

ÉNERGIE

Un scénario évolutif

NUCLÉAIRE

Mohamed ElBaradei

Ces deux dernières années, l'AIEA s'est souvent trouvée dans la lumière des projecteurs – principalement en raison de notre rôle de « gendarme nucléaire » du monde, surnom que nous donnons parfois les journaux du soir. Ce regain de notoriété a permis aux gouvernements et au public d'apprécier la façon impartiale dont nous tentons de mener nos activités de vérification, ne nous fiant qu'à des faits concrets. Ce faisant, l'AIEA a acquis une réputation d'objectivité et d'indépendance. Nous appliquons le même principe à l'autre volet de notre mission de promotion de « l'atome au service de la paix », qui consiste à mettre les techniques nucléaires au service du développement économique et social.

On peut aussi exploiter l'énergie atomique pour satisfaire des besoins humains plus fondamentaux. L'une des satisfactions de ma vie professionnelle a été de constater qu'une panoplie croissante de techniques nucléaires et isotopiques pouvait aider à résoudre, notamment dans les pays en développement, d'importants problèmes, améliorant le rendement des cultures dans les zones arides, aidant à étudier la malnutrition infantile, facilitant la gestion de l'approvisionnement en eau, accroissant la productivité industrielle, éradiquant des ravageurs pathogènes, et résolvant nombre d'autres problèmes liés à la faim, à la pauvreté et à l'insuffisance des systèmes de santé.

L'application nucléaire pacifique la plus visible et, souvent, la plus controversée est la production d'électricité. C'est ce thème que j'aborde ci-après, d'un point de vue principalement européen.

Un tableau changeant

La situation de l'énergie nucléaire demeure très contrastée, mais certains signes donnent à penser qu'il pourrait bientôt se produire des changements.

À la fin de l'an dernier, on recensait dans le monde 440 centrales nucléaires en exploitation, qui produisaient, globalement, quelque 16% de l'électricité mondiale. Ce pourcentage est resté relativement stable pendant près de vingt ans, ce qui signifie que la production d'électricité d'origine nucléaire a crû à peu près au même rythme que la consommation mondiale d'électricité.

La production d'électricité d'origine nucléaire se concentre dans les pays développés. Plus de la moitié des réacteurs sont implantés en Amérique du Nord et en Europe occidentale, contre moins de 10% dans des pays en développement, alors que c'est probablement là qu'aura lieu, au cours de ce siècle, la croissance la plus importante de la demande d'énergie. Dans de nombreux pays développés, une importante partie de l'électricité provient de la fission nucléaire : 16% en Russie, 30% en Allemagne et 35% au Japon. En revanche, dans de vastes pays en développement tels que le Brésil, l'Inde et la Chine, les chiffres ne sont respectivement que de 4%, 3,7% et 1,4%.

Nouvelles constructions

Les perspectives d'expansion et de croissance de l'énergie nucléaire se situent principalement en Asie. Sur les 31 centrales en construction dans le monde, 18 le sont en Inde, au Japon,

en Corée du Sud et en Chine – y compris Taiwan. Vingt des 29 derniers réacteurs à être raccordés au réseau se situent également en Extrême-Orient et en Asie méridionale.

Ce rythme de construction est probablement plus soutenu que ne l'imaginent la plupart des européens, vu la faible croissance qu'a connue l'Ouest récemment. En Europe occidentale et en Amérique du Nord, la construction de centrales nucléaires est gelée, la dernière centrale ayant été construite à Civaux-2, en France, en 1999. Cela devrait inciter à se poser une question : avec si peu de nouvelles constructions, comment le nucléaire a-t-il pu se maintenir au niveau des autres sources d'énergie et conserver son rang dans la production d'électricité ?

