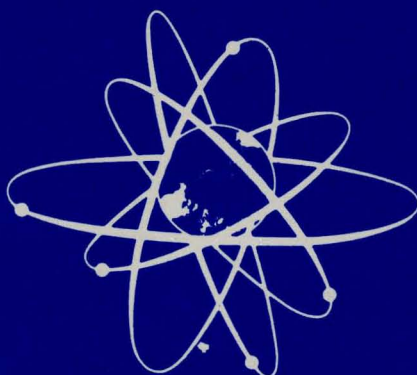

AESN

BULLETIN

NUMÉRO 1 / DÉCEMBRE 1983



AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE / 38 BD SUCHET / 75016 PARIS / FRANCE

L'AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

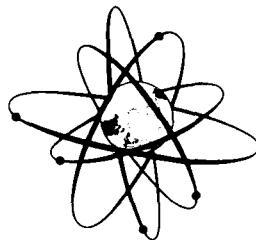
L'Agence de l'OCDE pour l'Énergie Nucléaire (AEN) a été créée le 20 avril 1972, en remplacement de l'Agence Européenne pour l'Énergie Nucléaire de l'OCDE (ENEA).

L'AEN groupe désormais tous les pays Membres européens de l'OCDE ainsi que l'Australie, le Canada, les États-Unis et le Japon. La Commission des Communautés Européennes et l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique participent à ses travaux.

L'AEN a pour principaux objectifs de promouvoir, entre les gouvernements qui en sont Membres, la coopération dans le domaine de la sûreté et de la réglementation nucléaire, ainsi que le développement de l'énergie nucléaire dans le but de contribuer au progrès économique.

Pour atteindre ces objectifs, l'AEN :

- encourage l'harmonisation des politiques et pratiques réglementaires ;*
- examine les aspects économiques et techniques du cycle du combustible nucléaire ;*
- évalue la demande et l'offre, et prévoit le rôle que pourrait jouer l'énergie nucléaire pour satisfaire la demande énergétique ;*
- échange des informations scientifiques et techniques, et*
- coordonne et appuie les programmes de recherche et développement, notamment par le biais de projets en coopération.*



Le Bulletin d'information de l'AEN paraît semestriellement ; l'équipe de rédaction se compose de Jacques de la Ferté, Adrian Aylott et Zabel Cheghikian. Mise en page, Catherine Kousnetzoff.

Les opinions exprimées dans le Bulletin d'information de l'AEN sont celles des auteurs des articles et ne reflètent pas nécessairement les points de vue du Secrétariat de l'AEN ou ceux des pays Membres.

Les articles, commentaires et demandes d'exemplaires doivent être adressés au :

Secrétariat de Rédaction
Bulletin d'information de l'AEN
OCDE – AEN
38, Boulevard Suchet
75016 PARIS (FRANCE)
Télex : 630 668 AEN/NEA

L'Agence pour l'Energie Nucléaire, dont l'objectif principal est d'aider les pays Membres à cerner et à résoudre les problèmes soulevés par leurs programmes nucléaires, publie dans ce but une très importante documentation destinée aux spécialistes et aux décideurs des administrations et autres organismes.

Malgré l'étendue du champ couvert par cette documentation et par d'autres publications d'ordre général, tel que le rapport annuel d'activité, qui s'adressent à des lecteurs nombreux et divers, il a semblé nécessaire de créer un lien supplémentaire entre l'Agence et un public encore plus vaste appartenant aux assemblées parlementaires, aux ministères, à l'industrie, aux organismes de recherche, et à de nombreux autres groupes qui travaillent au développement de l'énergie nucléaire ou s'y intéressent.

Voilà la raison d'être de ce Bulletin d'information qui, à l'avenir, devrait figurer régulièrement dans notre programme de publications et fournir les informations les plus récentes sur les activités et la politique de l'Agence, ainsi que des nouvelles sur de nombreux autres aspects de l'énergie nucléaire. Le Bulletin publiera régulièrement une analyse des rapports de l'AEN, des résumés des principaux discours et réunions, et des rubriques consacrées aux questions d'actualité.

De temps à autre, le Bulletin d'information ouvrira ses colonnes à des débats consacrés aux problèmes-clés de l'énergie nucléaire dans la zone de l'OCDE. Ce premier numéro comporte deux exposés de ce genre. Nous espérons également pouvoir publier d'autres articles présentant un intérêt particulier.

Le Bulletin d'information de l'AEN paraîtra deux fois par an, à l'automne et au printemps. Nous accueillerons volontiers les commentaires et contributions qui permettront d'instituer un vrai dialogue et de contribuer, comme l'AEN s'est engagée à le faire, à la libre circulation des informations au niveau international.

Table des Matières

LES GRANDS PROBLEMES DU DEVELOPPEMENT DE L'ENERGIE NUCLEAIRE

La place de l'accident "sévère" dans la sûreté nucléaire Klaus Stadie	4
Evolution du contrôle de la radioexposition professionnelle dans les installations nucléaires Osvaldo Ilari	7

NOTES SUR LES TRAVAUX EN COURS ET LES ACTIVITES DE L'AEN

La notion de "démonstration" appliquée à la gestion à long terme des déchets radioactifs	9
Evacuation des déchets radioactifs dans les fonds marins	11
La Banque de données de l'AEN et le fichier conjoint de données évaluées	13
Les super-ordinateurs : la prochaine génération	14
Le congrès nucléaire Inter-Jura 1983	16
Les programmes consacrés à l'uranium	16
Faire mieux comprendre les possibilités du nucléaire : le rôle des pouvoirs publics Howard K. Shapar, Directeur Général, AEN	17
Estimations de la puissance nucléaire installée dans les pays de l'OCDE	20

NOUVEAUX RAPPORTS DE L'AEN

AUTRES PUBLICATIONS RECENTES DE L'AEN



La place de l'accident « sévère » dans la sûreté nucléaire*

Les "accidents sévères" figurent sans doute parmi les sujets les plus ardues auxquels l'industrie nucléaire doit faire face ; une coopération internationale efficace est indispensable pour appréhender ce problème. Cet article rend compte des changements fondamentaux qui sont intervenus dans la philosophie de la sûreté, et de la contribution apportée par l'AEN.

Toute technologie présente certains risques. Les premières réalisations techniques ont surtout entraîné un risque pour ceux qui les ont mises en oeuvre, et le grand public n'a été que rarement, ou même jamais, impliqué - si l'on excepte peut-être les risques liés aux transports. Ce n'est qu'avec l'apparition des grands projets modernes, tels que les barrages des centrales hydro-électriques et les grandes usines chimiques, que des personnes n'ayant aucun lien avec l'entreprise ont été menacées par les accidents pouvant affecter ces installations.

Lorsque le public a mieux pris conscience de ce risque, il a demandé à intervenir plus largement dans le débat, jamais clos, sur les niveaux de risque acceptables, décision qui jusque là avait été laissée au jugement d'experts techniques représentant à la fois l'industrie et l'administration, qui réglemente habituellement l'utilisation des techniques. Malheureusement, nous savons que la perception du risque par le public est fortement influencée par de nombreux facteurs, tels que la notion d'utilité ou les réactions psychologiques. En ce qui

* Par Klaus Stadie, Directeur Adjoint, Sécurité et Réglementation des Activités Nucléaires, AEN.

concerne ces derniers, il faut aussi tenir compte des différences entre les risques assumés volontairement et ceux qui le sont involontairement.

