

Energie d'origine nucléaire et sûreté – le rôle de l'AIEA dans un monde en pleine évolution

par B.A. Semenov et J.U. Ahmed*

Dans l'exercice de ses fonctions relatives à l'énergie et à la sûreté nucléaires, l'Agence n'a pas suivi de règles rigides pour déterminer les priorités; elle a préféré adopter un cadre souple et mettre l'accent sur des domaines ou des travaux déterminés en fonction des tendances observées ou des besoins du moment. Depuis sa création il y a 25 ans, l'Agence répond aux demandes ou aux besoins prévisibles de ses Etats Membres, en particulier des pays en développement, et entreprend les programmes qui lui paraissent correspondre aux intérêts de ces pays. Des activités nouvelles sont mises à l'étude quand on rencontre ou prévoit des problèmes nouveaux liés à l'énergie ou à la sûreté nucléaires, ou quand certains développements intervenus dans un domaine donné justifient une attention spéciale.

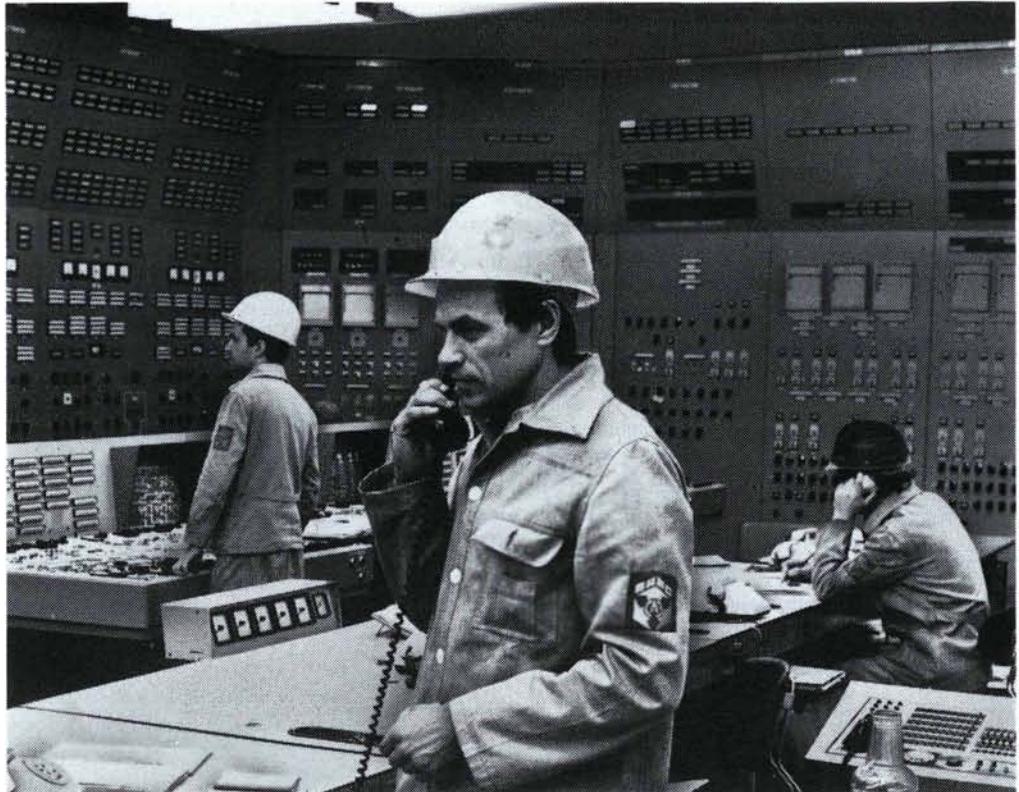
L'Agence à ses débuts a entrepris un programme relatif aux réacteurs et créé une Division des réacteurs chargée d'exécuter ce programme en fournissant des avis et une aide en la matière aux Etats Membres, en procédant à l'évaluation technique des demandes des Etats Membres pour des projets de réacteurs, en encourageant la construction de réacteurs et en regroupant et diffusant des informations sur la conception et la technologie des réacteurs. Comme à cette époque la mise au point de diverses filières de réacteurs dans les pays industrialisés en était au stade expérimental, la tâche essentielle de la Division des réacteurs était de tenir les Etats Membres informés de tous les développements dans ce domaine. Elle publia à cet effet, en 1959 et 1960, un *Répertoire des réacteurs nucléaires* en trois volumes contenant des renseignements sur la conception, le coût et les caractéristiques techniques des réacteurs de puissance, des réacteurs de recherche, des réacteurs expérimentaux et des réacteurs d'essai. Le recueil a fait l'objet de mises à jour et d'additions.