Amélioration de la sûreté et accroissement de la disponibilité

Ce qui est intéressant, c'est que la réponse est directement liée à l'amélioration de la sûreté. L'accident de Tchernobyl, en 1986, a suscité la création de l'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANO) et révolutionné la démarche suivie par l'AIEA en matière de sûreté des centrales nucléaires. Par l'entremise de ces deux organisations, il a été créé des réseaux qui réalisent des examens menés par des confrères, comparent les pratiques de sûreté et échangent des données d'exploitation cruciales pour améliorer la sûreté. Il a en outre été procédé à une analyse plus systématique des risques afin que les changements apportés le soient dans des domaines qui confèrent une sûreté maximale.

Avec si peu de nouvelles constructions, comment le nucléaire a-t-il pu se maintenir au niveau des autres sources d'énergie et conserver son rang dans la production d'électricité ?

Bien que l'action menée au plan international ait principalement visé à améliorer la sûreté, elle a aussi eu pour effet d'accroître constamment la disponibilité et la productivité des centrales nucléaires. En 1990, les centrales nucléaires produisaient de l'électricité en moyenne 71% du temps. En 2002, ce chiffre était passé à 84%, soit un gain de productivité correspondant à l'ajout de plus de 34 nouvelles centrales nucléaires de 1000 mégawatts, cela pour un coût relativement faible.

De ce fait, les centrales nucléaires existantes bien gérées sont devenues de plus en plus précieuses. En effet, si les coûts initiaux d'une centrale nucléaire sont élevés, les coûts d'exploitation, en revanche, se sont stabilisés à un niveau relativement faible. Ces améliorations de la sûreté et de la productivité, qui n'ont pas fait l'objet d'une large publicité et n'ont pas encore fortement influencé l'opinion qu'a le public du nucléaire, n'en ont pas moins retenu l'attention des investisseurs. Elles ont fortement pesé sur la décision prise de proroger l'autorisation d'exploitation de centrales existantes,

comme aux États-Unis, où 19 centrales ont bénéficié, ces cinq dernières années, de prorogations de 20 ans.

Des changements en vue ?

Selon certains analystes, les arguments en faveur de la construction de nouvelles centrales nucléaires en Europe gagnent du terrain, cela pour plusieurs raisons.

Émissions de carbone

La première raison est la position claire adoptée par l'Europe pour limiter, au niveau mondial, les émissions de gaz à effet de serre et réduire les risques liés aux changements climatiques.

L'énergie nucléaire n'émet quasiment aucun gaz à effet de serre. La chaîne complète de l'énergie nucléaire, de l'extraction de l'uranium au stockage des déchets, y compris la construction des réacteurs et des installations, n'émet que 2 à 6 grammes de carbone par kilowattheure, soit environ autant que les énergies éolienne et solaire et deux fois moins que le charbon, le pétrole et même le gaz naturel. Si l'on fermait, dans le monde, les 440 centrales nucléaires et si on les remplaçait par une combinaison de sources non nucléaires, on obtiendrait une augmentation de 600 millions de tonnes de carbone par an. C'est environ deux fois le volume total que l'on devrait avoir évité en 2010 grâce au Protocole de Kyoto, sous réserve de la ratification russe.

Sécurité d'approvisionnement

Une seconde raison est l'accent placé actuellement, en Europe, sur la sécurité de l'approvisionnement énergétique. D'après le Livre blanc consacré à cette question, rien faire reviendrait à accroître la dépendance énergétique, qui passerait de 50% aujourd'hui à environ 70% en 2030. C'est une préoccupation analogue qui a incité, lors de la crise pétrolière des années 70, à investir dans le nucléaire, investissement qui contribue aujourd'hui grandement à la sécurité de l'approvisionnement énergétique de l'Europe. L'Europe n'a pas besoin, pour assurer cette sécurité, de vastes ressources en uranium. Elle s'appuie plutôt sur un registre varié de producteurs stables d'uranium et met à profit le faible espace de stockage requis pour disposer d'un approvisionnement durable.