Si nous prenons pour exemple le nombre impressionnant des victimes d'accidents de la route (risque volontaire) dans les pays industrialisés (plus de 120 000 morts chaque année dans l'ensemble des pays de l'OCDE), nous constatons que la perception par le public des dangers de l'automobile n'a eu que très peu d'effet sur les ventes de voitures. En revanche, s'agissant d'une question comme l'énergie nucléaire par exemple (risque involontaire), nous remarquons que, dans de nombreux pays occidentaux, l'opinion publique est très sensible à l'importance des dommages que pourrait causer un réacteur nucléaire, en dépit du fait qu'un accident catastrophique est hautement improbable. Cette attitude s'est vérifiée clairement à la suite de l'accident de Three Mile Island (TMI) qui - il faut le rappeler - n'a pas provoqué un seul décès.

Défense en profondeur

Il ne s'agit pas de minimiser le risque faible, mais très réel, d'une défaillance d'un réacteur nucléaire, entraînant des conséquences graves sur la population, même à une certaine distance. Mais il est peut-être utile d'expliquer les difficultés que rencontrent les autorités chargées de la réglementation lorsqu'elles s'efforcent de fixer des niveaux de protection acceptables et rationnels. En pratique, les risques inhérents à l'exploitation de l'énergie nucléaire sont connus depuis les débuts de cette industrie, et les considérations de sûreté ont toujours joué un rôle essentiel dans le développement du nucléaire, au point de pouvoir dire aujourd'hui que c'est peut-être l'industrie la plus sûre. Dans la zone de l'OCDE, aucun accident de réacteur nucléaire n'a entraîné de pertes de vies humaines.

Il n'est donc pas évident qu'il soit sage d'aller beaucoup plus loin en prévoyant des dispositifs coûteux conçus pour atténuer les conséquences d'accidents extrêmement rares. La pénalisation économique que l'industrie devrait supporter en adoptant cette manière de faire serait

énorme par comparaison avec la très faible réduction de risque obtenue, et il serait difficile - ou même impossible - de vérifier si ces dispositifs fonctionneraient convenablement dans un accident de ce type.

A l'appui de cet argument, il y a le fait que tout ce qui est humainement possible a déjà été réalisé en matière de sûreté nucléaire pour remédier aux risques d'erreur humaine, grâce à la mise en place d'un système de défense en profondeur qui comporte plusieurs barrières mettant en oeuvre des dispositifs de sécurité redondants et divers. Grâce à ces différentes barrières, il est possible de limiter la progression de tout accident dont l'apparition est du reste rendue improbable par un vaste programme d'assurance-qualité.

Conceptions de sûreté

Dans ce cas, pourquoi soulever la question des niveaux de risque acceptables ? L'évolution des réflexions sur la sûreté depuis les années 50 fournit la réponse. Jusqu'à présent, la méthode fondamentale de sûreté utilisée pour la filière la plus courante de réacteur dans la zone de l'OCDE - le réacteur à eau ordinaire - avait été élaborée aux Etats-Unis, où a été inventé ce type de réacteur. Cette méthode était - et reste - fondée sur la définition de l'accident maximal prévisible, et la démonstration qu'il est possible d'en limiter les conséquences. Tout accident plus grave que celui-ci est considéré comme tellement improbable qu'il est classé "non crédible" ; ce qui fait qu'il n'est pas nécessaire de prendre des précautions contre ce type d'accident ou ses conséquences. Cette notion, ou une notion analogue, a été adoptée dans tous les pays de l'OCDE où existent des programmes électronucléaires fondés sur les réacteurs à eau ordinaire.

En 1967, M. Farmer a mis publiquement en doute, pour la première fois, cette méthode de raisonnement du "tout ou rien" sur la sûreté nucléaire. Il a fait remarquer que le seul fait d'utiliser des réacteurs nucléaires impliquait l'acceptation d'un degré donné de risque et, comme aucune technique n'est entièrement exempte de risque, il n'existait aucun moyen logique de faire la différence

entre les accidents prévisibles et les accidents non crédibles. Dans l'étude sur la sûreté des réacteurs de 1975, ce raisonnement a été poussé plus loin et c'est alors qu'ont été effectuées les premières estimations quantitatives des risques associés à la production d'énergie nucléaire dans les réacteurs à eau ordinaire. Ultérieurement, de nombreuses études analogues réalisées dans d'autres pays de l'OCDE ont suivi la voie montrée par l'étude WASH-1400.

Enfin s'est produit l'accident de Three Mile Island qui, selon la manière dont on le considère, est un phénomène prévisible ou, au contraire, non crédible, d'après la définition - datant de vingt ans - de l'accident de référence. L'accident de TMI a donc donné une nouvelle impulsion à la recherche d'une autre politique.

La coopération internationale au sein de l'AEN

Il est nécessaire d'avoir une politique commune sur les accidents ; c'est la conclusion à laquelle a abouti, il y a plusieurs années déjà, le Comité de l'AEN sur la Sûreté des Installations Nucléaires. Ce Comité dirige un vaste programme international sur la technologie de la sûreté nucléaire et sur les autorisations. En 1980, le Comité a créé un Groupe d'experts à haut niveau, venus de divers pays Membres, pour étudier la capacité de réponse des systèmes de sûreté des réacteurs à eau ordinaire aux accidents de classe 9 (plus graves que l'accident de référence) et pour en examiner les incidences sur les travaux de recherche et développement sur la sûreté.

Il est rapidement apparu qu'il n'existait pas d'interprétation unique de ce qui constituait un accident de classe 9 - terme qui, d'ailleurs, date de l'époque à laquelle on avait défini l'accident de référence. Les experts de l'AEN ont finalement décidé d'utiliser le terme "accident sévère", défini comme étant l'accident dans lequel se produit une défaillance des structures, des matériaux, des systèmes, etc., qui empêche d'assurer un refroidissement convenable du coeur par les moyens normaux.

Le Groupe à haut niveau est arrivé à un consensus sur un certain nombre de questions. D'une façon générale, les experts

ont été d'accord pour estimer que, dans le cas des réacteurs à eau sous pression, la protection du public était beaucoup mieux assurée que ne le laissait supposer la méthode de l'accident de référence. Il a été admis qu'en matière de sûreté, la première priorité devait être accordée à la prévention des accidents, puis à leur progression ultérieure par étapes successives. Par ailleurs, comme les centrales ont indéniablement la capacité de fonctionner avec sûreté dans des conditions pires que celles de l'accident de référence, il convient de tirer parti de cette possibilité pour garder un contrôle maximum sur les événements, et donc réduire au minimum les risques éventuels.

La maîtrise des accidents constitue le plus important domaine de préoccupation pour les experts, et englobe l'ensemble du déroulement des événements qui créent un accident "sévère". La tâche prioritaire consiste à rendre le personnel de la centrale plus apte à faire face aux accidents "sévères". Il est apparu que, dans le domaine de la maîtrise des accidents, diverses actions devaient être étudiées de façon urgente : recherche visant à obtenir les "meilleures estimations" des séquences d'accident, détermination des principaux paramètres de la progression des accidents, de façon à pouvoir mettre au point une instrumentation appropriée, formation des opérateurs pour leur apprendre à diagnostiquer les accidents "sévères" du point de vue des phénomènes physiques et non des scénarios, et étude plus poussée de la maîtrise à long terme des accidents.

