy Research Associates (CERA, bureau de Paris)

## La difficile question du financement du nucléaire

Le développement de l'énergie nucléaire paraît aujourd'hui marquer une pause dans la plupart des grands pays industriels. Cette pause s'explique pour des raisons qui sont à la fois politiques, économiques et financières. Sur le plan politique, de nombreux pays sont hostiles au nucléaire. Dans le cas de l'Union Européenne, par exemple, il n'y a guère que deux pays où la construction de nouvelles centrales puisse être actuellement envisagée : la France et la Finlande. En Finlande, après que le feu vert politique a été donné en 2002 par les autorités nationales - gouvernement et parlement - un groupe de papetiers examine l'opportunité de construire une centrale qui lui garantirait, sur une longue période, un prix stable du kWh. En France, le débat sur la construction d'un nouveau prototype est relancé une nouvelle fois. Il s'agit du projet d'EPR (pour European Pressurized Reactor) qui avait été conçu par Framatome et Siemens, dans le courant des années 80, à un moment où les Allemands n'avaient pas encore renoncé au nucléaire.

Ces deux débats nationaux rejoignent des préoccupations pan-européennes qui concernent à la fois la sécurité des approvisionnements et le respect des engagements liés à la ratification du protocole de Kyoto. L'énergie nucléaire est nationale et elle ne produit pas de gaz à effet de serre. Elle pourrait ainsi répondre aux trois objectifs d'indépendance énergétique, de respect de l'environnement et - peut-être - de compétitivité. Madame Loyola de Palacio, vice-présidente de la Commission et commissaire pour l'énergie et les transports, ne manque pas une occasion de rappeler que le nucléaire reste une option possible qu'il faut encourager et que l'Europe ne pourra pas réduire le niveau de ses émissions de gaz à effet de serre sans un recours accru à l'énergie nucléaire. En développant cette position, elle se heurte toutefois à la quasi totalité des ministres européens de l'environnement. Mais ce ne sont pas des déclarations de principe - en Europe comme aux Etats-Unis - qui peuvent à elles seules déclencher des investissements. Les contraintes économiques et financières sont en effet les éléments clés qui commandent l'avenir du nucléaire. En nous référant principalement au contexte européen, nous examinerons

dans un premier temps l'approche économique du nucléaire. Nous verrons ensuite les questions de financement, puis les justifications d'une éventuelle intervention économique de la puissance publique.

### L'économie du nucléaire sur les nouveaux marchés de l'électricité

Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale et jusqu'à la directive européenne sur l'électricité de 1996, l'économie de l'électricité obéissait aux règles de l'économie publique dans un très grand nombre de pays et en particulier la France. Le monopole national verticalement intégré décidait son programme d'investissement sous le contrôle de son ministère de tutelle. Périodiquement, des coûts de référence étaient calculés et publiés. Ils indiquaient, au centième de centime près, le coût anticipé du kWh obtenu selon les grandes filières classiques : charbon, fuel, gaz naturel et nucléaire. Entre 1974 et 1998, l'avantage économique était clairement en faveur du nucléaire. Depuis 1998, la turbine à gaz à cycle combiné possède un léger avantage mais tout dépend du taux d'actualisation retenu et de l'évolution anticipée du prix du gaz. Plus le taux d'actualisation est élevé, meilleure est l'économie du gaz.

Cette démarche rigoureuse, celle de l'ingénieur-économiste, est parfaitement fondée dans une situation de monopole public. Pour un taux d'actualisation donné par le Plan, elle conduit à une minimisation du coût de production. Le programme d'investissement est ainsi calé sur les prévisions de demande et tout va pour le mieux dans le meilleur des mondes. Dans ce processus relativement simple de choix des investissements, le risque est à peu près absent. Si les coûts sont supérieurs à ce qui a été anticipé ou si la capacité installée est supérieure à la demande, les surcoûts sont répercutés sur les tarifs qui continuent à refléter les coûts réels, y compris les coûts d'une surcapacité installée. Une telle surcapacité a bien été installée en France, avec heureusement des possibilités d'exportation inattendues qui ont été ouvertes (Royaume-Uni, Italie, Espagne).