Risque comparatif pour la santé publique

Et quid de la sûreté et de la santé publique ? L'énergie nucléaire ne peut avoir d'importantes conséquences pour la santé qu'en cas d'accident grave, ce qui ne s'est produit qu'une fois – à Tchernobyl – en raison de graves défauts de conception associés à de graves erreurs d'exploitation. Le réacteur de Tchernobyl était un réacteur à eau ordinaire modéré par graphite (RBMK), et il subsiste 15 réacteurs de ce type fonctionnant en Russie et deux en Lituanie, qu'il est prévu de fermer en 2005 et 2009, conformément aux accords d'adhésion. Grâce aux améliorations apportées depuis 1986, aucun de ces réacteurs ne présente le risque que présentait Tchernobyl, et l'on ne construit plus de RBMK.

Qui plus est, Tchernobyl n'est pas le prototype des nouvelles centrales nucléaires – européennes ou autres. Pour évaluer la performance des futures centrales, il vaudrait mieux prendre comme modèle le réacteur à eau sous pression (REP) européen, que TVO, en Finlande, vient de sélectionner pour

sa nouvelle centrale Olkiluoto-3. Ayant examiné les risques sanitaires liés à ces nouveaux modèles ou, à cet effet, le bilan de sûreté des centrales nucléaires mondiales au cours des dix dernières années d'exploitation, les analystes estiment que les risques liés au nucléaire sont parmi les plus faibles du secteur énergétique.

Faire un choix

Il est clair, cependant, qu'il n'existe pas, en matière de décisions relatives à l'énergie, de « taille unique ». Chaque pays ou région doit, lorsqu'il ou elle choisit sa stratégie énergétique, prendre en compte un ensemble de variables différent. L'Europe, par exemple, n'est pas confrontée à la fois à la pression démographique et aux besoins de développement économique de certaines régions d'Asie. Avec deux cinquièmes de la population mondiale, la Chine et l'Inde, en revanche, font face à une énorme demande d'énergie, suscitée par la nécessité de combattre la pauvreté et la faim.

Il est clair, cependant, qu'il n'existe pas, en matière de décisions relatives à l'énergie, de « taille unique ».
Chaque pays ou région doit, lorsqu'il ou elle choisit sa stratégie énergétique, prendre en compte un ensemble de variables différent.

Les choix énergétiques sont aussi fortement influencés par les perceptions du public, dont la perception du risque. Malgré les analyses évoquées ci-dessus et malgré toutes les mesures prises pour empêcher la survenue d'un accident nucléaire grave, un tel risque ne peut jamais être exclu, et le souvenir de Tchernobyl continue de peser lourdement, dans certains pays, sur les perceptions du public. En Autriche, par exemple, où je vis, le pays ne compte aucune centrale nucléaire, mais l'immense majorité de la population est opposée au nucléaire. La Finlande, par contre, possède une longue expérience positive du nucléaire et la majorité de la population continue de soutenir le développement de cette énergie. Dans d'autres pays, en revanche, tels l'Allemagne et la Suède, même lorsque l'expérience considérable du nucléaire n'a pas posé d'importants problèmes de sûreté, le sentiment antinucléaire a conduit le gouvernement à abandonner progressivement cette source d'énergie.

La façon dont les pays mettent en balance le risque d'accident nucléaire et d'autres facteurs tels que la pollution de l'air, le barrage des cours d'eau, les accidents d'extraction ou la dépendance énergétique est une question complexe qui peut légitimer un débat. À l'AIEA, nous nous efforçons de fournir les informations les plus objectives possibles afin d'aider les pays à prendre des décisions en matière d'approvisionnement énergétique, de faire clairement et objectivement comprendre les risques et les avantages des techniques nucléaires, et d'aider

les pays qui optent pour cette source d'énergie à exploiter leurs installations en toute sûreté et sécurité.

Viabilité future : les points essentiels

À l'heure où nous nous tournons vers l'avenir, il me semble essentiel, pour assurer la future viabilité de l'énergie nucléaire, de résoudre certains problèmes clés.

