

L'énergie nucléaire: option toujours valable

Le développement de l'énergie d'origine nucléaire s'est ralenti dans certains pays, mais il s'accélère là où la demande d'électricité monte en flèche

par
L.M. Davies et
A.D. Boothroyd

La production d'électricité à partir de l'énergie nucléaire est une technologie qui a pignon sur rue. A la fin de 1994, plus de 480 centrales nucléaires étaient en exploitation ou en construction dans plus de trente pays. Au cours des quarante dernières années, plus de 7 200 années d'expérience d'exploitation de centrales nucléaires, soit une production de 20 000 térawattheures, se sont accumulées.

La croissance démographique mondiale, la tendance universelle au relèvement des niveaux de vie et l'amélioration de la situation économique s'accompagnent nécessairement d'une augmentation de la demande mondiale d'énergie, ce qui se traduit inévitablement par une augmentation de la demande d'électricité. Dans les pays en développement, celle-ci augmente plus vite que la consommation d'énergie ou le produit intérieur brut. Le problème se complique car il faut s'efforcer de stabiliser, puis de réduire les émissions dues à l'emploi des combustibles fossiles.

Le choix des sources d'énergie électrique dans un pays dépend de nombreux facteurs, dont la puissance installée en service, la disponibilité et le coût des combustibles, le financement et la situation politique. Nombre de pays adopteront une solution d'équilibre entre plusieurs sources de combustibles pour prévenir les contrecoups des brusques variations des prix et de l'offre. De leur côté, les compagnies d'électricité chercheront à s'assurer un approvisionnement régulier et à stabiliser les prix de l'électricité pour le consommateur. La diversité semble donc le meilleur moyen de stabiliser l'offre et le coût de l'électricité. Dans cette optique, l'énergie d'origine nucléaire demeurera une option viable dans l'avenir.

Dans les pays industriels, la demande de nouvelles centrales nucléaires sera tempérée par divers facteurs, notamment l'importance de l'excédent actuel de puissance installée, le taux de remplacement des vieilles centrales classiques à combustibles fossiles, relativement inefficaces, et la pression des accords internationaux sur la réduction des émissions. En revanche, dans les pays en développement, c'est la disponibilité de capital et d'autres ressources qui

risque d'être le facteur déterminant du rythme de développement du nucléaire. La situation n'est donc pas simple.

Actuellement, il semble que la demande d'énergie ait atteint sa limite dans certaines régions du monde, mais que cela est dû principalement à la récession économique et aux changements sociaux intervenus en Europe centrale et orientale plutôt qu'à une tendance sous-jacente à moyen ou à long terme de la consommation d'énergie. Dans le reste du monde, où vit l'essentiel de la population, la demande d'énergie poursuit son ascension inexorable.

En résumé, la situation mondiale de l'énergie et de l'électricité a évolué au cours des dix dernières années et la demande est la plus forte dans les pays qui connaissent une saine croissance économique. Cette évolution et le rôle qu'elle réserve à l'énergie d'origine nucléaire ont été étudiés lors d'une conférence internationale réunie en septembre 1994 par l'AIEA, à Vienne. Environ cent cinquante participants de trente-sept pays et de six organisations internationales y ont assisté. L'AIEA en a récemment publié les comptes rendus*. Nous examinerons dans cet article les principales questions qui conditionnent le développement futur de l'énergie d'origine nucléaire.

Croissance nationale et régionale du nucléaire

De même qu'aujourd'hui, divers facteurs peuvent empêcher le recours à l'énergie d'origine nucléaire dans les prochaines années. Ce sont les problèmes que posent l'acceptation par le public, la gestion des déchets radioactifs, la sûreté, l'économie, l'environnement et la responsabilité civile.

Dans nombre de pays, la plupart de ces problèmes ont été étudiés et résolus. Selon les rapports nationaux et régionaux émanant d'Europe orientale, centrale et occidentale, de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud, et de l'Asie, l'énergie d'origine nucléaire est bien établie, économique et importante comme source d'électricité.

M. Davies est consultant en génie nucléaire au Royaume-Uni et M. Boothroyd est un ancien membre de la Division de l'énergie d'origine nucléaire de l'AIEA.

* *Comptes rendus de la Conférence internationale sur l'option électronucléaire*, réunie au Siège de l'AIEA, à Vienne, du 5 au 8 septembre 1994.