Ces travaux se poursuivent. Il nous paraît essentiel d'établir, en priorité, une théorie de la sûreté tenant convenablement compte d'accidents dont la probabilité est très faible alors que leurs conséquences éventuelles sont graves, et ce, sans rechercher des preuves absolues que ces phénomènes ne provoquent que peu ou pas de dommages.

Il faudra des travaux bien plus importants encore pour parvenir à une politique commune. L'OCDE, et notamment son Comité sur la Sûreté des Installations Nucléaires, s'occupe activement de ce problème car nous sommes parfaitement conscients des difficultés que les pays Membres rencontreront dans leurs programmes électronucléaires si nous ne parvenons pas à un consensus sur la conduite à tenir à l'égard des accidents sévères.

Évolution du contrôle de la radioexposition professionnelle dans les installations nucléaires*

Les principes de la radioprotection et leur application pratique connaissent une évolution importante qui se caractérise par la recherche d'un équilibre optimal entre le coût à supporter pour obtenir un niveau de protection donné et la réduction du risque d'irradiation, ou du détriment, que ces mesures de protection permettent de réaliser. Des problèmes d'application pratique se posent, notamment en ce qui concerne le contrôle de l'exposition des travailleurs dans certains secteurs du cycle du combustible nucléaire.

Dans les premières années de l'énergie nucléaire, la principale préoccupation était de protéger les travailleurs ; de grands efforts ont alors été faits pour réduire au minimum la radioexposition professionnelle. Les orientations données dans ce sens aux concepteurs et exploitants des centrales nucléaires ont permis de créer des conditions de travail généralement satisfaisantes et de réduire la radioexposition des travailleurs à des niveaux qui sont, à tout prendre, bien inférieurs aux limites de dose autorisées. Il reste cependant, dans l'industrie nucléaire, quelques catégories de travailleurs dont les conditions de travail et les niveaux de radioexposition suscitent des préoccupations et il faut poursuivre les efforts pour améliorer la protection dont jouissent ces travailleurs.

Au cours des années 60 et 70, l'industrie nucléaire a pris son rythme de croisière et les exploitants de centrales ainsi que les organismes chargés de la réglementation se sont alors occupés en priorité de minimiser les risques radiologiques encourus par le public. Ce déplacement du centre d'intérêt était motivé par l'expansion, alors rapide, de l'industrie nucléaire dans les pays de l'OCDE, et notamment par l'augmentation du nombre et de la puissance des centrales, ce qui a eu pour effet de sensibiliser davantage le public aux dangers des rayonnements réels ou perçus comme tels.

Au cours de cette période, des prescriptions de plus en plus strictes ont été mises en vigueur dans toutes les centrales nucléaires pour éviter les accidents et pour assurer la sécurité du traitement et du confinement des déchets radioactifs. Ces efforts ont eu pour conséquence

d'améliorer considérablement le niveau général de sûreté des centrales nucléaires ; par ailleurs, de nouveaux systèmes perfectionnés de gestion des déchets ont réduit à des niveaux infimes les rejets d'effluents radioactifs. Ces deux évolutions, prises ensemble, ont ramené les risques radiologiques encourus par le public en cas d'accident, de même que la radioexposition dans les conditions normales d'exploitation, en deçà de toute valeur inquiétante.

Risques pour les travailleurs de l'industrie nucléaire

Toutefois, ces résultats ont été obtenus au prix d'un accroissement de la radioexposition pour le groupe qui avait initialement retenu l'attention, autrement dit les travailleurs de l'industrie nucléaire. Les nouvelles prescriptions de sûreté des centrales comprennent des opérations d'inspection et d'entretien, ainsi que des modifications et des mises en conformité ; en conséquence de ces mesures, le personnel d'exploitation des centrales est maintenant exposé à des doses de rayonnement qui s'ajoutent à celles produites par le fonctionnement normal de l'installation. D'une manière analogue, la priorité élevée accordée à la sûreté de traitement et de stockage des déchets radioactifs amène les travailleurs à prendre une plus large part dans les opérations de gestion des déchets, ce qui aboutit à accroître leur radioexposition.

Cette évolution est confirmée par diverses études effectuées par l'Agence pour l'énergie nucléaire ainsi que par d'autres organisations internationales

* Par Osvaldo Ilari, Chef adjoint de la Division de la Protection Radiologique et de la Gestion des Déchets Radioactifs, AEN.

et nationales. Ces études montrent notamment que, par rapport à toutes les autres catégories de travailleurs de l'industrie nucléaire, le personnel chargé de l'entretien et de l'inspection des centrales nucléaires est de plus en plus fréquemment exposé à des niveaux de dose plus élevés. Cette radioexposition des travailleurs constitue un fait indiscutable. Il faut le considérer dans le contexte des avantages obtenus, à savoir la réduction des risques encourus par le public du fait de la diminution éventuelle des probabilités d'accidents et de leurs conséquences radiologiques. En d'autres termes, il faut l'envisager en fonction d'un avantage hypothétique plutôt que réel.

Un manque d'équilibre

Les experts sont de plus en plus nombreux à estimer que cette situation accuse peut-être un manque d'équilibre, aussi bien dans la manière dont différents niveaux de risques radiologiques sont tolérés pour deux groupes différents - les travailleurs et le public - que dans la diversité des réactions à des prescriptions différentes - sécurité des centrales nucléaires, protection des travailleurs et protection du public - qui, en fin de compte, ont toute la même valeur sur le plan réglementaire. Conformément à la théorie actuelle sur la radioprotection, qui suppose une protection optimale des personnes, on s'efforce d'arriver à un équilibre entre les coûts à assumer pour obtenir un niveau de protection donné et les risques d'exposition qu'il est possible d'empêcher en appliquant lesdites mesures de protection. L'évolution la plus récente dans ce domaine va plus loin dans ce sens en suggérant que la protection des personnes devrait être garantie par une optimisation globale de tous les paramètres qui entrent en jeu. Il est donc nécessaire, à l'heure actuelle, d'envisager rationnellement le problème de l'optimisation de la protection afin d'obtenir un juste équilibre entre les exigences relatives à la sûreté de la centrale et celles concernant la protection des travailleurs et de la collectivité.

La coopération internationale

L'AEN contribue aux travaux dans ce domaine essentiel par l'intermédiaire d'un groupe d'experts chargé d'étudier les données dosimétriques sur la radioexposition professionnelle dans l'industrie nucléaire, de déterminer les points qui posent des problèmes d'équilibre entre la sûreté de la centrale et la radioexposition, et d'élaborer une théorie et une méthode pour décider de l'équilibre optimal.

Les résultats de ces études serviront ultérieurement de base aux décisions importantes, qu'il faudra prendre bientôt, sur les systèmes et procédures permettant d'améliorer la situation dosimétrique des travailleurs de l'industrie nucléaire, en regard du haut niveau de sûreté technologique déjà atteint dans les centrales.