Gestion et stockage des déchets

Le principal défi consiste à élaborer des stratégies mondiales et nationales claires de gestion et de stockage du combustible usé et des déchets de haute activité. Ici, en Europe, le Parlement a approuvé, en janvier, un projet de résolution priant les États Membres de l'Union de présenter, d'ici à 2006, un programme précis de gestion et de stockage à long terme des déchets. Dans ce domaine, la Finlande a pris la tête ; en effet, le gouvernement et le parlement ont déjà ratifié, grâce à un solide soutien local, une décision de principe tendant à construire un dépôt de stockage définitif de déchets nucléaires dans une caverne proche des centrales nucléaires d'Olkiluoto. La Suède, de son côté, entame la dernière phase de son processus de sélection. L'AIEA a œuvré dur pour aider ses États Membres à élaborer des stratégies de gestion et de stockage des déchets et pour faciliter, dans ce domaine, la coopération internationale en matière de recherche et de démonstration.

Pour visualiser le problème des déchets, les analystes notent parfois que le combustible usé produit par tous les réacteurs de la planète en un an – même sans être traités en vue de leur réutilisation – tiendrait dans une structure de la taille d'un terrain de football et de 1,5 mètre de haut. Comparé aux 25 milliards de tonnes de déchets carboniques rejetés directement dans l'atmosphère chaque année par les combustibles fossiles, ce volume – 12 000 tonnes – semble relativement faible. Qui plus est, on est aujourd'hui parfaitement capable de stabiliser les déchets nucléaires sous la forme de verre ou de céramique, de les enrober dans des conteneurs résistants à la corrosion, puis de les confiner dans des formations géologiques. On s'emploie actuellement à mettre au point des systèmes à accélérateur qui réduiraient le volume et la radiotoxicité des déchets. On étudie également la possibilité de reprendre les déchets stockés dans les dépôts afin de profiter pleinement des futurs progrès technologiques.

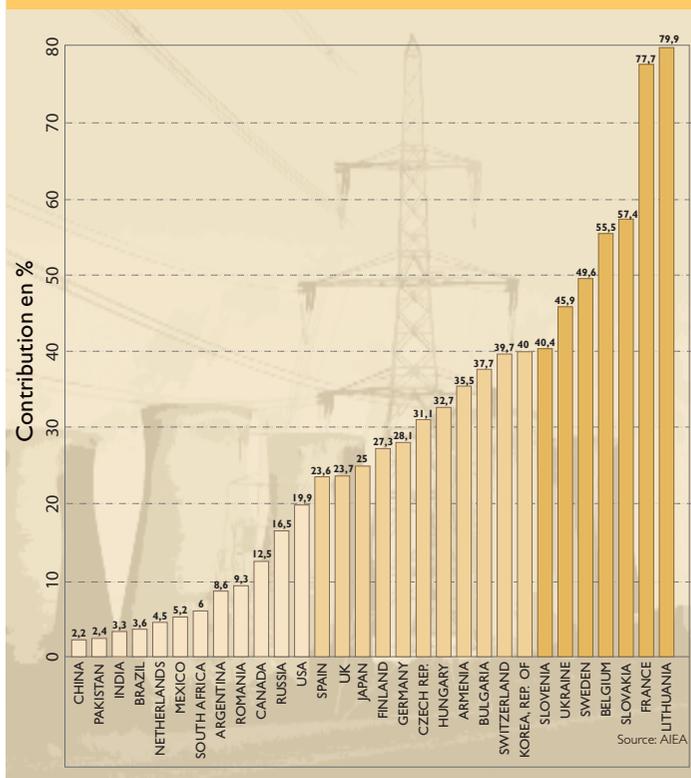
Quoi qu'il en soit, le public reste sceptique et le stockage des déchets nucléaires risque de rester controversé jusqu'à ce que les premiers dépôts en formations géologiques soient opérationnels et que les techniques de stockage aient pleinement fait leurs preuves.

