

# **ÉNERGIE NUCLÉAIRE : PRÉPARER L'AVENIR**

**Conférence ministérielle internationale  
« L'énergie nucléaire pour le XXI<sup>e</sup> siècle »  
Paris, 21 mars 2005**

**Mohamed ElBaradei  
Directeur général**

*(Traduction française du discours prononcé par M. ElBaradei en anglais, réalisée par le  
Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie)*

**AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE**

## **ÉNERGIE NUCLÉAIRE : PRÉPARER L'AVENIR**

Je suis très heureux d'intervenir à l'occasion de cette conférence sur l'énergie nucléaire pour le XXI<sup>e</sup> siècle. Aujourd'hui, je vais aborder certains aspects des perspectives mondiales, en pleine évolution, pour l'électronucléaire. Tous les indicateurs montrent que des questions telles que la forte croissance de la demande énergétique, la sécurité de l'approvisionnement en énergie et le risque de changement climatique sont de plus en plus au centre des préoccupations, ce qui incite certains milieux à réfléchir à l'opportunité d'accroître les investissements dans l'électronucléaire.

Les décisions qui seront prises à l'issue de ce débat auront des implications à long terme et nécessitent une programmation sur plusieurs décennies au moins. Ce matin, je voudrais examiner brièvement la situation actuelle et insister plus particulièrement sur les facteurs qui, à mon avis, détermineront dans une large mesure la part de l'électronucléaire dans le futur bouquet énergétique mondial.

### **LE DÉSÉQUILIBRE ÉNERGÉTIQUE MONDIAL**

Dans un premier temps, je souhaiterais replacer ces questions dans leur contexte, à savoir le déséquilibre énergétique mondial que l'on peut observer aujourd'hui. Un récent voyage au Ghana et au Nigeria m'en a fait une nouvelle fois prendre conscience. Au Ghana, la consommation d'électricité annuelle par habitant ne s'élève qu'à 300 kW/h environ. Au Nigeria, elle est plus proche de 70 kW/h, ce qui équivaut à une disponibilité moyenne de 8 W (moins que la consommation d'une ampoule électrique ordinaire) pour chaque citoyen nigérian. En comparaison, la France consomme plus de 7 300 kW/h par an et par habitant, soit un rapport de 1 à 100.

La disponibilité inégale de l'énergie dans les pays développés et dans les pays en développement a des incidences majeures. Si l'on songe aux objectifs du millénaire pour le développement qui ont été proposés il y a tout juste cinq ans, tels que l'éradication de l'extrême pauvreté et de la faim, l'accès à l'eau potable pour tous et l'amélioration des soins de santé, on ne peut que se rendre à l'évidence : la capacité de la communauté internationale à atteindre ces objectifs dépendra en grande partie de la disponibilité de l'énergie en général et de l'électricité en particulier.

Il existe une corrélation directe entre la diversité des situations en matière d'approvisionnement énergétique et les disparités de niveaux de vie, lesquelles entraînent à leur tour une inégalité des chances et des perspectives d'avenir et conduisent, selon mon analyse, au climat de désespoir et d'insécurité à l'origine des tensions qui agitent de nombreuses régions du monde en développement. Ici, à Paris, dans la « Ville Lumière », on aurait tendance à oublier qu'à travers le monde, environ 1,6 milliard de personnes, selon les estimations, n'ont pas accès aux services énergétiques modernes. Toutefois, à l'orée de ce nouveau siècle, le progrès implique d'abord de raccorder au réseau ceux qui ne le sont pas.

### **FORTE CROISSANCE ATTENDUE DE LA DEMANDE D'ÉNERGIE**

Dans ce contexte, tout débat sur le secteur énergétique au XXI<sup>e</sup> siècle doit commencer par prendre acte de la forte croissance de la demande d'énergie attendue dans les décennies à venir. Cette anticipation repose sur trois facteurs : l'aspiration à une amélioration des niveaux de vie dans les pays en développement, à laquelle j'ai déjà fait allusion, l'accroissement continu de la population et la multiplication des produits de consommation et des technologies qui, certes, améliorent la qualité de la vie mais sont aussi plus gourmands en énergie.