Un cas spécial : l'extraction de l'uranium

Au cours des dernières années, une certaine catégorie de travailleurs de l'industrie nucléaire a retenu spécialement l'attention des experts : les mineurs d'uranium. Tous les mineurs d'uranium, et notamment ceux qui travaillent dans des mines souterraines, sont exposés à la radioactivité naturelle qui est libérée par les émanations des minerais d'uranium et de thorium et qui pénètre dans les poumons sur les lieux de travail. Les poumons des mineurs reçoivent des doses relativement importantes de rayonnement, et diverses études épidémiologiques semblent confirmer que ces mineurs constituent peut-être le seul groupe homogène de travailleurs dans lequel on observe certains cas d'accidents de santé, et notamment de cancer du poumon, causés par l'irradiation.

Les conséquences du travail dans une mine d'uranium sont aggravées par la synergie, ou interaction des effets du rayonnement avec ceux du tabagisme et avec les effets d'autres polluants du milieu de travail comme la poussière, les vapeurs, etc. Pour relever les normes de protection dans les mines d'uranium et les amener aux niveaux satisfaisants atteints dans d'autres domaines du cycle du combustible nucléaire, il faut améliorer la conception des installations, et notamment les

systèmes de ventilation ; les procédures d'exploitation doivent également être rendues plus strictes ; il faut mettre au point des systèmes plus précis d'évaluation de dose et disposer d'instruments perfectionnés pour la dosimétrie personnelle des travailleurs et la surveillance des niveaux de contamination sur le lieu de travail.

Au cours des dernières années, l'AEN a contribué de façon notable aux travaux dans les domaines ci-dessus en entreprenant des études, en procédant à des échanges d'informations et à la préparation d'avis techniques. Des groupes d'experts travaillant pour l'Agence ont préparé des rapports techniques sur la dosimétrie du radon et du thoron, ainsi que sur la métrologie et la surveillance de ces radionucléides.

Comme une bonne dosimétrie et une sur-

veillance précise nécessitent obligatoirement des instruments précis et fiables, les études relatives à ce domaine ont été particulièrement privilégiées. Par exemple, l'AEN lance actuellement, en collaboration avec la Commission des Communautés Européennes (CCE), un important exercice international qui couvre la totalité de la zone de l'OCDE et qui porte sur l'étalonnage et la comparaison d'équipements de dosimétrie et de surveillance.

D'autres questions plus spécialisées sont également étudiées par les responsables de la radioprotection des travailleurs. Mais les problèmes évoqués ci-dessus ont une plus vaste portée et il est probable que lorsque des solutions satisfaisantes leur seront apportées, une étape très importante sera franchie par l'industrie nucléaire.

La notion de « démonstration » appliquée à la gestion à long terme des déchets radioactifs*

On entend fréquemment demander, comme préalable au développement des programmes d'énergie nucléaire, qu'une "démonstration" soit faite de la gestion sûre des déchets radioactifs de haute activité. Cette exigence a même été reprise dans certaines législations nationales sur la mise en place de l'énergie nucléaire. Il est donc indispensable de préciser clairement le sens du mot "démonstration" et les modalités de réalisation pratique.

L'AEN vient de publier sur ce sujet un document* exposant le consensus international auquel on est parvenu sur ce qui constituerait un programme de démonstration valable. Ceci doit permettre de mieux comprendre les problèmes en jeu et de situer dans le contexte voulu les activités nationales et internationales de recherche et de développement.

Activités à court et à long termes

La série complexe d'opérations nécessaires à la gestion des déchets de haute activité dans des conditions de sécurité comprend, d'une part, les opérations destinées à résoudre les problèmes à court terme et, d'autre part, celles qui concernent le très long terme. La démonstration des activités à court terme peut se faire directement, en ce sens que le bon fonctionnement des installations constitue par lui-même une preuve satisfaisante de leur faisabilité et de leur sûreté.

En pratique, ce résultat a déjà été atteint, notamment en France, puisqu'au cours des cinq dernières années, l'atelier industriel de vitrification de Marcoule (AVM) et les installations de stockage correspondantes ont fonctionné avec succès.

Dans le cas des activités à plus long terme, comme le confinement à long terme des déchets radioactifs dans des structures souterraines profondes, la démonstration doit être indirecte. En effet, la démonstration directe d'un système d'évacuation de ce genre nécessiterait une expérience pratique portant sur une

* Cet article est tiré de *Gestion à long terme des déchets de haute activité - Signification d'une démonstration*, fascicule de 24 pages qui peut être obtenu gratuitement sur demande adressée à l'AEN.

période excessivement longue, dépassant de beaucoup la durée de la vie humaine. La preuve de la sûreté des opérations d'évacuation des déchets radioactifs à haute activité doit donc être indirecte et fondée sur un raisonnement différent. La démonstration de la fiabilité d'une installation d'évacuation en grande profondeur doit comprendre deux étapes. Il faut :

- En premier lieu, montrer qu'une installation d'évacuation pourrait être construite, exploitée et fermée en toute sécurité et pour un coût acceptable, en faisant appel à l'expérience disponible en matière de travaux miniers et d'ingénierie. Il pourrait être nécessaire à cet effet de concevoir et de construire une ou plusieurs installations expérimentales.
- En deuxième lieu, réaliser une évaluation convaincante des performances du système et de sa sûreté à long terme, fondée sur des études prévisionnelles confirmées par un ensemble de données diverses de caractère technique et scientifique, dont une grande part proviendrait de travaux expérimentaux.

Le nécessaire rôle de l'expérience et de la recherche

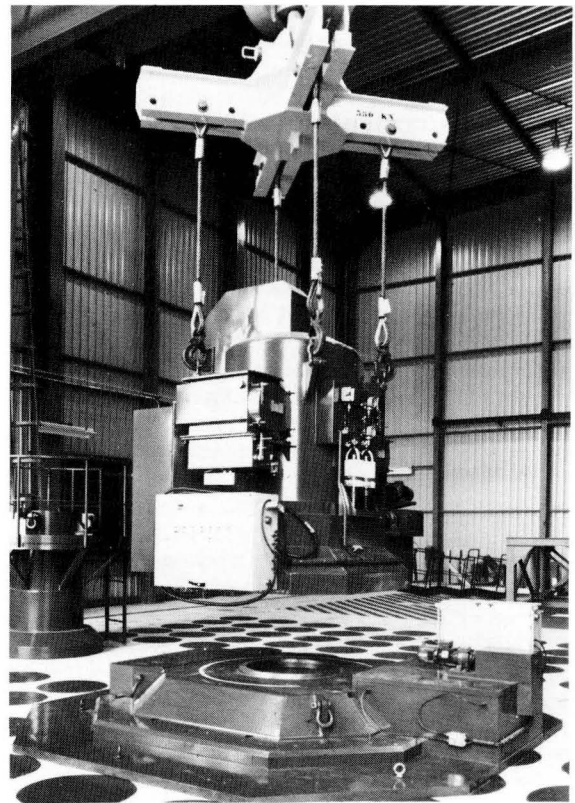
Une expérience considérable a déjà été acquise en matière de forage, de travaux miniers et d'ingénierie de type classique, et cette expérience est directement utilisable pour la conception et la construction de dépôts souterrains à grande profondeur qui seraient situés à plusieurs centaines de mètres au-dessous de la surface. D'autre part, cette expérience devrait être complétée par des activités particulières de R&D, dont certaines sont d'ailleurs en cours. Les informations recueillies jusqu'à présent donnent à penser qu'aucun obstacle majeur, soit géotechnique, soit économique, ne s'oppose à ce que des déchets solidifiés de haute activité soient convenablement stockés dans des milieux géologiques appropriés et à la profondeur voulue.

