OBJECTIF: SÛRETÉ

ANNICK CARNINO ET FRIEDRICH NIEHAUS

Les planificateurs et décideurs d'aujourd'hui qui évaluent les différentes options énergétiques doivent examiner des questions complexes et difficiles, notamment en ce qui concerne la production d'électricité. Plusieurs facteurs entrent en ligne de compte. Ces facteurs sont liés à la chaîne totale du combustible de chaque source d'énergie, y compris ses caractéristiques techniques et économiques et ses effets sur la santé et sur l'environnement. Les coûts, s'ils demeurent un facteur clé, doivent être mesurés de façon comparative. Ce fait, de même que le besoin qu'ont de nombreux pays de définir leurs programmes énergétiques et électriques de façon durable, a suscité un intérêt croissant pour l'évaluation comparative des différentes options en matière de production d'électricité, notamment des points de vue de l'environnement et de la santé humaine.

C'est pourquoi l'AIEA a appuyé, dans ce domaine, diverses activités (*voir encadré*) qui avaient pour objectif de proposer des niveaux de référence et des méthodes cohérentes pour l'évaluation de la sûreté du nucléaire, des rayonnements et des déchets; d'encourager le recours aux instruments quantitatifs; et de centraliser les informations, y compris sur les méthodes d'évaluation et de comparaison.

Des progrès ont été accomplis dans les deux domaines, même s'il demeure quelques problèmes

difficiles dont témoignent plusieurs articles du présent numéro du *Bulletin*. L'AIEA s'efforce, en collaboration avec ses États membres et avec des partenaires internationaux, de constituer une solide base factuelle sur laquelle les planificateurs et décideurs puissent s'appuyer pour opérer leurs choix en matière d'énergie.

Dans tout développement technologique, l'objectif de la sûreté est de protéger de façon satisfaisante les individus et la société contre les risques connexes. Néanmoins, malgré toutes les précautions prises, les risques – aussi faibles soient-ils – liés aux macrotechnologies ne peuvent être ramenés à zéro. Bien qu'il soit possible de ramener les risques en dessous d'objectifs de sûreté donnés, le coût marginal de cette atténuation augmente généralement de façon exponentielle pour aboutir à une mauvaise affectation, voire à un gaspillage de ressources financières et humaines limitées nécessaires par ailleurs.

Face à cette situation, il est nécessaire de quantifier les risques résiduels des technologies, en particulier ceux liés à la production d'électricité. Le but est de les comparer objectivement les uns avec les autres ou avec des risques naturels pour obtenir une valeur de référence. Bien évidemment, tous les aspects ne peuvent pas être quantifiés et il existe, dans certains domaines, d'importantes incertitudes.

Dans ce contexte, l'AIEA s'est notamment employée, compte

tenu de son mandat international, à étudier les questions liées à la sûreté du nucléaire, des rayonnements et des déchets. En 1992, le Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) – organe d'experts conseillant le directeur général de l'AIEA – a publié *The Safety of Nuclear Power*, rapport qui incluait dans l'examen des chaînes totales du combustible les risques relatifs de la production d'électricité pour la santé. Les informations quantitatives contenues dans ce rapport ont favorisé la transparence et la compréhension de l'évaluation comparative des risques.

NIVEAUX DE RÉFÉRENCE ET MÉTHODES

Les informations comparatives ont notamment servi à fixer des valeurs planchers pour la probabilité d'occurrence d'accidents graves dans les centrales nucléaires. L'INSAG, dans un rapport de 1988 (*Basic Principles for Nuclear Power Plants*) a formulé l'objectif de sûreté technique de la façon suivante: "prévenir, avec un niveau de confiance élevé, les accidents dans les centrales nucléaires; faire en sorte que pour tous les accidents pris en compte dans la conception de la centrale, même ceux ayant une très faible probabilité, les conséquences

Mme Carnino est directrice de la Division de la sûreté des installations nucléaires de l'AIEA et M. Niehaus est chef de la Section d'évaluation de la sûreté de cette Division.

radiologiques en cas d'accident soient minimales; et faire en sorte que la probabilité d'accident grave ayant de graves conséquences radiologiques soit extrêmement faible".

Dans l'industrie nucléaire, on s'efforce d'atteindre cet objectif en envisageant divers types d'accident et en équipant les centrales nucléaires de dispositifs de sécurité destinés à prévenir ces accidents et à y faire face. L'objectif de l'INSAG consistant à assurer des conséquences radiologiques "minimales" en cas d'accident grave pose davantage de problèmes. Plusieurs États membres de l'AIEA ont recherché des réponses en utilisant les résultats d'évaluations comparatives des risques (voir article page 25). Certains ne l'ont fait que pour les centrales nucléaires, d'autres ont envisagé l'ensemble des industries potentiellement dangereuses.