La directive européenne de 1996, à laquelle la

France a cherché à s'opposer pendant une dizaine d'années vient bouleverser l'ordre confortable du modèle colberto-jacobin. Il est très important de comprendre que cette directive, et celles qui suivent, s'inscrivent dans la droite ligne du Traité de Rome. Il s'agit en effet de construire un marché européen de l'énergie qui fonctionne sur la base de la concurrence. Les monopoles verticalement intégrés doivent être dé-intégrés et la concurrence doit être introduite partout où cela est possible. Les effets attendus de ces changements sont une baisse des coûts et un accroissement de la productivité sous la pression de la concurrence. Certains segments de la chaîne de valeur, le transport de l'électricité en l'occurrence, restent toutefois des monopoles naturels. Ils doivent être alors soigneusement régulés de façon à éviter des prélèvements monopolistiques indus. Les autres segments de la chaîne de valeur, la production, les fonctions commerciales doivent être laissés à la concurrence. C'est dans ce contexte que sont apparus les marchés de l'électricité, d'abord au Royaume Uni et en Scandinavie, puis dans différents pays européens comme la Suisse, l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Espagne et la France. Ces marchés de l'électricité sont les marchés les plus complexes qui aient jamais été inventés au cours de l'histoire économique. L'électricité est un bien non stockable et le parcours des électrons n'est pas traçable. Ces marchés portent sur des transactions physiques de produits différents (kilowattheures de base ou de pointe, à 24 heures ou à plusieurs mois) mais aussi sur des produits financiers de couverture de risques. Les prix sont caractérisés par une forte volatilité qui s'explique d'abord par le caractère instantané de l'équilibre mais qui peut aussi résulter de pratiques anticoncurrentielles, de manipulation des prix de la part de certains acteurs, comme cela a été prouvé dans le cas de la Californie.<sup>2</sup>

Cette nouvelle organisation des marchés remet en cause la démarche économique classique dans laquelle les tarifs couvraient automatiquement les coûts. Aujourd'hui le prix est une variable exogène, donnée par les marchés. Dans ce contexte, la production d'électricité dans une centrale nucléaire existante confère au propriétaire de cette dernière un immense avantage comparatif puisque le coût marginal de court terme est, avec l'hydraulique, le plus bas que l'on puisse imaginer (environ un centime d'euro par kWh). En revanche, la construction de nouvelles capacités nucléaires se heurte à de redoutables problèmes de financement, des problèmes qui sont généralement occultés dans la littérature courante.

## Le financement du nucléaire

Tout projet industriel ne peut devenir réalité que lorsque son financement est assuré. Il s'écoule souvent une période de temps assez longue entre le moment où un projet est techniquement prêt et le moment où la construction démarre, après que le financement a été bouclé. Dans l'approche moderne du financement de projet, on commence par identifier, aussi finement que possible, l'ensemble des risques auxquels s'expose l'investisseur pour examiner ensuite comment chaque risque peut être couvert. Dans le cas du nucléaire, les risques sont d'une nature quantitativement et qualitativement différente. Les banques ne s'aventureront dans le nucléaire que si tous les risques sont couverts et n'oublions pas que, par principe, la Banque Mondiale ne finance aucune construction de centrale nucléaire.

Les risques afférents à un investissement industriel donné se répartissent en général entre les risques projet et les risques pays. Les risques projet concernent les différents éléments du coût du projet, la durée de la construction, les performances techniques et aussi les éléments commerciaux qui conditionnent l'économie du projet : évolution de la demande et des prix. Les risques pays concernent les changements politiques, réglementaires, fiscaux, juridiques, et les modifications possibles de la régulation. Tous ces risques doivent être pris en compte pour un investissement nucléaire mais il faut ajouter en outre des catégories de risques plus spécifiques : i) risques de marché, ii) risques liés à l'acceptation publique, notamment en termes de sécurité, et iii) risques relatifs aux coûts éloignés.

### Les risques de marché

Tout investissement dans la production d'électricité comporte aujourd'hui des risques qui sont liés au fonctionnement, actuel et futur, des nouveaux marchés de l'électricité. On sait depuis le sommet de Barcelone de mars 2002 que tous les consommateurs "professionnels" pourront choisir leur fournisseur de gaz et d'électricité en 2004. Nous expérimentons actuellement le tout début de la libéralisation des marchés et nous avons du mal à en mesurer toutes les conséquences. Pour un électricien, toute décision d'investissement suppose que l'on puisse correctement anticiper quel sera l'état du marché au moment où la centrale entrera en service. Quelle sera à ce moment la situation de l'offre : vieilles centrales prolongées, nouvelles capacités d'énergies renouvelables, de co-génération, de production décentralisée ? Quel sera le niveau de la