A l'époque de la création de l'Agence en 1957, il n'y avait en service que trois centrales nucléaires, d'une puissance totale de 105 MWe, au Royaume-Uni et en URSS. La deuxième Conférence des Nations Unies sur les utilisations pacifiques de l'énergie atomique en 1958 et la deuxième session ordinaire de la Conférence générale de l'AIEA en 1960 révélèrent un intérêt croissant pour l'utilisation de l'énergie d'origine nucléaire, et l'existence de tendances favorables à l'emploi de cette source d'énergie. C'est alors que les applications des réacteurs de puissance, le génie des réacteurs, la physique et la sûreté des réacteurs devinrent les activités principales de la Division des réacteurs. Des études sur l'énergie

d'origine nucléaire furent exécutées par l'Agence pour un certain nombre de ses Etats Membres en développement. Ce programme, en particulier les enquêtes sur la production d'électricité et les travaux sur la sûreté des réacteurs, se développa rapidement et, en 1963, la Division des réacteurs fut rebaptisée «Division de l'énergie d'origine nucléaire et des réacteurs», pour mieux marquer l'accent mis désormais sur la production d'énergie.

Les études menées au début des années 60 ont porté sur l'économie de l'énergie d'origine nucléaire, les méthodes d'établissement des coûts et, par souci des besoins propres aux Etats Membres en développement, la technologie et l'économie des réacteurs de puissance moyenne. Quand les résultats étaient positifs et que des projets précis étaient entrepris, l'Agence a fourni une aide pour la préparation des projets, le choix des sites, le choix d'une filière de réacteurs, l'établissement des spécifications, l'évaluation des offres, et la construction. Mais en 1965, on ne comptait encore que quelques centrales pilotes ou de démonstration, d'une puissance totale de 5 GWe, dans un petit nombre d'Etats Membres industrialisés. La vague d'optimisme concernant les chances de développement commercial du nucléaire correspond à la période 1965–1975; en 1974 encore, les prévisions de l'AIEA relatives à la puissance nucléaire installée en 1990 et 2000 (sur la base des prévisions nationales) étaient trois fois supérieures à celles d'aujourd'hui. Dans cette période d'optimisme également, des Etats Membres comme le Canada, Israël, le Mexique, la Tunisie, le Royaume-Uni et les Etats-Unis s'intéressèrent à la construction de centrales mixtes pour la production de l'électricité et la désalinisation. Constatant cette tendance de l'évolution, la Division de l'énergie d'origine nucléaire et des réacteurs entreprit d'étudier les applications de pointe, y compris les applications à grande échelle et polyvalentes de l'énergie nucléaire pour la production d'électricité, le dessalement et l'approvisionnement en énergie de grands complexes agro-industriels. Les services consultatifs à l'intention des Etats Membres en développement se sont orientés dans le même sens avec des études sur le dessalement pour les régions arides (Israël, Egypte, Tunisie, etc.). Après la troisième Conférence de Genève sur les utilisations pacifiques de l'énergie atomique en 1964, un tournant s'est produit et l'attention s'est portée sur les problèmes techniques liés à la conception, la construction et l'exploitation de grandes centrales nucléaires. Les activités de l'Agence dans le domaine des échanges d'information ont été orientées vers des domaines techniques plus précis, par exemple l'intégration des centrales à de petits réseaux, les problèmes des cuves sous pression ou ceux de l'appareillage de commande.