La deuxième étape, qui est indirecte, consiste à recueillir des éléments d'information convaincants et à préparer une évaluation prévisionnelle susceptible d'apporter le degré de confiance requis

dans la sûreté de cette forme d'évacuation.

Le rôle de l'interprétation et de l'appréciation personnelle

Les études prévisionnelles sont de plus en plus utilisées comme instruments scientifiques pour prévoir le comportement à long terme des systèmes techniques complexes, et aussi celui des systèmes d'évacuation de déchets radioactifs. Etayées par les résultats obtenus lors d'expériences sur le terrain et dans d'autres domaines scientifiques, comme la géologie, l'hydrologie, l'étude des preuves historiques fournies par la nature, et l'archéologie, ces "évaluations des performances des systèmes d'évacuation" permettent d'apporter la preuve indirecte que les systèmes proposés conviennent à l'emploi envisagé et que leur intégrité à long terme est assurée. Cependant, les analyses prévisionnelles font appel à des techniques scientifiques très complexes, et les résultats obtenus



Stockage des déchets de haute activité vitrifiés

doivent toujours comporter une certaine part d'interprétation et d'appréciation personnelle car des incertitudes et des événements imprévus peuvent survenir dans un lointain avenir.

Les autorités nationales compétentes ont la tâche d'examiner de façon critique les éléments d'appréciation scientifiques et techniques présentés en faveur des systèmes d'évacuation proposés. Elles doivent s'assurer que les éléments d'appréciation fournis révèlent une connaissance suffisamment poussée des problèmes en cause, et que les solutions proposées permettent d'atteindre les objectifs de sûreté à long terme. Comme dans toute entreprise humaine, la sécurité absolue n'existe pas et, en matière de sûreté, les objectifs doivent être considérés dans le contexte des autres activités humaines.

Évacuation des déchets radioactifs dans les fonds marins

Sous l'égide de l'AEN, un Groupe de travail international recherche s'il est techniquement possible d'utiliser les couches sédimentaires des fonds marins pour isoler les déchets de haute activité, et si cette solution est sûre à long terme.

Du point de vue théorique, l'évacuation des déchets radioactifs de haute activité dans des formations géologiques stables sous les fonds marins est analogue à l'évacuation dans les formations géologiques sur terre : leur objectif est d'isoler les radionucléides à longue période dans un milieu géologique qui constitue la principale barrière de confinement.

Le programme de l'AEN

Le programme de recherche du Groupe de travail de l'AEN sur l'évacuation dans les fonds marins a pour but de fournir les données voulues pour une évaluation complète, portant aussi sur la sûreté à long terme, d'un éventuel dépôt, à une certaine profondeur dans les formations géologiques sédimentaires des grands fonds marins, de déchets radioactifs de haute activité emballés dans des conteneurs de type approprié.

Pour déterminer si l'opération est réalisable, il faut pouvoir répondre aux trois

Autres assurances de sûreté

En combinant la démonstration directe à court terme des possibilités en matière de travaux miniers et de génie civil, avec la démonstration indirecte de la sûreté à long terme au moyen d'études prévisionnelles, on peut répondre de façon valable aux préoccupations du public, et à celles des autorités chargées de la réglementation, en ce qui concerne la gestion à long terme des déchets radioactifs. De grands progrès ont déjà été réalisés dans ce sens, et il y a toute raison de croire que la poursuite des travaux de recherche et développement rendra cette démonstration de plus en plus convaincante.

questions suivantes :

- Existe-t-il, dans les fonds marins, des emplacements pour lesquels les propriétés des sédiments et les autres caractéristiques conviennent à une évacuation ?
- Est-il possible de mettre en place des déchets emballés dans les sédiments des fonds marins, et quels seraient les effets de cette opération sur la barrière sédimentaire ?
- Quelles sont les conséquences radiologiques d'une évacuation dans les fonds marins ?

Un certain nombre d'études envisagent que les déchets de haute activité seront vitrifiés et placés dans des capsules en acier inoxydable. Ces capsules seraient stockées à terre pendant un temps compris entre 5 et 50 ans avant d'être enfouies dans les fonds marins.

La profondeur minimale d'enfouissement serait essentiellement fonction de considérations relatives au confinement à long terme, la barrière sédimentaire devant pouvoir empêcher toute migration inacceptable de radionucléides dans l'océan. A l'heure actuelle, la plupart des études montrent qu'un enfouissement à quelques dizaines de mètres permettrait d'obtenir la protection voulue contre le rayonnement. La profondeur d'enfouissement

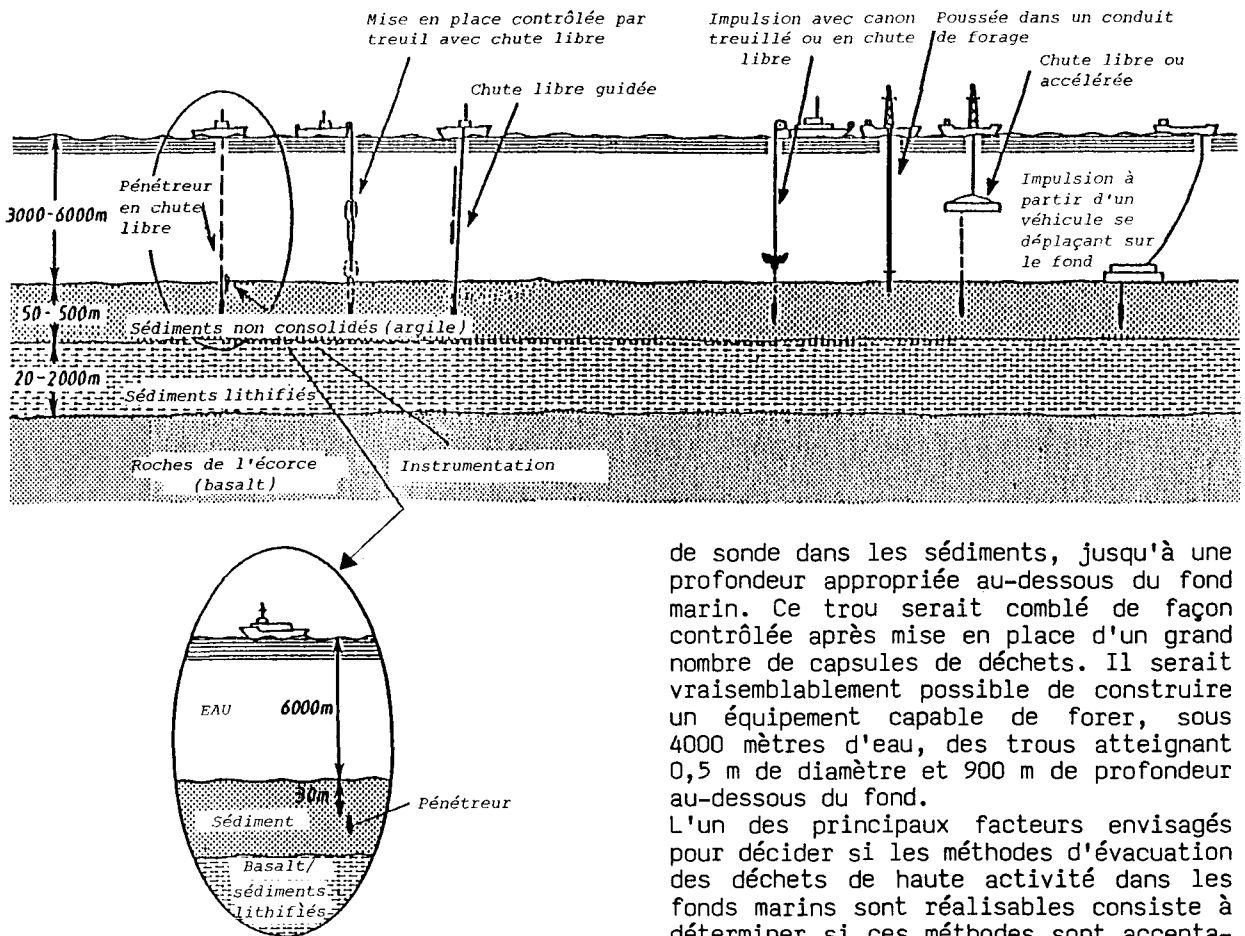
serait également fonction des propriétés locales des sédiments.