Laissez-moi illustrer mon propos : si le monde en développement rattrapait le taux de consommation énergétique mondial moyen (équivalent environ à la moitié du taux de consommation observé dans les pays d'Europe de l'Est), cela se traduirait par une augmentation nette de 35 % de la consommation mondiale d'énergie. Si l'on tient compte de l'accroissement de la population prévu d'ici 2020, cette augmentation serait même de 60 %. Il n'est donc pas surprenant que les estimations les plus prudentes prévoient au minimum une multiplication par deux de la consommation d'énergie d'ici 2050.

### **SITUATION ACTUELLE : UN INTÉRÊT CROISSANT POUR L'ÉLECTRONUCLÉAIRE**

Il est bien sûr difficile de déterminer quel rôle l'électronucléaire sera amené à jouer pour faire face à cette augmentation de la demande. Reste que si les perspectives actuelles sont toujours mitigées, il est incontestable que les espoirs placés dans l'électronucléaire vont croissant. La Chine envisage ainsi de faire passer sa capacité totale de production d'électricité nucléaire de 6,5 GW à 36 GW d'ici à 2020. L'Inde prévoit de décupler la capacité de son parc nucléaire d'ici 2022 et de la centupler d'ici à 2050. La Fédération de Russie compte passer d'une production de 22 GW à une production comprise entre 40 et 45 GW d'ici à 2020.

Ailleurs, les projets sont plus modestes mais il n'en reste pas moins évident que la filière électronucléaire est de nouveau envisagée comme une option sérieuse. Le démarrage de la construction du réacteur Olkiluoto-3 en Finlande, vers la fin de l'année, marquera la première construction de centrale nucléaire en Europe de l'Ouest depuis 1991. Par ailleurs, Électricité de France a récemment choisi Flamanville comme site d'un réacteur EPR, dont la construction devrait débuter en 2007.

*Une disponibilité améliorée, une sûreté accrue, une performance économique en progression*

L'accroissement des capacités de production d'électricité nucléaire au cours de la dernière décennie est attribué pour une large part non pas à la construction de nouvelles centrales mais à l'amélioration de la disponibilité des centrales existantes, que l'on doit directement aux progrès réalisés en termes de sûreté à travers le monde. Il est important de comprendre cette tendance pour bien appréhender la situation actuelle.

L'accident de Tchernobyl, en 1986, a conduit à la création de l'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANO) et bouleversé l'approche de l'AIEA en matière de sûreté des installations. Les deux organismes ont constitué des réseaux en vue d'effectuer des examens par les pairs, comparer les pratiques et échanger des données d'exploitation essentielles pour l'amélioration de la sûreté. L'AIEA a actualisé ses normes de sûreté afin de refléter les meilleures pratiques du secteur et instauré des normes contraignantes sous la forme de conventions internationales de sûreté. En outre, une analyse plus systématique des risques a été instaurée pour garantir que les modifications apportées l'étaient dans les domaines où le gain, en termes de sûreté, serait optimal.

Bien que ces initiatives internationales aient été axées sur l'amélioration de la sûreté, indirectement, elles ont aussi permis un accroissement continu de la disponibilité et de la productivité des installations nucléaires, même s'il est vrai que ces dernières ont également été favorisées par l'optimisation de la gestion et de la maintenance préventive ainsi que par les progrès techniques. Au final, les installations nucléaires d'ores et déjà exploitées de manière rationnelle ont encore acquis de la valeur. Si l'investissement initial dans une centrale nucléaire reste élevé, les coûts d'exploitation sont désormais relativement faibles et stables. Ces progrès en matière de sûreté et de performance économique ont été déterminants dans la décision de prolonger les autorisations des centrales situées aux États-Unis et ailleurs et suscitent un regain d'intérêt pour la construction de nouvelles centrales.