* M. Semenov est Directeur général adjoint chargé du Département de l'énergie et de la sûreté nucléaires à l'Agence. M. Ahmed est membre de la Section de sécurité radiologique à la Division de la sûreté nucléaire de l'Agence.



L'URSS a été l'un des deux Etats Membres qui exploitaient des centrales nucléaires lors de la création de l'Agence; depuis, son programme nucléaire s'est développé et a prospéré. Sur la photographie, une salle de commande de la centrale nucléaire de Beloyarsk: avec la mise en service de nouveaux réacteurs, la production d'électricité de cette centrale devrait doubler d'ici 1985. [Photo TASS]

Pendant cette période, la fonction qu'assuraient les grandes conférences de Genève fut reprise pour l'essentiel par les colloques de l'AIEA, de dimension plus modeste, et l'Agence devint la plus importante source de publications sur l'énergie et les techniques nucléaires.

Les dix dernières années ont été marquées par une prise de conscience croissante des problèmes complexes et des impératifs liés à l'énergie nucléaire et par l'accroissement rapide des coûts et des délais d'achèvement des centrales. En même temps, la hausse des prix de l'énergie a commencé à provoquer un ralentissement de la demande. Pour aider et conseiller les Etats Membres, l'Agence a alors mis l'accent sur l'objectivité requise en matière de planification nucléo-énergétique, et en particulier sur les conditions préalables, les exigences et les contraintes d'un programme nucléaire. Ces exigences et ces contraintes sont d'ordre divers: taille et structure du réseau, économie et financement, personnel, organisation et infrastructure industrielle, sûreté et assurance de la qualité. Elles diffèrent d'un pays à l'autre, et l'Agence a aidé les Etats Membres à définir celles qui doivent être retenues dans leur cas particulier.

Attentive en particulier aux besoins des Etats Membres en développement, l'Agence a mis au point des outils permettant de prévoir combien il faudrait d'énergie, d'électricité et de puissance nucléaire pour atteindre les objectifs des plans de développement économique. Il s'agit notamment de *WASP* (Wien Automatic System Planning), qui est un programme machine conçu pour optimiser les coûts de différentes options pour l'expansion à long terme des systèmes de production d'électricité. On dispose depuis 1980 du modèle

WASP III, dernière version du programme qui n'a cessé d'être amélioré depuis 1973. Le modèle *WASP* a été largement utilisé par l'AIEA et a été demandé par 40 Etats Membres et cinq organisations internationales. Au milieu de 1981, 20 Etats Membres s'étaient servis de *WASP* pour 53 études de planification, et l'on prévoit d'en exécuter encore plus d'une trentaine à l'aide de cette technique.

La Division a aussi créé une banque de données énergétiques et économiques qui contient les renseignements de base indispensables pour l'analyse des tendances énergétiques et économiques. Un système d'information sur les réacteurs de puissance a été mis sur pied pour aider à analyser l'expérience d'exploitation des centrales nucléaires. Grâce à ce système on a pu constater que les facteurs d'utilisation étaient en général largement inférieurs aux 80% que l'on admettait jusque là dans la plupart des études économiques. Des efforts ont été faits pour accroître la fiabilité grâce à l'échange de renseignements sur certains problèmes particuliers concernant la conception et l'exploitation.

L'Agence a organisé des cours sur ces questions, d'abord des cours généraux sur la planification et l'exécution des projets nucléo-électriques, puis des cours plus spécialisés sur des sujets intéressant les programmes nucléaires des Etats Membres en développement: extension des systèmes de production d'électricité, rôle du nucléaire dans le cadre d'un plan énergétique national, formation de personnel, assurance de la qualité, sûreté ou fiabilité des centrales, etc. La Division de l'énergie d'origine nucléaire a établi des manuels portant sur certains de ces sujets et sur d'autres questions, notamment: l'introduction d'une production d'énergie nucléo-électrique, l'interaction entre caractéristiques

des réseaux et type et performances des centrales nucléaires, l'instrumentation et la commande des centrales, la gestion des projets nucléo-électriques et les appels d'offres; la Division a aussi coopéré à l'établissement des codes et guides de sûreté NUSS sur tous les aspects de l'assurance de la qualité.