Sûreté

Un deuxième problème clé tient à la sûreté. Comme je l'ai déjà mentionné, la création de solides réseaux internationaux au cours des deux dernières décennies s'est révélée payante, et je suis persuadé que la sûreté nucléaire s'est considérablement améliorée. Nous ne devons pas, pour autant, nous reposer sur nos lauriers. Des lacunes subsistent en effet : il reste à mettre à niveau certaines installations de conception ancienne ou à prendre des mesures compensatrices pour assurer un niveau

CONTRIBUTION DU NUCLÉAIRE À LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

MONDE ENTIER, 2003



de sûreté acceptable. Nous tâchons également de cerner les problèmes ayant des causes similaires afin de prévenir la survenue d'événements récurrents et d'incorporer les enseignements tirés dans une centrale dans la pratique opérationnelle de toutes les autres installations nucléaires concernées.

Je tiens à souligner qu'indépendamment des choix énergétiques faits par les pays ou par les régions, il importe que tous veillent à faire appliquer des normes de sûreté rigoureuses dans les installations nucléaires du monde entier. La sûreté nucléaire est l'affaire de tous et doit rester une priorité mondiale.

Sécurité nucléaire

Le troisième problème clé – la sécurité nucléaire – ne surprendra personne. Les attentats terroristes perpétrés aux États-Unis en septembre 2001 ont naturellement conduit à réévaluer la sécurité de chaque secteur industriel, y compris le secteur nucléaire. Les activités nationales et internationales de sécurité nucléaire se sont largement développées, tant en portée qu'en volume. Ces deux dernières années, l'AIEA a œuvré sur chaque continent pour aider les pays à mieux contrôler leurs matières nucléaires et sources de rayonnements, à protéger leurs installations nucléaires et à renforcer leurs contrôles frontaliers. Là aussi, la communauté internationale accompli d'importants progrès. Beaucoup reste à faire, mais les installations nucléaires du monde entier ont renforcé leurs forces de sécurité, ajouté des barrières de protection et pris d'autres mesures proportionnées aux risques et vulnérabilités actuels.

On a beaucoup parlé des risques encourus par les centrales nucléaires. Or, si l'industrie nucléaire a agi promptement pour résoudre ses problèmes de sécurité, il ne faut pas oublier la vulnérabilité d'autres secteurs industriels ou commerciaux, où des attentats terroristes pourraient avoir des effets tout aussi dévastateurs.

Non-prolifération nucléaire

Il est un autre problème, apparenté mais distinct : celui de la prévention de la prolifération des armes nucléaires. Je tiens à préciser d'emblée qu'à notre connaissance, aucune matière nucléaire soumise aux garanties de l'AIEA – qu'elle provienne de réacteurs de puissance ou d'autres sources – n'a jamais été détournée à des fins militaires.

Comme l'ont montré de récents événements, cependant, le régime de non-prolifération est soumis à des pressions croissantes. Cela transparaît dans l'échec du régime de contrôle des exportations, dont témoigne la récente découverte d'un marché noir de matières et d'équipements nucléaires. Cela s'observe également dans la dangereuse propagation des techniques du cycle du combustible. En vertu du régime de non-prolifération actuel, il n'y a rien d'illicite à ce qu'un État non doté de l'arme nucléaire dispose de techniques d'enrichissement ou de retraitement ou possède des matières nucléaires de qualité militaire. Si un État disposant d'un cycle du combustible pleinement développé et d'une infrastructure hautement industrielle décidait, pour quelque raison que ce soit, de rompre les engagements qu'il a contractés en matière de non-prolifération, il pourrait, selon la plupart des experts, produire une arme nucléaire en quelques mois.