Toutefois, il est évident que tous les pays ne sont pas d'avis que l'amélioration de la performance économique et de la sûreté justifie une relance de l'électronucléaire. Ici même, en Europe de l'Ouest, quatre pays ont adopté des politiques de sortie du nucléaire, tandis que d'autres se sont prononcés contre le recours à cette forme d'énergie. La construction de nouvelles centrales nucléaires reste la solution la plus intéressante dans les pays et les régions où la demande énergétique connaît une forte croissance, où les ressources alternatives sont limitées, où la sécurité d'approvisionnement en énergie est une priorité et où la contribution de l'électronucléaire à la réduction de la pollution atmosphérique et des émissions de gaz à effet de serre est importante.

## **QUESTIONS CRUCIALES POUR L'AVENIR**

Globalement, la situation actuelle de l'électronucléaire demeure mitigée, et les projections concernant son avenir sont extrêmement variables selon les hypothèses retenues. Selon moi, l'intérêt principal de ces projections est de mettre en lumière les facteurs qui influenceront l'avenir de l'électronucléaire. Je souhaiterais examiner quelques-uns de ces facteurs.

### ***Émissions de carbone et croissance de la demande***

Premier facteur : la priorité plus ou moins grande que la communauté internationale continuera d'accorder à la limitation des émissions de gaz à effet de serre et à la réduction du risque de changement climatique. Le recours massif aux combustibles fossiles pour faire face à la croissance prévue de la demande énergétique, que j'ai déjà évoquée, pourrait avoir des incidences extrêmement négatives sur l'environnement.

L'électronucléaire ne produit quasiment pas de gaz à effet de serre. La filière complète de production d'électricité nucléaire, de l'extraction de l'uranium au stockage définitif des déchets, en passant par la construction des réacteurs et des installations, ne rejette que 2 à 6 grammes d'équivalent carbone par kilowattheure. Cette valeur est à peu près similaire à celle des énergies solaire et éolienne et est inférieure de un à deux ordres de grandeur à celles qui sont enregistrées pour le charbon, le pétrole et le gaz naturel. A l'échelle mondiale, si les centrales nucléaires actuellement en service étaient fermées et remplacées par un panache de sources d'énergie non nucléaires, dans les mêmes proportions qu'aujourd'hui, les émissions annuelles de carbone augmenteraient de 600 millions de tonnes, soit environ le double des émissions qui devraient être évitées grâce au Protocole de Kyoto à l'horizon 2010.

L'électronucléaire ne devrait pas être considéré comme un concurrent des sources d'énergie dites renouvelables, comme l'éolien, le solaire et les centrales géothermiques. Mais le problème, c'est qu'aucune source d'énergie «renouvelable » n'a démontré sa capacité à fournir, en base, une quantité d'énergie suffisante pour pouvoir prétendre se substituer aux grandes centrales fonctionnant avec des combustibles fossiles.

### ***Sécurité d'approvisionnement***

Deuxième facteur : la priorité accordée par plusieurs pays à la sécurité de l'approvisionnement énergétique. Le Livre vert de janvier 2004 sur la sécurité de l'approvisionnement énergétique de l'Europe a estimé que, si rien n'était fait, la dépendance vis-à-vis de l'énergie importée passerait des 50 % actuels à 70 % d'ici à 2030. C'est une préoccupation du même ordre qui a conduit l'Europe et l'Amérique du Nord à investir dans l'électronucléaire lors de la crise pétrolière des années 70. L'abondance de ressources en uranium dans un pays ou une région donnée ne constitue nullement une pré-condition pour s'assurer de la sécurité d'approvisionnement en énergie nucléaire, étant donné la diversité des producteurs stables d'uranium à travers le monde et la faible quantité d'espace requise pour le stockage de réserves de long terme en combustible nucléaire.