Depuis les débuts de l'Agence, de nombreuses missions ont été envoyées dans les pays en développement pour donner des avis sur le besoin d'énergie nucléo-électrique et le rôle de cette forme d'énergie, et fournir une assistance concernant des activités spécifiques essentielles pour un programme nucléaire. Les missions ont d'abord donné des avis sur la faisabilité de la production d'électricité d'origine nucléaire, puis sur des problèmes en rapport avec les besoins particuliers des Etats Membres, sur le transfert des techniques et la formation. Plusieurs choses sont importantes pour le succès de ces missions et de la coopération technique à l'avenir: la collaboration de l'Agence avec les Etats Membres pour la préparation de projets à long terme, la formation d'experts locaux et leur participation aux études par pays et autres projets de l'AIEA, et si possible le suivi et l'évaluation des projets.

La croissance du nucléaire s'est ralentie à la fin des années 1970. Cette tendance, aggravée par l'accident de Three Mile Island, n'a cependant pas affecté les activités de l'AIEA, qui au contraire attache désormais plus d'importance à des activités telles que la planification, la conception, le choix des sites, l'exploitation, l'assurance de la qualité et la sûreté, comme en témoignent la grande conférence sur l'énergie nucléaire organisée par l'Agence à Salzbourg en 1977 et celle qui est prévue pour septembre 1982.

Sûreté radiologique et nucléaire

Depuis sa création, il y a 25 ans, l'AIEA accorde une place essentielle à la sûreté radiologique et nucléaire. Elle s'est dotée à cet effet d'une division qui a été rebaptisée en 1963 Division de la santé, de la sûreté et de la gestion des déchets pour indiquer l'extension des activités au domaine des déchets radioactifs.

Au début, quand les Etats Membres ont commencé à utiliser les rayonnements et les radioisotopes en médecine, en agriculture et dans l'industrie, on s'est attaché essentiellement à la protection radiologique des travailleurs. On a jugé d'abord l'essentiel de mettre à la disposition des utilisateurs de sources radioactives un recueil de directives pratiques sur la manipulation de ces substances. Ce document, terminé en 1958, a été la première publication de la *Collection Sécurité* de l'Agence. Peu de temps après, d'autres normes de sûreté, guides, codes de bonne pratique et manuels ont été mis en chantier. En 1960, le Règlement de transport des matières radioactives, reconnu à l'échelon international, a été approuvé par le Conseil des gouverneurs et publié dans la *Collection Sécurité* No. 6. En 1963, paraissaient les Normes fondamentales de la radioprotection, dans le numéro 9 de la *Collection Sécurité*. Les priorités ont été fixées de façon très souple et les publications suivantes ont porté sur des sujets tels que l'organisation des programmes de radioprotection, la surveillance physique et médicale des travailleurs, le contrôle radiologique individuel et le contrôle de zone.

Au début des années 1960 s'est réuni le premier colloque international sur la sûreté tenu sous les auspices de l'Agence. Deux réunions qui remontent déjà à une date éloignée ont été consacrées, l'une aux techniques d'évaluation de la sûreté des réacteurs et l'autre à la sûreté des réacteurs de recherche. Quand les programmes nucléo-énergétiques ont commencé à se multiplier dans le monde, un colloque sur le choix des sites de centrales nucléaires organisé en 1963 a été le signe de la place croissante réservée au problème de la sûreté des centrales dans les activités de l'Agence.