demande, l'élasticité prix et le niveau des prix sur les différents marchés ? Dans un tel contexte, le handicap du nucléaire est alors évident pour quatre raisons majeures : (i) c'est un investissement très lourd en capital (environ 2000€ par kW installé pour l'EPR contre 730€/kW pour un cycle combiné au gaz naturel)<sup>3</sup>, (ii) la durée de construction d'une centrale nucléaire est nettement plus longue, au moins six ans, contre deux pour une turbine à gaz, (iii) la présence d'économies d'échelle contraint, pour l'instant, le nucléaire à une grande taille (1400 à 1500 MW pour l'EPR contre 350 à 700 pour un cycle combiné). Compte tenu des incertitudes sur le futur, une petite taille permet une meilleure adaptation à l'évolution de la demande, (iv) enfin, dans un contexte général de privatisation, au moins partielle, les taux de retour sur investissement demandés par les actionnaires sont nettement plus élevés que les taux d'actualisation fixés par le Plan. Tout durcissement des exigences financières joue contre le nucléaire.

### Les risques d'acceptation publique

L'acceptation de l'énergie nucléaire par le public est bien évidemment une condition préalable à toute construction nouvelle. En Finlande, le feu vert politique qui a été donné s'explique en grande partie par le fait qu'un site de stockage des déchets a été désigné et accepté<sup>4</sup>. En France, le bon fonctionnement des 59 réacteurs existants, conforte une opinion plutôt favorable au nucléaire. Quant à la classe politique française, les seuls opposants réels au nucléaire sont les verts dont la représentation a été réduite à trois députés dans la nouvelle Assemblée Nationale. Rien n'est cependant acquis pour l'avenir. Les Italiens ont arrêté les travaux sur des centrales en construction, les Allemands et, plus récemment, les Belges ont décidé de "sortir du nucléaire" selon un consensus qui pourrait ne pas être éternel et tous ces pays veulent aussi limiter les émissions de CO<sub>2</sub> et respecter les engagements de Kyoto. Ce qui est sûr, c'est que l'acceptation ou la renonciation au nucléaire ne peuvent pas être considérées comme des attitudes définitivement acquises. Les préoccupations environnementales pourraient rendre positives des attitudes négatives mais, inversement, l'occurrence d'un nouvel accident nucléaire ou d'un acte terroriste, qui mettrait en évidence la vulnérabilité des installations, serait de nature à faire basculer dans l'opposition au nucléaire des opinions publiques qui y sont actuellement favorables. Les banquiers, et les assureurs, n'aiment guère ce genre de risques, sauf s'ils sont très bien rémunérés, ce qui n'améliore pas la compétitivité de la filière.

### *Les risques des coûts éloignés*

L'industrie nucléaire, qui implique une utilisation importante de matière radioactive, est caractérisée par l'existence de coûts spécifiques qui sont à la fois éloignés et incontournables : le coût de stockage des déchets et le coût de démantèlement des centrales. Etant donné que l'on n'a pas encore une longue expérience de ces opérations qui, par ailleurs, peuvent être étalées dans le temps, les coûts réels sont entachés d'incertitudes et l'on ne sait pas très bien si les provisions effectuées seront en mesure de couvrir ces coûts. On ne sait pas non plus quelles seront les normes qui prévaudront. Elles seront probablement édictées au niveau européen avec un degré élevé de sévérité.

Tous les arguments développés ci-dessus tendent à montrer que le financement du nucléaire par des investisseurs privés pose de très sérieux problèmes car la couverture des risques peut difficilement être assurée par des mécanismes de marché, sauf à payer des primes exorbitantes. De ce point de vue, le cas de la Finlande doit être suivi avec beaucoup d'attention. Plusieurs types de réacteurs sont en concurrence sur ce projet dans lequel le coût d'investissement, mais aussi le montage financier joueront un rôle majeur. Quelles sont les exigences financières des papetiers, actionnaires de l'entreprise qui commanderait la centrale ? Ces papetiers, qui consomment de l'électricité en continu, sont-ils prêts à signer un contrat à long terme d'achat d'électricité, ce qui couvrirait une partie des risques de marché, au moins en volume ? Quelle formule de prix pour ces contrats ? Quels risques prendraient-ils alors par rapport à du kWh gaz dont le coût dépend de l'évolution à long terme du prix du gaz ? Il convient également que les autres risques évoqués ci-dessus soient couverts de façon satisfaisante. On mesure la complexité du processus décisionnel par rapport à l'ancienne méthode de comparaison des coûts de référence dans un monopole protégé.