Face à ces vulnérabilités, j'ai récemment proposé de placer sous contrôle multinational, peut-être dans un nombre limité de centres régionaux, les éléments du cycle du combustible nucléaire les plus exposés à la prolifération, à savoir la production de nouveau combustible, la fabrication de matières de qualité militaire et le stockage du combustible usé et des déchets radioactifs. Des contrôles et des bilans seraient effectués pour à la fois préserver la compétitivité commerciale, empêcher la propagation de techniques sensibles et garantir l'approvisionnement des usagers légitimes. J'ai aussi récemment proposé de revoir le régime de contrôle des exportations afin de resserrer les contrôles pour mondialiser le régime et le rendre contraignant. Enfin, j'ai préconisé de transformer en norme mondiale les règles les plus amples de vérification applicables en vertu du « protocole additionnel » afin d'aider l'AIEA à détecter les activités nucléaires non déclarées.

Selon moi, une telle approche multinationale pourrait améliorer la situation en ce qui concerne les coûts, la sûreté, la sécurité et la non-prolifération.

Innovation technologique et politique

Le dernier défi a trait à l'innovation : il faut encourager la mise au point de nouvelles techniques relatives aux réacteurs et au cycle du combustible. Pour réussir, ces nouvelles techniques devront tenir compte des préoccupations liées à la sûreté nucléaire, à la prolifération et à la production de déchets, et pouvoir produire de l'électricité à un prix compétitif. D'un point de vue technique, il faudra utiliser davantage d'éléments

de sûreté passive, renforcer le contrôle des matières nucléaires par de nouvelles configurations du combustible, et mettre au point des systèmes qui réduisent les délais de construction et les coûts d'exploitation. L'innovation, enfin, ne doit pas être uniquement technique : il faut mettre en place des stratégies qui intègrent des calendriers de construction fiables, des procédures d'examen des autorisations et d'autres facteurs ayant une incidence sur les coûts et sur la confiance des consommateurs.

Compte tenu de l'évolution du marché, nous accordons une attention particulière aux petits et moyens réacteurs, qui permettent un investissement plus progressif, correspondent mieux à la capacité du réseau des pays en développement et s'adaptent plus facilement à divers contextes et applications industriels tels que le chauffage urbain, le dessalement d'eau de mer ou la fabrication de combustibles chimiques. Une vingtaine d'États Membres de l'AIEA participent actuellement à l'élaboration de concepts innovants de réacteur et de cycle du combustible. L'Agence encourage l'innovation par l'entremise de son Projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants (INPRO) et collabore également, dans ce domaine, avec d'autres projets nationaux et internationaux.

Des décisions à venir

Pour conclure, je voudrais souligner que la « pause » actuelle que connaît l'énergie nucléaire en Europe touchera bientôt à sa fin. Dans un avenir proche, l'Europe va devoir prendre, en matière d'énergie, d'importantes décisions. Avec un nombre croissant de centrales nucléaires en fin de durée de vie nominale, l'Europe va devoir décider comment remplacer ses centrales retirées du service.

Ces décisions dépendront, dans une certaine mesure, des orientations retenues : exploration, par exemple, des ressources en charbon et en gaz naturel disponibles, amélioration de la performance et du coût des sources renouvelables, ou recours accru aux importations. Ce qui est sûr, c'est que la seule option de base disponible aujourd'hui, si l'on veut émettre aussi peu de carbone que le nucléaire, est l'hydroélectricité. Or, le potentiel de développement de cette dernière est quelque peu limité en Europe.

Au bout du compte, que la décision soit de déclasser les centrales, de prolonger leur durée de vie ou de construire la prochaine génération de centrales nucléaires européennes, l'AIEA sera là pour aider à garantir la sûreté et la sécurité de l'approvisionnement énergétique.

M. ElBaradei (Official.mail@iaea.org) est directeur général de l'AIEA. Le présent article s'inspire d'un discours prononcé à la Conférence du Parlement européen sur les choix énergétiques de l'Europe (Bruxelles, mai 2004).

En juin 2004, l'AIEA a lancé une campagne de presse mondiale sur l'avenir du nucléaire. Pour de plus amples renseignements : www.iaea.org.