OBJECTIFS DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES

En 1992, l'AIEA a publié, dans le n° 106 de sa Collection Sécurité, des objectifs probabilistes de sûreté pour les centrales nucléaires. Ces objectifs se fondaient sur les travaux menés dans les États membres de l'Agence. Si les méthodes appliquées actuellement dans les pays différents parfois dans leur formulation rationnelle et mathématique, elles sont généralement proches des objectifs publiés par l'INSAG en 1988: "*L'objectif de sûreté technique, pour les centrales nucléaires existantes, est une probabilité d'occurrence de dommages graves causés au cœur inférieure à 10^{-4} événements par année d'exploitation. L'application, dans les futures centrales, de tous les principes de sûreté devrait permettre*

d'atteindre, comme objectif amélioré, une probabilité maximale d'environ 10^{-5} événements par année d'exploitation. Les mesures de gestion et d'atténuation des accidents graves devraient permettre de réduire d'au moins dix fois la probabilité d'émissions importantes hors site nécessitant une intervention hors site rapide".

L'utilisation de ces objectifs et de l'évaluation probabiliste de sûreté en général a été décrite avec plus de précision dans un rapport intitulé *Probabilistic Safety Assessment* publié par l'INSAG en 1992. Le rapport publié par l'INSAG en 1988 est en cours de révision.

CONSENSUS INTERNATIONAL

La recherche d'un accord international est parfois un processus très lourd. À ce jour, aucun consensus solide ne s'est dégagé en ce qui concerne des objectifs probabilistes de sûreté pour les centrales nucléaires. Les documents relatifs à la sûreté publiés par l'AIEA reflètent cette situation. Le rapport *The Safety of Nuclear Installations* (Notions fondamentales de sûreté, catégorie la plus élevée des normes de sûreté de l'AIEA) publié par l'Agence en 1993, par exemple, ne contient pas d'objectifs probabilistes dans le corps principal du texte (ce qui indiquerait un consensus entre les États membres), mais les présente en annexe sous un titre générique.

Des études plus poussées sur l'évaluation comparative des risques pourraient contribuer à dégager un consensus international plus solide sur des objectifs probabilistes. Il n'est peut-être pas très important, cependant, d'établir des comparaisons plus précises pour fixer des objectifs à ce stade. Il n'existe aucune relation mathématique stricte entre des

objectifs probabilistes et les résultats d'évaluations comparatives des risques. La fixation d'objectifs de risque (ou de sûreté) est une décision politique et l'évaluation comparative des risques est l'une des sources d'information permettant de choisir ces objectifs.

Compte tenu de l'incertitude des résultats des évaluations probabilistes de sûreté, la question reste de savoir comment démontrer le respect d'objectifs fixés. En outre, l'interprétation selon laquelle ces résultats représentent un *indicateur quantitatif de la robustesse technique d'une centrale* plutôt qu'une mesure de "risque" semble gagner du terrain chez les techniciens. Au niveau de la centrale, le risque peut être influencé par des facteurs qui sont difficiles à modéliser ou qui ne peuvent être inclus dans une évaluation probabiliste de sûreté. La gestion de la sûreté de la centrale, par exemple, ainsi que sa culture de sûreté générale contribuent grandement au niveau de sûreté global en opposant des obstacles supplémentaires à l'occurrence d'un accident. Ces éléments, cependant, ne se reflètent que partiellement dans les résultats des évaluations probabilistes de sûreté.

Actuellement, le débat tourne, dans le secteur nucléaire, autour de la conception des futurs réacteurs. Certains préconisent des réacteurs dotés de dispositifs de sécurité qui élimineraient pratiquement toute conséquence radiologique grave. D'autres préconisent une approche plus évolutive consistant à modifier les réacteurs pour atteindre des probabilités sans cesse décroissantes de dommages causés au cœur et de rejets radioactifs. L'évaluation comparative des risques, semble-t-il, ne peut fournir de réponses à ce débat.

ÉCHANGE D'INFORMATIONS

Les activités menées par l'AIEA dans ce domaine consistent notamment à compiler des informations comparatives objectives susceptibles d'aider les décideurs. En 1991, un Colloque d'experts sur l'électricité et l'environnement réuni à Helsinki a recommandé d'établir une base de données complète et coordonnée à l'échelon international sur les effets des différentes sources d'énergie sur la santé et sur l'environnement.

Cette base de données a été établie et elle incorpore les résultats de toutes les études publiées récemment. Des informations ont également été compilées dans le cadre d'un Programme de recherche coordonnée regroupant douze pays.

La base de données est tenue en coopération avec d'autres organisations internationales. En 2000, l'Agence prévoit de réunir un comité technique chargé de compiler et d'examiner les enseignements tirés de tous les travaux réalisés.