A longue échéance, la demande continue d'électricité devrait accélérer le développement du secteur nucléaire ainsi que l'investissement dans d'autres options. Dans ces régions, l'énergie d'origine nucléaire est jugée compétitive et avantageuse pour l'environnement.

Le rythme et le calendrier de la croissance nucléaire varieront selon les pays. Pour l'ensemble du monde, elle pourrait continuer à se développer au rythme actuel de trois à huit gigawatts par an; toutefois, pour les débuts du prochain millénaire, une croissance de dix gigawatts par an est prévue.

Au niveau national, les prévisions sont liées à la situation économique et énergétique selon les rapports présentés à la conférence. En Chine et en Inde, la demande d'énergie est supérieure à l'offre mais l'insuffisance de capitaux et autres ressources a obligé à freiner le développement du nucléaire pourtant jugé urgent par ailleurs. La Russie, l'Ukraine et d'autres pays d'Europe orientale ont aussi en permanence un urgent besoin d'augmenter leur puissance installée, mais ils se heurtent à de graves difficultés. En Amérique latine, la demande d'électricité est bien définie mais les pays manquent de ressources. En France, au Japon et en République de Corée, les programmes nucléaires sont solidement installés. En Amérique du Nord où les compagnies d'électricité disposent actuellement d'une puissance installée excédentaire, le développement de l'énergie nucléaire et d'autres sources dépend essentiellement de l'augmentation de la demande d'électricité.

Gestion et performance des centrales

Il s'agit là d'une des grandes questions débattues de la conférence.

Dans de nombreux pays, on a su tirer la leçon des problèmes posés par la construction et l'exploitation des centrales. Les matériels ainsi que les modalités d'exploitation et de maintenance, de même que les programmes de formation, ont été améliorés. Dans certains pays, en particulier dans ceux qui passent de l'économie dirigée à l'économie de marché, il s'est avéré indispensable d'améliorer les compétences au niveau de la direction des projets.

Le renforcement de la coopération et des rapports entre exploitants de centrales nucléaires a permis d'améliorer les performances. L'Association mondiale des exploitants de centrales nucléaires (AMECEN) a fait savoir que la disponibilité des installations s'est améliorée alors que le nombre et la gravité des incidents à signaler diminuent. Un rapport de la Nuclear Electric du Royaume-Uni signale une remarquable amélioration de la performance des derniers modèles de réacteurs à gaz de la compagnie au cours des quatre dernières années, dont les facteurs de charge sont passés de 40% à 79%. Dans l'optique globale de la culture de sûreté, la Nuclear Electric a su tirer profit des leçons

à apprendre d'un large éventail d'industries. Dans le cadre de programmes de recherche, une étude a été faite sur les problèmes de gestion et d'organisation responsables des accidents graves survenus récemment dans diverses industries — nucléaire, chimique, spatiale, transports, pétrole — afin de définir les principes d'organisation qui permettraient d'éviter de tels accidents. Ces travaux et d'autres programmes nationaux et internationaux ont permis, au cours des cinq dernières années, d'améliorer considérablement la culture de sûreté et, par conséquent, le degré de sûreté des centrales.

Plusieurs rapports ont souligné qu'il y aurait intérêt à soumettre les centrales à des examens de sûreté par des équipes internationales et à inclure les données de performance dans le système de documentation sur les réacteurs de puissance de l'AIEA (PRIS), en particulier pour éclairer l'opinion publique. Un de ces rapports rend compte du bon dossier d'exploitation des réacteurs VVER-440/230, contrairement aux préoccupations que suscitait la sûreté de ces installations. La performance du modèle suivant, le VVER-440/213, s'est avérée meilleure dans l'ensemble, tandis que celle du VVER-1000, plus puissant, n'a pas été aussi bonne que l'on escomptait.

Problèmes économiques et associés

Pour ce qui est de la viabilité économique de l'énergie d'origine nucléaire, les études faites par l'AIEA, l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN), l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et l'Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique (UNIPED) montrent qu'en ce qui concerne le coût de l'électricité produite les centrales nucléaires sont très compétitives par rapport aux centrales au charbon ou au gaz. Toutefois, l'avantage économique du nucléaire s'est réduit au cours des dernières années, essentiellement à cause de l'augmentation des coûts d'exploitation et de maintenance des centrales nucléaires, tout au moins dans certains pays.