### **La nécessaire intervention de la puissance publique**

Dans le contexte européen des marchés électriques ouverts, il semble que le développement du nucléaire soit financièrement très difficile sans une forte intervention des États, soit pour le financement, soit pour la couverture de certains risques. Le gouvernement français issu des dernières élections paraît favorable à la construction de l'EPR. Les raisons avancées sont nombreuses : construction d'un prototype à partir duquel

on pourra éventuellement renouveler le parc existant lorsque cela sera nécessaire, maintien d'une expertise française dans une filière énergétique qui ne produit pas de gaz à effet de serre. Ces arguments sont importants et doivent être explicités car, sur le plan économique, l'investissement est lourd (le chiffre de trois milliards d'euros circule dans les milieux les mieux informés sans que l'on sache s'il recouvre ou non les intérêts intercalaires) et la décision n'est pas urgente compte tenu de la prolongation de la durée de vie des centrales en fonctionnement. Sur ce dernier point en effet, la durée de vie initialement prévue était de 25-30 ans ; elle pourrait être comprise entre quarante à soixante ans avec des cas différents selon les centrales. Ceci a pour conséquence que la décision de remplacer les premières centrales du parc n'interviendra pas avant 2010-2015, pour une mise en service vers 2016-2021. L'EPR, conçu dans les années 80 sera-t-il à cette date la filière nucléaire de l'avenir ? Il y a débat entre les ingénieurs du nucléaire.

Indépendamment de l'économique, les arguments écologiques contre l'EPR pèsent relativement peu, car la construction d'une centrale supplémentaire dans un très grand parc ne modifie guère la problématique - évidemment très importante - du stockage des déchets sur la longue période. Comment, dans ces conditions, peut se faire le financement d'un EPR ? L'Etat, actionnaire majoritaire d'EDF encore pour un certain temps, peut imposer à l'entreprise publique la commande d'un EPR. Une telle opération serait lourde pour les comptes d'EDF dont la situation financière est fragile; par ailleurs, cela irait à l'encontre des principes d'ouverture du capital qui introduisent nécessairement des objectifs de rentabilité sur fonds propres. Un financement public, ou au moins une contribution publique, pourrait être envisagée, peut-être dans un montage juridique indépendant au sein duquel pourraient être associés d'autres partenaires, publics et privés, français ou étrangers. Le coût de l'EPR est élevé mais il est après tout inférieur à ce que les subventions annuelles au charbon coûtent aux contribuables allemands (environ quatre milliards d'euros par an). On peut dire finalement que la décision de construction de l'EPR est assez directement conditionnée par les contraintes financières et budgétaires - déjà lourdes - qui présideront aux grands arbitrages politiques de la présente législature. En conclusion, on peut dire que les arguments développés tendent à confirmer que

le développement de l'énergie nucléaire bute sur deux problèmes : l'acceptation publique, dont l'évolution dans le temps et dans les différents pays est très incertaine, et le financement, compte tenu des risques spécifiques au nucléaire. Le développement du nucléaire peut éventuellement se justifier sur le plan politique mais il paraît impliquer une intervention financière de l'Etat. Ces choix d'investissements nous amènent en fin de compte à poser le problème de l'internalisation des externalités, c'est à dire la prise en compte économique des coûts sociaux engendrés par chacune des filières énergétiques (pollution, bruits, encombrement et toute autre nuisance, y compris le stockage des déchets sur la longue période). Dans la ligne des travaux qui ont été effectués dans ce domaine à la demande de la Commission, il serait important de faire avancer le dossier de l'harmonisation des fiscalités énergétiques. Les taxes prélevées sur les énergies fossiles ne compensent sans doute pas les coûts sociaux qu'elles engendrent. Il importe d'utiliser et de combiner de la façon la plus efficace les instruments qui sont à notre disposition : normes d'efficacité énergétique, taxes, subventions et développement des marchés de permis d'émission. La concertation européenne dans ce domaine est une priorité dont dépendent l'avenir de l'Europe, celui de la planète et les conditions de vie des générations futures.

<sup>2</sup> Sur l'organisation des marchés de l'électricité et les possibilités de manipulation des prix, voir le colloque organisé par le Centre de Géopolitique de l'Énergie et des Matières Premières de l'Université Paris-Dauphine le 7 juin 2002 : "Market Power on Power Markets" [www.dauphine/cgemp](http://www.dauphine/cgemp)

<sup>3</sup> Ce chiffre de 730€/kW est donné pour la construction d'une TGCC en Grande-Bretagne (Damhead) ; il couvre la construction elle-même (380€/kW) et l'ensemble des autres coûts y compris les intérêts intercalaires. Le chiffre de 3 milliards d'euros qui circule pour l'EPR couvre, probablement, l'ensemble des coûts.

<sup>4</sup> Sur le problème du stockage des déchets, voir la thèse de sciences économiques de Aude Le Dars soutenue à l'Université Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines en septembre 2002.