Il ressort clairement des données que d'importants progrès ont été accomplis au cours de la décennie écoulée pour atténuer les effets de tous les systèmes de production d'électricité sur la santé et sur l'environnement.

Il s'agit notamment des avancées notables réalisées en ce qui concerne la sûreté nucléaire et d'autres sources de production d'électricité. Des filtres et des épurateurs destinés à supprimer les gaz polluants ont été installés dans les centrales électriques utilisant des combustibles fossiles, la sûreté des mines de charbon a été améliorée, les risques liés au transport d'énergie ont été réduits, le rendement des techniques de production de gaz s'est considérablement amélioré, de même que le rendement de l'exploitation des énergies renouvelables.

COOPÉRATION INTERNATIONALE EN MATIÈRE D'ÉVALUATION COMPARATIVE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES

L'AIEA appuie depuis longtemps, en coopération avec des partenaires régionaux et internationaux, l'étude des options énergétiques en matière de production d'électricité. Les activités consistent notamment à parrainer des colloques internationaux et à appuyer des études techniques et scientifiques. Aujourd'hui, l'AIEA met en œuvre, dans le cadre d'un programme intitulé "Évaluation comparative des sources d'énergie" mis en œuvre au sein de son Département de l'énergie nucléaire, diverses activités. Les articles présentés dans le présent numéro du *Bulletin de l'AIEA* portent sur des études liées à l'impact des systèmes énergétiques sur la santé et sur l'environnement et aux risques qu'ils présentent - aspect du Programme mis en œuvre par le Département de la sûreté nucléaire de l'AIEA. Pour de plus amples renseignements sur le Programme d'évaluation comparative, consulter les pages respectives du Département de l'énergie nucléaire et du Département de la sûreté nucléaire sur le site Internet *WorldAtom* de l'AIEA à l'adresse <http://www.iaea.org>. On trouvera énumérés ci-après des colloques sur ce sujet qui ont été parrainés par l'AIEA et par d'autres organisations au cours des dernières décennies. Les actes de ces réunions ont été publiés par l'AIEA.

JUIN 1981: COLLOQUE INTERNATIONAL SUR L'IMPACT SANITAIRE DE DIFFÉRENTES SOURCES D'ÉNERGIE, NASHVILLE (ÉTATS-UNIS). Organisé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et l'AIEA.

AVRIL 1984: COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES RISQUES ET AVANTAGES DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES, JUELICH (ALLEMAGNE). Organisé par l'AIEA, le PNUE et l'OMS.

MAI 1991: COLLOQUE D'EXPERTS SUR L'ÉLECTRICITÉ ET L'ENVIRONNEMENT, HELSINKI (FINLANDE). Organisé par la Commission européenne, l'Agence internationale de l'énergie, l'Institut international pour l'analyse des systèmes de haut niveau, l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques, le PNUE, la Banque mondiale, l'Organisation météorologique mondiale (OMM), l'ancien Conseil d'aide économique mutuelle (CAEM) et l'AIEA.

OCTOBRE 1995: COLLOQUE INTERNATIONAL SUR L'ÉLECTRICITÉ, LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT: ÉVALUATION COMPARATIVE À L'APPUI DE LA PRISE DE DÉCISIONS, VIENNE (AUTRICHE). Organisé par la Commission européenne, le Conseil économique et social pour l'Asie et le Pacifique de l'Organisation des Nations Unies, l'Organisation des pays exportateurs de pétrole, la Banque mondiale, l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, l'Institut international pour l'analyse des systèmes de haut niveau, l'OMM, le PNUE et l'AIEA.

Ainsi, le nombre des questions non résolues et néanmoins très importantes d'évaluation comparative des risques liés aux systèmes énergétiques est désormais limité.

Il s'agit notamment de l'importance de la formation de petites particules secondaires de dioxyde de soufre; de l'effet du dioxyde de carbone sur le changement climatique; de l'analyse complémentaire des effets à très long terme des faibles doses de substances chimiques ou radioactives; et de l'évaluation d'événements qui ont une faible probabilité d'occurrence mais auraient de graves conséquences s'ils survenaient.

Ces problèmes importants et difficiles ne pourront peut-être

pas être résolus dans le cadre d'un consensus international.

Ils devront, plus vraisemblablement, être évalués et jugés indépendamment au cas par cas par les gouvernements lorsque ceux-ci analyseront les options et choisiront des solutions durables en matière d'énergie.

L'AIEA s'emploie, par son activité, à renforcer les secteurs clés de la sûreté du nucléaire, des rayonnements et des déchets. Un aspect important est que cette activité s'effectue dans le cadre élargi d'une évaluation comparative de la sûreté de tous les grands systèmes énergétiques de production d'électricité, évaluation associant de nombreux partenaires mondiaux. □