Les prévisions de coûts pour les centrales qui pourraient entrer en service aux alentours de l'an 2000 ou peu après indiquent que l'énergie d'origine nucléaire devrait pouvoir continuer de concurrencer les centrales à combustibles fossiles. La question de savoir si l'option nucléaire est la moins chère se pose différemment selon les pays et la réponse dépend beaucoup du prix des combustibles fossiles et du coût et de la durée de la construction.

Si l'on veut que les centrales nucléaires restent compétitives, il faut absolument que leur construction et leur exploitation soient bien menées. Les nouveaux modèles de centrales nucléaires, qui bénéficient de l'expérience acquise avec les centrales en service, devraient être plus simplement conçus et moins chers à construire, tout en conservant un haut degré de sûreté. L'amélioration de la performance du combustible, notamment le relèvement des taux



**Sizewell «B»,
dernière en date
des centrales nucléaires
britanniques.**

de combustion, compte tenu de la tendance à la baisse des prix de l'uranium et des services du cycle du combustible, devrait stabiliser ou même faire baisser les coûts du cycle du combustible nucléaire.

Outre qu'elles sont économiquement compétitives, les centrales nucléaires épargnent l'environnement puisqu'elles ne rejettent aucun gaz à effet de serre ni autres polluants atmosphériques nocifs tels que l'anhydride sulfureux et les oxydes d'azote. Elles peuvent ainsi jouer un rôle important dans les stratégies qui visent à limiter ou à réduire ces effluents gazeux.

Assurance de la qualité. La surveillance de la qualité dans les installations nucléo-électriques et chez les fournisseurs de matériel varie considérablement d'un point à l'autre de ce secteur industriel. Les efforts déployés pour réaliser des systèmes bien documentés et pour contrôler le respect de ces derniers n'ont souvent obtenu que de maigres résultats au niveau de la qualité. L'AIEA, ses Etats Membres et les membres de FORATOM sont depuis longtemps conscients des problèmes qui se posent. Des solutions tout à fait pragmatiques commencent à apparaître parallèlement à l'évolution du secteur industriel au sens large du terme, et bien souvent en avance sur elle. L'évolution de la gestion de la qualité vers une «culture» favorable à l'amélioration de la performance de tout le personnel, au lieu de

ne s'intéresser qu'à la production de documents sur la qualité, a été décrite. Une gestion de la qualité fondée sur la performance et visant les procédés offre une formule nouvelle en matière d'assurance de la qualité et sera recommandée dans un code de l'AIEA récemment révisé et dans les guides associés, dont la publication est prévue en 1995.

Choix des sites et durée utile des centrales. Ces thèmes ont été étudiés de près par la conférence dont nombre de participants ont souligné qu'il importait, pour des raisons économiques, de conserver les sites actuels et de prolonger le plus possible la durée utile des installations.

Cette prolongation réduit la demande de nouvelles centrales et diffère le déclassement et les opérations d'évacuation des déchets qui s'ensuivent nécessairement. Bien qu'il n'y ait pas d'obstacles techniques, semble-t-il, à la construction de nombreuses installations nouvelles, le facteur limitatif serait peut-être le choix de nouveaux sites. Alors que s'approche le moment de décider de la construction de nouvelles centrales, que les décisions soient prises ou non, la durée utile est une considération extrêmement importante si l'on veut que l'option nucléaire reste ouverte. C'est au propriétaire qu'il appartient d'abord de décider, en homme d'affaires, de la durée d'exploitation d'une centrale nucléaire, mais une réglementation impérative intervient néanmoins.

Comptant un délai de dix ans pour l'homologation, la construction et la mise en service d'une nouvelle centrale, les participants ont souligné qu'il importait de prendre les décisions dès maintenant en prévision des besoins du début du siècle prochain.

L'opinion publique. Quant à l'attitude du public envers l'énergie d'origine nucléaire, tant le Japon que la France ont préconisé une politique de «bon voisinage» de la part des compagnies. Il est important de créer un climat de «symbiose» entre les installations et la population. Pour que la confiance règne, il faut écouter ce que le public a à dire et adopter une attitude ouverte quant à la communication. Cette méthode est suivie dans d'autres pays, en particulier à l'égard des communautés établies à proximité des centrales. Le public russe, dans la crise actuelle de l'économie nationale, perçoit l'énergie d'origine nucléaire comme un «havre de stabilité».