Avec le gonflement des commandes des centrales nucléaires, l'attention s'est portée dans le monde entier sur la protection des populations et de l'environnement. En 1971, la division a été réorganisée et rebaptisée Division de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement. En 1974, cette division élargissait considérablement ses activités et mettait en route le programme *NUSS* conçu pour établir un ensemble de codes et de guides, acceptés à l'échelon international, pour la sûreté des centrales nucléaires*. En 1978, les cinq codes couvrant les domaines traités (organisation gouvernementale, choix des sites, conception, exploitation et assurance de la qualité) étaient parus; et en 1985 l'ensemble des codes et des guides aura été publié en anglais, avec des traductions en français, en russe et en espagnol.

L'accident de Three Mile Island en 1979 a entraîné un réexamen du programme de l'Agence. Les activités relatives à la sûreté nucléaire ont été à nouveau élargies et en 1981, elles ont été confiées à une division distincte, la Division de la sûreté nucléaire, qui s'occupe uniquement de la sûreté d'utilisation de l'énergie nucléaire. Si l'on n'a pas jugé indispensable d'apporter des modifications radicales aux exigences de sûreté ou à la technologie des centrales nucléaires, on a toutefois estimé que les enseignements tirés de l'accident de Three Mile Island devaient avoir une incidence sur l'orientation des activités futures. Il faut désormais faire une place importante, dans les projets futurs, aux considérations liées à la sûreté d'exploitation et notamment à ce qu'on appelle l'interface homme-machine, c'est-à-dire aux limites de la capacité de réaction de l'homme devant un environnement de plus en plus complexe.

L'application des normes NUSS, maintenant que la collection de documents est presque achevée, sera au centre des activités consacrées à la sûreté nucléaire au cours des prochaines années. En effet, les normes une fois acceptées doivent être observées dans la pratique. La réponse à bien des problèmes rencontrés par les Etats Membres se trouve déjà dans les codes et dans les guides et pour une large part, le rôle de l'Agence est d'encourager leur emploi. Des cours, des missions consultatives spéciales et des séminaires sont organisés pour faciliter l'adoption des normes, soit comme base des réglementations nationales requises pour le développement de l'industrie nucléaire de chaque pays, soit pour les besoins du commerce international.

Parmi les nouvelles priorités en matière de sûreté nucléaire, l'efficacité des plans d'intervention et la

* Voir l'article de M. Andres sur le Programme de normes de sûreté nucléaire (NUSS), page 17 du présent numéro.

préparation pour des cas d'urgence occupent aussi un rang élevé et l'Agence a renforcé son programme dans ce domaine. Ici encore, le programme renforcé comprend, outre la publication de recommandations techniques, des programmes de formation et des missions spéciales d'assistance. Les autres activités nouvelles intéressant la sûreté comportent la mise en place d'un système d'information sur les événements anormaux, l'encouragement des échanges d'information sur la recherche en matière de sûreté, et le recours à des programmes machine pour aider les Etats Membres à résoudre leurs problèmes de sûreté.

L'Agence a également réagi devant la polémique de plus en plus vive qui se développe autour du nucléaire. Dans certains pays, aujourd'hui, la croissance de cette forme d'énergie n'est plus limitée seulement par des contraintes techniques mais aussi par le fait qu'elle est jugée inacceptable par une partie importante de la population. L'AIEA analyse cette forme d'opposition. Elle procède notamment à des études des risques et des avantages de l'énergie d'origine nucléaire, et s'attache à cerner les domaines qui suscitent tout particulièrement l'inquiétude du public, afin que les valeurs de la société puissent être prises en considération lors des décisions en matière de sûreté. A cet égard, il faut notamment arrêter un compromis entre les exigences de la protection contre les risques à faible probabilité et gravité élevée et celles de la protection contre les risques à forte probabilité et faible gravité.

Certains des problèmes de sûreté nucléaire rencontrés dans les débuts ont été résolus. Mais tout développement nouveau dans le domaine nucléaire soulève des questions nouvelles. Le meilleur moyen pour les pays de trouver des solutions à ces problèmes complexes est de partager leurs ressources. La coopération internationale sous l'égide de l'AIEA s'est révélée offrir un moyen utile pour concevoir des solutions aux problèmes communs.