Méthodes de dépôt

On étudie actuellement deux méthodes différentes de dépôt. Décrite brièvement, la méthode de dépôt par torpille de pénétration consiste à charger une ou plusieurs capsules de déchets dans une torpille spéciale qu'on laisse tomber d'un navire stationné au-dessus de la zone d'évacuation. La torpille s'immobilise dans les

sédiments océaniques à une profondeur qui est fonction de la forme de la torpille et des propriétés des sédiments. Lors de la première phase d'essais sur le terrain en mars 1983 dans l'océan Atlantique, une profondeur d'enfouissement de 30 m a été obtenue lors de l'utilisation d'une torpille à chute libre de dimensions réduites, ce qui correspond à un enfouissement d'environ 100 m dans le cas d'un dispositif en vraie grandeur.

La méthode avec forage préalable qui est actuellement envisagée nécessite de forer initialement, depuis un navire, un trou



de sonde dans les sédiments, jusqu'à une profondeur appropriée au-dessous du fond marin. Ce trou serait comblé de façon contrôlée après mise en place d'un grand nombre de capsules de déchets. Il serait vraisemblablement possible de construire un équipement capable de forer, sous 4000 mètres d'eau, des trous atteignant 0,5 m de diamètre et 900 m de profondeur au-dessous du fond.

L'un des principaux facteurs envisagés pour décider si les méthodes d'évacuation des déchets de haute activité dans les fonds marins sont réalisables consiste à déterminer si ces méthodes sont acceptables du point de vue radiologique ; par suite, l'évaluation de l'incidence radiologique de ces solutions constitue une partie importante du programme de recherche.

Les calculs préliminaires et l'analyse de sensibilité montrent que le facteur qui exerce la plus grande influence sur les doses potentielles à l'homme est le

Différents concepts pour l'évacuation de déchets radioactifs dans les fonds marins : Atkins, mai 1981, DOE/RW/82.015 - cité dans les rapports 1983 du Groupe de travail OCDE/AEN sur l'évacuation dans les fonds marins (à paraître)

taux de migration des radionucléides vers la surface à travers les couches sédimentaires et dans l'océan.

Des travaux sont déjà en cours pour obtenir des évaluations plus complètes sur le plan radiologique. Pour quantifier avec précision les conséquences radiologiques à long terme de l'enfouissement sous-marin, il faut également construire des modèles prévisionnels qui décrivent chaque élément du système de "barrières" et les itinéraires de retour de la radioactivité à l'homme.

Programme de recherche seulement

Le programme de recherche coordonné de l'AEN est essentiellement un programme de R-D ; par conséquent, il n'existe aucun plan de mise en place de déchets radioactifs de haute activité en quelque endroit que ce soit de l'océan Pacifique ou de l'océan Atlantique. D'ailleurs,

l'un des principaux points consiste à déterminer s'il existe un emplacement qui conviendrait à un dépôt de ce genre.

Ce programme est organisé par le Groupe de travail sur l'évacuation dans les fonds marins, constitué par des représentants de divers pays qui travaillent activement à la recherche et au développement dans ce domaine*. Un rapport très complet sur l'état des connaissances d'après les conclusions du Groupe est en cours de préparation et sera publié par l'AEN vers la fin de l'année.

* Les membres du Groupe de travail de l'AEN sur l'évacuation dans les fonds marins sont : la République fédérale d'Allemagne, le Canada, les Etats-Unis, la France, le Japon, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suisse et la Commission des Communautés Européennes. La Belgique et l'Italie ont le statut d'observateur.

La Banque de données de l'AEN et le fichier conjoint de données évaluées

La récession économique mondiale de ces dernières années a souvent entraîné une concentration des ressources limitées consacrées à la recherche scientifique et a, dans certains cas, encouragé la coopération internationale. Il en a été ainsi du fichier conjoint de données évaluées (JEF) qui sera établi en coopération entre, d'une part, les pays qui participent au projet et, d'autre part, la Banque de données de l'AEN. La publication de la première version entièrement vérifiée du fichier JEF-1 est prévue pour 1985.

Le rôle des données nucléaires évaluées

Une caractéristique importante de la technologie de l'énergie nucléaire est que celle-ci dépend de façon importante de l'interaction entre les noyaux et certaines particules "fugitives" telles que les neutrons. Comme il est malaisé de suivre le comportement des différents neutrons pris séparément, les valeurs de la plupart des constantes nucléaires utilisées pour les calculs théoriques ne

sont connues qu'à quelques points près, et non pas avec les précisions beaucoup plus élevées dont peuvent disposer les ingénieurs d'autres disciplines.

Pour que les réacteurs et leurs blindages soient conçus de façon prudente, les calculs neutroniques doivent donc être fondés sur les valeurs les moins favorables de la section efficace ; par suite, le résultat obtenu n'est pas optimal. Une amélioration d'un point de la certitude avec laquelle sont connues les sections efficaces les plus importantes pourrait permettre des économies de plusieurs millions de dollars par réacteur. Ces économies potentielles justifient que l'on continue les programmes nationaux et internationaux à long terme qui visent à obtenir des données nucléaires plus précises au moyen de mesures nouvelles et par une estimation soignée de la somme des données mesurées déjà disponibles.

Le processus d'évaluation suppose d'étudier toutes les mesures disponibles de la section efficace dont il s'agit, de réévaluer les estimations d'erreur et, éventuellement, de réétalonner les courbes pour tenir compte des améliorations

des normes de mesure utilisées. Des calculs théoriques permettent de combler les parties du domaine d'énergie dans lesquelles les données mesurées sont rares. Enfin, la validité de l'évaluation peut être contrôlée par comparaison entre les valeurs mesurées pour les effets macroscopiques (plus faciles à mesurer avec une grande précision), et les prévisions fournies par les calculs, qui simulent la même expérience et qui font appel aux données (microscopiques) évaluées de la section efficace.