### ***Influence des perceptions et des idées fausses de l'opinion publique sur les choix nationaux***

Troisième facteur : l'influence exercée sur les choix énergétiques d'un pays par les perceptions de l'opinion publique, notamment quant aux risques. Depuis longtemps, l'électronucléaire suscite des sentiments d'inquiétude et des préoccupations concernant la sûreté et les déchets. L'accident tragique de Tchernobyl en 1986 a porté un rude coup à la réputation de la filière, dont elle ne s'est jamais complètement relevée. Les médias et l'opinion publique ont eu tendance à faire l'amalgame entre les caractéristiques de conception du réacteur de Tchernobyl et celles des centaines d'autres types de réacteurs en exploitation dans le monde. Pour notre part, nous avons insuffisamment communiqué sur la vaste panoplie de mesures mises en place depuis Tchernobyl pour empêcher qu'un autre accident nucléaire grave ne se produise.

Il importe que les acteurs du nucléaire fassent tout ce qu'il est possible de faire pour mettre à disposition des informations intelligibles et précises sur le sujet afin de garantir que les risques et les avantages de la technologie nucléaire soient clairement perçus, sans partis pris. Dans ce cadre, l'AEIA effectue des évaluations comparatives de la situation de ses États membres dans le domaine de l'énergie et s'efforce de développer leurs capacités en matière d'analyse et de planification énergétiques.

### ***Capacité de répondre aux préoccupations fondamentales en matière de sûreté, de stockage des déchets et de sécurité***

Autre facteur extrêmement important, et sur lequel les acteurs du nucléaire ont une certaine prise : la capacité de l'industrie nucléaire à répondre aux principales préoccupations suscitées par cette forme d'énergie, à savoir la sûreté, le stockage des déchets et, plus récemment, la sécurité.

#### ***Sûreté nucléaire***

Ainsi que je l'ai déjà indiqué, le développement de solides réseaux internationaux en matière de sûreté nucléaire au cours des deux dernières décennies a porté ses fruits, et j'affirme sans hésiter que la sûreté nucléaire s'est améliorée de manière significative. Mais nous ne pouvons nous endormir sur nos lauriers. Au moment où la technologie nucléaire s'étend à de nouveaux pays, où de nouvelles conceptions de réacteurs sont élaborées et mises en œuvre et où les autorisations de centrales existantes sont prolongées, il est essentiel que les normes de sûreté, les pratiques d'exploitation et la surveillance réglementaire actuelles soient adaptées – et, dans certains cas, rendues plus exigeantes – afin de garantir le maintien de niveaux de sûreté suffisants.

#### ***Gestion et stockage définitif du combustible nucléaire usé***

En termes de mise en œuvre effective, la gestion et le stockage définitif du combustible nucléaire usé continuent de représenter un véritable défi pour le secteur nucléaire. Si l'on compare le volume réel de combustibles nucléaires usés produit chaque année dans le monde – 12 000 tonnes – aux 25 *milliards* de tonnes de déchets de carbone, provenant des combustibles fossiles, rejetés directement dans l'atmosphère chaque année, le volume de déchets nucléaires paraît relativement modeste. Par ailleurs, la plupart des obstacles technologiques au stockage définitif ou au retraitement du combustible usé sont d'ores et déjà levés. Malgré cela, il y a tout lieu de s'attendre que l'opinion publique reste sceptique – et que la question du stockage des déchets nucléaires reste controversée – tant que les premiers dépôts géologiques ne seront pas entrés en exploitation et que les technologies de stockage n'auront pas fait la pleine démonstration de leur efficacité.

À cet égard, les progrès les plus significatifs en matière de stockage géologique profond ont été réalisés par la Finlande, la Suède et les États-Unis. Le gouvernement et le parlement finlandais ont donné leur aval à la décision « de principe » de construire un site de stockage définitif du combustible usé près d'Olkiluoto. La construction devrait débuter en 2011 et la mise en service intervenir en 2020. Aux États-Unis, le Président et le Congrès ont approuvé en 2002 le choix du site de stockage de Yucca Mountain, dont l'entrée en fonction est prévue aux alentours de 2012.