L'appui du public est souvent sous-estimé aux Etats-Unis et, de ce fait, les fonctionnaires de l'Etat et autres personnalités hésitent à se prononcer et à prendre des mesures énergiques en faveur de l'énergie nucléaire, mais une nouvelle orientation est prise pour permettre à l'industrie de mieux comprendre les préoccupations du public.

Gestion des déchets et sûreté nucléaire

Tous les mémoires traitant de la gestion du combustible épuisé et des déchets radioactifs ont souligné l'extrême importance de la sûreté. La France a expliqué comment s'est fait l'inventaire complet de tous les déchets radioactifs du pays et précisé que la couverture de l'opération par les médias avait été bien accueillie, ce qui démontre une fois encore l'intérêt de l'ouverture pour gagner la confiance du public. Plusieurs participants ont rappelé qu'il existait des solutions techniques pour l'évacuation des déchets mais qu'il était essentiel, pour faire accepter l'option nucléaire par le public, d'améliorer encore l'aménagement des sites et de faire la preuve de la fiabilité des installations opérationnelles d'élimination des déchets.

La séance sur la sûreté a traité de sujets concernant les méthodes d'évaluation de la sûreté et la mise en œuvre d'une culture de sûreté. Quelques participants ont fait valoir que les améliorations de la sûreté devaient être rentables, opinion qui n'est pas partagée par les responsables de la réglementation. Une certaine préoccupation s'est manifestée au sujet d'une proposition de nouvelles règles de sûreté pour les centrales, à savoir qu'il ne devrait pas y avoir d'accident exigeant un plan d'intervention hors site. Cette disposition poserait de sérieux problèmes au cas où l'on veuille l'appliquer rétroactivement à des centrales en exploitation. De l'avis général, il y a tout intérêt à continuer à prouver que l'exploitation des centrales actuelles est sûre et productive afin de conserver la confiance du public.

Responsabilité pour dommages nucléaires.

La discussion d'un mémoire commun AIEA/AEN a révélé le désaccord qui existe entre l'Est et l'Ouest en matière de responsabilité en cas d'accidents. Les participants des pays d'Europe orientale estiment que les fournisseurs devraient demeurer responsables du mauvais fonctionnement de leur matériel, tandis que ceux des pays occidentaux sont partisans d'une responsabilité limitée mais attribuée à l'exploitant de la centrale.

Ressources humaines et formation. La nécessité d'intéresser et de former davantage de personnel qualifié a été notée, non sans préoccupation. Là encore, la plupart des participants ont considéré que la façon dont le public perçoit l'avenir du nucléaire était indirectement la cause du manque d'intérêt pour les études nucléaires au niveau secondaire et universitaire. De même, la contraction et la diversification des établissements de recherche nucléaire appliquée sont jugées responsables de la sérieuse réduction des effectifs du personnel qualifié, lesquels demanderont des années pour se reconstituer. Les gouvernements ont été instamment priés de prendre sans tarder des mesures en vue d'inverser cette tendance, s'ils souhaitent préserver l'option nucléaire.

Situation complexe

L'intérêt que suscite l'énergie d'origine nucléaire va croissant, de même que la demande, mais d'une façon peu homogène. Dans son discours de clôture, M. Boris Semenov, directeur général adjoint de l'AIEA chargé du Département de l'énergie et de la sûreté nucléaires, a pris note du consensus de la conférence sur la viabilité durable de l'option nucléaire et a rappelé que nombreux sont les pays où elle est préférée, car sa technologie est éprouvée, économiquement compétitive et saine pour l'environnement. Il a fait observer, cependant, que son expansion exigeait un certain nombre de conditions préalables, notamment la sûreté et la fiabilité de l'exploitation des centrales en service, la nécessité de résoudre de façon convaincante les problèmes du stockage et de l'évacuation des déchets, et la fiabilité des procédures d'homologation. Ces conditions, ainsi qu'une politique gouvernementale cohérente et favorable, sont nécessaires pour que le public accepte plus volontiers l'énergie d'origine nucléaire, acceptation qui, selon lui, est probablement la considération majeure.

Il mentionna pour conclure que toutes ces conditions ne peuvent être réunies d'emblée. Il n'en reste pas moins qu'il faut prendre des mesures sans tarder pour soutenir l'option nucléaire, afin de satisfaire au mieux la demande d'électricité dans le monde et de protéger l'environnement.