Le projet de fichier conjoint de données évaluées (JEF)

La proposition de coordonner les travaux d'évaluation effectués dans plusieurs des pays affiliés à la Banque de données de l'AEN, et de combiner les résultats en un seul fichier qui serait établi et tenu à la Banque de données, a été présentée lors de la réunion de 1980 du Comité de l'AEN sur la physique des réacteurs. Ces données doivent remplacer les fichiers nationaux beaucoup plus anciens de données évaluées qui servent actuellement à la plupart des calculs de physique des réacteurs en Europe. L'utilisation, par de nombreux pays utilisateurs de la Banque de données, d'un jeu d'évaluations concis et nouvellement établi aura non seulement pour effet d'améliorer la précision des calculs, mais aussi d'accroître considérablement les possibilités d'inter-comparaison des résultats.

En 1982, la Banque de données a mis en place un "fichier pilote" JEF-1 de tous les principaux éléments et isotopes qui, à l'heure actuelle, ont une importance dans la conception et le blindage des réacteurs. Le choix des évaluations à inclure dans le fichier a été effectué par les experts des pays Membres. En fin d'année, le fichier contenait des données relatives à près de 270 matériaux différents, et des comparaisons intégrales simples avec les données mesurées dans les spectres neutroniques standard avaient permis un contrôle préliminaire de validité. Les progrès réalisés dans l'établissement et la validation simple

de ce fichier ont permis de justifier une proposition de seconde phase du projet JEF couvrant la période 1983-1985.

Faire accepter le JEF

En septembre 1983, le fichier contenait des données sur 297 isotopes et éléments naturels, et on avait commencé les essais les plus simples, par "calculs repères", de certaines parties du fichier en les comparant aux résultats expérimentaux standard. Des calculs ont été effectués à Harwell, Karlsruhe et Winfrith et, en moins grand nombre, à la Banque de données de l'AEN. Les résultats obtenus sont encourageants, mais ne représentent que la première phrase de vérification des données dans des conditions plus voisines de celles de réacteurs en fonctionnement.

Le travail de validation continuera au cours des deux prochaines années, surtout dans les laboratoires nationaux, et les améliorations du fichier s'effectueront parallèlement dans les cas où elles seront jugées urgentes. Le but recherché est de mettre en service, à fin 1985, un fichier JEF-1 bien vérifié par des calculs repères, et dont les forces et les faiblesses lorsqu'il s'agit de rendre compte des mesures intégrales et du comportement des assemblages critiques sont bien comprises. Parallèlement, de nouvelles évaluations sont entreprises par les pays participants, et les améliorations correspondantes figureront dans une version révisée (JEF-2) du fichier, qui doit être mise en service à la fin de 1985.

La poursuite ultérieure du projet dépendra de la confiance des scientifiques et des ingénieurs dans la fiabilité des données. On espère que le fichier JEF fournira à la physique la base nécessaire pour une nouvelle série de perfectionnements des filières existantes de réacteurs. La poursuite du développement du fichier JEF et son extension à de plus hautes énergies pourraient en faire une base appropriée pour les premiers modèles de réacteurs à fusion.

Les super-ordinateurs : la prochaine génération

Au cours des 40 dernières années, la vitesse de calcul des ordinateurs s'est accrue d'environ sept ordres de grandeur ; pour présenter les choses différemment, un calcul qui aurait demandé une année en 1940, ou un jour entier en 1950, peut maintenant être effectué en une seconde. Il existe des motifs puissants pour créer des machines encore plus rapides : selon certaines conceptions des milieux gouvernementaux et industriels américains, il faudrait arriver à multiplier la vitesse de calcul par 200. Selon M. Jack Worlton, du Laboratoire national de Los Alamos, une accélération de cet ordre est souhaitable car de nombreux problèmes restent impossibles à résoudre en raison du temps de calcul qui serait nécessaire. Un nouvel ordinateur ultra-rapide permettrait peut-être d'effectuer du soir au lendemain des calculs qui demanderaient à l'heure actuelle 1.000 heures/machine, ce qui est irréalisable. Toutefois, un problème se pose aux concepteurs : le taux d'accroissement de la vitesse de calcul diminue, et il faudra recourir à des solutions nouvelles pour arriver à multiplier cette vitesse par

200 au cours de la prochaine décennie. Pour la future génération de super-ordinateurs, l'accroissement de la vitesse ne sera obtenu que pour partie par des perfectionnements électroniques ; les concepteurs ne pourront arriver au résultat cherché qu'en effectuant des modifications radicales de l'architecture du matériel et, ultérieurement, en faisant appel au traitement des données en parallèle.

M. Worlton a présenté ces prévisions au cours de deux conférences données au siège de l'OCDE à Paris, le 27 septembre ; il a étudié les origines des systèmes de stockage de masse, puis examiné et analysé les caractéristiques génériques de la nouvelle génération de super-ordinateurs basés sur ce procédé.

M. Worlton estime que les tentatives faites par l'industrie japonaise pour occuper le premier rang mondial en matière de super-ordinateurs ont amené les constructeurs américains à réexaminer leurs produits et leurs efforts de recherche ; la concurrence entre ces deux grands s'intensifiera certainement au cours des prochaines années, et la conclusion ne



L'ordinateur de grande puissance CRAY I

sera favorable aux américains que si ceux-ci réussissent à contrer les avantages que possèdent les japonais, surtout dans le domaine du matériel.

Les ordinateurs de "cinquième génération" que les japonais se proposent de réaliser bénéficieront sans doute de développements selon deux orientations assez différentes : la puissance de l'industrie informatique japonaise, dont l'intégration est verticale, sera utilisée pour tenter d'occuper, sur le marché mondial, le créneau qui existe pour un super-ordinateur compatible avec le matériel IBM, et il serait fait appel aux concepts de l'intelligence artificielle pour améliorer la liaison entre ces matériels extrêmement complexes et leurs utilisateurs.

Le congrès nucléaire Inter-Jura 1983

Quelque 200 délégués ont participé au 6ème congrès de l'Association internationale de droit nucléaire (AIDN) qui s'est tenu à San Francisco du 11 au 15 septembre, et qui réunit tous les deux ans les membres de cette association non gouvernementale dont l'objet essentiel est de promouvoir l'étude du droit nucléaire et l'échange d'informations sur ce sujet. L'Association regroupe des membres de plus de 30 nationalités différentes ; toutefois, la plupart d'entre eux viennent de la zone de l'OCDE.

Le Congrès de 1983 a étudié le commerce international d'installations et de matières nucléaires, ainsi que le progrès de la réglementation des installations nucléaires, en s'attachant tout particulièrement aux problèmes de la gestion des déchets radioactifs et aux réactions du public à l'égard de l'énergie nucléaire. De plus, l'un des points de l'ordre du jour portait sur le statut juridique des opérations de déclassement des centrales électronucléaires.

L'une des sessions a été consacrée à l'étude des principes fondamentaux du régime de responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire, à la lumière des travaux récemment entrepris au sein de l'OCDE pour la révision des

Conventions de Paris et de Bruxelles. Les débats ont également porté sur les problèmes qui découlent du manque d'homogénéité en matière de responsabilité et d'indemnité dans les pays Membres, et sur l'inclusion de justifications permettant de limiter la responsabilité des exploitants d'installations nucléaires.