Gestion des déchets

Si dans les débuts l'attention a porté de manière générale sur la technologie de la gestion des déchets, l'accent s'est progressivement déplacé vers des domaines plus restreints et plus spécifiques. La gestion des déchets couvre toutes les opérations de traitement (traitement des déchets solides, traitement des déchets liquides, conditionnement des déchets concentrés), non compris le stockage final. Bien qu'il n'ait été nullement négligé dans les années 60, ce domaine a fait l'objet d'une attention accrue depuis le début des années 1970 jusqu'à aujourd'hui: ces dernières années en particulier, des études ont été faites sur la technologie du traitement de déchets bien spécifiés, par exemple des résines échangeuses d'ions usées, des déchets contaminés par le tritium, etc.

Etant donné le nombre croissant de centrales nucléaires en service dans le monde, l'Agence a commencé à mettre l'accent sur la gestion des déchets des réacteurs, les rejets de radioactivité dans l'environnement posant inévitablement le problème de la protection de l'homme et du milieu. Compte tenu de l'évolution des technologies, la gestion des déchets des réacteurs de pointe à fission et des réacteurs à fusion sera étudiée dans les années 1980.

Le traitement des effluents gazeux présente une importance particulière pour la protection de l'environnement contre les effets nocifs des dégagements dans l'atmosphère de radionucléides provenant des installations nucléaires. L'Agence a fait le point des techniques qui peuvent être appliquées pour retenir et éliminer les radionucléides, particules et autres effluents gazeux importants et étudiera le fonctionnement des systèmes d'épuration des gaz dans diverses installations nucléaires en commençant par les centrales. Le traitement des déchets gazeux libérés lors d'événements imprévus fera aussi l'objet d'études.

Le retraitement produit des déchets contaminés par des émetteurs alpha de haute activité et de longue période. Le programme de l'Agence a d'abord porté sur les techniques du stockage des déchets liquides de haute activité. Au cours des vingt dernières années, l'effort de recherche-développement consacré à la solidification des déchets de haute activité a été considérable. L'incorporation des déchets à des verres ou des céramiques stables est devenu le système le plus répandu. L'examen des techniques de solidification a occupé une place importante dans les activités de l'AIEA au cours des années 1970 et l'évaluation des caractéristiques des déchets de haute activité solidifiés a été un des éléments d'un programme de recherche coordonnée patronnée par l'Agence. A l'avenir, les travaux seront axés sur le traitement et le stockage provisoire et définitif des déchets de haute activité conditionnés. Les activités relatives à la gestion des déchets dans l'extraction et le traitement des minerais radioactifs et dans la mise à l'arrêt définitive des installations nucléaires se poursuivront.

L'enfouissement des déchets radioactifs a d'abord été traité surtout dans le contexte des techniques générales de gestion des déchets. La priorité accordée à ce problème a donc été relativement faible dans les années 1960. Depuis le début des années 1970 au contraire le stockage définitif des déchets radioactifs est devenu un problème plus urgent; l'enfouissement est considéré actuellement comme la technique qui présente le moins d'inconvénients. Le stockage définitif des déchets contaminés par des émetteurs alpha de haute activité et de longue période dans des formations géologiques profondes retient particulièrement l'attention. En conséquence, l'Agence a lancé en 1977 un programme intégré sur le stockage souterrain des déchets.

Adaptation à la demande

Les activités de l'Agence relatives à l'énergie et à la sûreté nucléaires ont toujours répondu aux besoins de ses Etats Membres; elles ont été conçues et conduites dans un esprit d'«adaptation à la demande» qui permet de réagir sans retard aux changements techniques, économiques et sociaux qui influent sur le développement nucléaire. Il est certain que depuis le milieu des années 1970, les programmes nucléaires se sont ralentis dans beaucoup de pays, surtout depuis l'accident de Three Mile Island; la productivité des programmes de l'Agence toutefois n'a pas souffert de cette situation. Au contraire, une vigilance accrue a été exercée dans les domaines de la conception, du génie nucléaire, du choix des sites, de l'exploitation, du contrôle de la qualité et de la sûreté.