Je préconise depuis un certain temps de réfléchir à une approche multinationale de la gestion et du stockage du combustible usé. En effet, plus de 50 pays ont du combustible nucléaire usé (y compris du combustible provenant de réacteurs de recherche) entreposé sur des sites provisoires, en attente de stockage ou de retraitement. Tous les pays ne disposent pas de la configuration géologique adéquate pour stocker des déchets dans le sous-sol et, pour de nombreux pays disposant de programmes électronucléaires de faible envergure, les coûts de ces installations seraient prohibitifs.

#### *Sécurité nucléaire*

La question de la sécurité nucléaire a elle aussi gagné en importance au cours de ces dernières années. Les attentats terroristes de septembre 2001 aux États-Unis ont logiquement entraîné une réévaluation de la sécurité dans tous les secteurs industriels, dont celui de l'électronucléaire. L'étendue et le volume des activités relevant de la sécurité nucléaire, que ce soit au niveau national ou international, se sont considérablement développés ; depuis deux ans, le personnel de l'AIEA s'emploie sur chaque continent à aider les pays à mieux contrôler leurs matières nucléaires et leurs sources de rayonnements, protéger leurs installations nucléaires et renforcer leurs contrôles aux frontières. Dans ce domaine également, la communauté internationale réalise des progrès satisfaisants. Même si beaucoup reste à faire, les installations nucléaires du monde entier ont renforcé leurs équipes de sécurité, ajouté des barrières de protection et pris d'autres mesures à la hauteur des risques et des vulnérabilités actuels en matière de sécurité.

#### *Innovations en matière de technologie et de politique énergétique*

Enfin, ne l'oublions pas, la part future du nucléaire dans le bouquet énergétique mondial dépendra pour beaucoup des innovations, en l'occurrence de la mise au point de nouvelles conceptions de réacteur et de nouvelles technologies du cycle du combustible. Afin d'être couronnées de succès, ces technologies innovantes devront répondre aux préoccupations liées à la sûreté nucléaire, à la prolifération et à la production de déchets, tout en permettant de produire de l'électricité à des prix compétitifs.

Les réacteurs de faible ou moyenne puissance permettent d'étaler davantage dans le temps les investissements, et sont mieux adaptés à la capacité du réseau dans les pays en développement, ainsi qu'aux différentes applications (chauffage urbain et dessalement d'eau de mer, par exemple) et aux différents contextes industriels. Ces réacteurs présentent un intérêt tout particulier pour un grand nombre de nos États membres situés dans le monde en développement, et ont pour cette raison toujours constitué un axe important des travaux de notre agence.

Plusieurs projets sont en passe d'être mis en œuvre un peu partout dans le monde. La Fédération de Russie dispose d'ores et déjà d'un concept ayant reçu une autorisation et prêt à être construit : le KLT-40, réacteur flottant de 60 MW pouvant être transporté par barge, tire parti de l'expérience acquise par la Russie en matière de brise-glace à propulsion nucléaire et de sous-marins nucléaires, et peut également être utilisé pour le chauffage urbain. La République de Corée a décidé de construire d'ici à 2008 un pilote de démonstration, à l'échelle 1:5, de son réacteur à eau sous pression SMART d'une puissance de 330 MW, comprenant également une démonstration de l'unité de dessalement. Par ailleurs, l'Afrique du Sud a récemment approuvé le financement initial nécessaire au développement d'une unité de démonstration du réacteur modulaire à lit de boulets (PBMR) de 168 MW refroidi au gaz, dont la mise en service est prévue aux alentours de 2010.

## **CONCLUSION**

S'il est difficile de prédire avec certitude ce que le XXI<sup>e</sup> siècle réserve à l'électronucléaire, il est en revanche assez aisé de cerner les facteurs qui auront une influence sur son avenir. J'espère que nous aurons l'occasion, au cours de cette conférence, de réfléchir à la façon dont chacun de ces facteurs doit être traité afin de faire en sorte que l'énergie nucléaire demeure pour longtemps une source d'énergie sûre et respectueuse de l'environnement.