Les programmes consacrés à l'uranium

L'énergie nucléaire présente un avantage économique considérable par rapport à tous les autres grands procédés de production de l'énergie électrique : le coût du combustible est faible. Pour que cet avantage subsiste, il faut que la production d'uranium couvre les besoins de l'industrie nucléaire et que les ressources en uranium soient suffisamment importantes pour assurer les approvisionnements jusqu'à une date éloignée.

L'AEN a mis en oeuvre plusieurs programmes dans les différents domaines de la partie initiale du cycle du combustible. L'une de ces études, IUREP, est consacrée à l'approvisionnement au cours du XXIème siècle.

Projet international d'évaluation des ressources en uranium (IUREP)

Le Projet international d'évaluation des ressources en uranium (Projet IUREP) a débuté en 1977 par une étude du potentiel en uranium de 185 pays. Cette étude a servi à préparer les estimations des "ressources spéculatives" du monde entier.

Comme le nom de ces ressources l'indique, leur existence est hypothétique, mais leur importance est néanmoins très grande. Les ressources qui ont déjà été découvertes peuvent produire l'uranium destiné à satisfaire à court terme les besoins des programmes électronucléaires mais, à plus long terme (autrement dit, au siècle prochain), l'uranium devra être produit à partir de ressources qui ne sont pas encore découvertes. Il est essentiel, pour ceux qui sont chargés de la planification énergétique, de disposer d'estimations de l'ordre de grandeur de ces ressources.

Ce travail, qui a reçu le nom de Phase I du Projet IUREP, a été publié en 1978 dans un rapport intitulé "Potentiel mondial en uranium - Une évaluation internationale" ; il a été résumé dans les éditions récentes du Livre rouge. Depuis lors, des missions, comprenant habituellement deux géologues spécialistes de l'uranium, ont été envoyées dans certains pays afin d'en mieux évaluer les ressources spéculatives. Au cours de cette campagne, dénommée phase d'orientation du projet IUREP, vingt pays ont été visités. A l'heure actuelle, les rapports de cinq missions ont été publiés ; les autres rapports paraîtront au cours des prochains mois (des résumés de ces rapports peuvent être obtenus sur demande

adressée à l'AEN). La phase d'orientation, qui a débuté en 1979, se terminera à la fin de 1983.

Un examen de la base de données sur les ressources spéculatives déterminées dans le cadre du projet IUREP s'est achevé en juin 1983. Cet examen a entraîné quelques modifications peu importantes des estimations de ressources et a permis de préciser le degré de confiance que l'on peut accorder aux données. Les nouvelles estimations figureront dans la prochaine édition du Livre rouge.

L'AEN poursuit les travaux du projet IUREP, ainsi que d'autres études qui traitent de la possibilité d'utiliser les ressources spéculatives pour les approvisionnements.

Faire mieux comprendre les possibilités du nucléaire : le rôle des pouvoirs publics

*Cet article est extrait de l'allocution prononcée par M. Howard K. Shapar, Directeur Général de l'Agence de l'OCDE pour l'Energie Nucléaire, à l'Institut de l'Uranium à Londres, le 25 août 1983**

Il est indiscutable que les réactions de rejet du public à l'égard de l'énergie nucléaire, transformées en actions par les opposants, ont été et continuent d'être un obstacle important à la croissance de l'électronucléaire. Nous admettons tous que l'anxiété manifestée par le public à l'égard de l'énergie nucléaire est réelle, même si elle est mal fondée.

Pour analyser ce problème, on pourrait commencer par examiner dans quel contexte se forment les mouvements de protestation contre le nucléaire. Il ne fait pas de doute que ces protestations ont, comme toile de fond, les grands problèmes de société des années 70 :

- a) un plus grand souci de l'environnement ;
- b) le rôle de l'énergie dans le développement social et économique ;
- c) le but de la croissance économique ;
- d) un plus grand intérêt pour la science d'une part et, d'autre part, une certaine désillusion à l'égard de nombreuses réalisations scientifiques ;
- e) un manque de confiance dans les institutions et les pouvoirs publics ;
- f) le problème de la non-prolifération des armes nucléaires ;
- g) la défiance à l'égard des "grands" projets industriels.

Sondages d'opinion

Les sondages d'opinion montrent que, dans de nombreux pays industrialisés, une fraction importante de la population est, soit résolument opposée à un recours plus large au nucléaire, soit inquiète ou mal informée des problèmes de sûreté des réacteurs ou d'évacuation des déchets. Selon certains sondages, dans lesquels les mêmes questions ont été posées pendant plusieurs années, l'appui du public

* *Uranium et Energie Nucléaire* : le compte rendu du Huitième Séminaire international de l'Institut de l'Uranium sera publié par cet Institut en décembre 1983.

à l'énergie nucléaire a notablement diminué depuis le milieu des années 70.

Ces sondages font ressortir nombre de points intéressants, dont certaines anomalies, par exemple, que la proportion des personnes interrogées qui souhaiteraient arrêter la construction de nouvelles centrales est supérieure à celles qui souhaiteraient arrêter les centrales actuellement en fonctionnement. Ceci dénote peut-être une plus grande prise de conscience des réalités économiques.

De plus, dans certains pays, les sondages ont montré que la confiance manifestée par le public à l'égard de l'énergie nucléaire diminue régulièrement alors même que le gouvernement intensifie ses efforts d'information des collectivités et que l'on enregistre des progrès en ce qui concerne les techniques de sûreté et les systèmes d'évacuation des déchets.

S'il faut en croire les sondages, le nombre relativement faible d'activistes anti-nucléaires dans la zone de l'OCDE reflèterait une plus large défiance, au sein de nos collectivités, à l'égard du nucléaire. Ceux qui sont en faveur de l'énergie nucléaire sont fréquemment en minorité. Ceux qui "ne savent pas", sont indifférents ou n'ont pas pris de décision, représentent donc une fraction importante, et c'est leur appui qu'il faut gagner.

Principaux thèmes de préoccupation

Lorsqu'on examine quels sont les sujets qui semblent provoquer la plus grande inquiétude dans le public, il ne faut pas perdre de vue que ces sujets ont fréquemment des limites aussi incertaines que les inquiétudes de ceux qui en parlent, et qu'il y a chevauchement et interaction entre les différents sujets. Toutefois, la sûreté des réacteurs nucléaires arrive sans contexte au premier plan et, dans ce domaine, la peur des rayonnements sert de point de convergence à ceux qui ne sont pas à même d'exprimer plus précisément leurs craintes à propos de la sûreté des centrales.

Dans la mesure où l'on peut classer les principaux sujets d'inquiétude dans la plupart des pays, on obtient à peu près la liste suivante :

a) Sûreté

Les risques sont-ils trop grands ? Quel est le degré de sûreté suffisamment sûr ? L'accident de Three Mile Island démontre-t-il la faiblesse intrinsèque du système, ou a-t-il au contraire prouvé que le système fonctionnait ?

b) Gestion des déchets

Comment pouvons-nous prouver que les déchets radioactifs de haute activité et de longue période peuvent être stockés sans danger ? Quels problèmes créons-nous pour les générations futures ?

c) Non-prolifération

Ce problème touche la politique étrangère, les échanges, et (par le biais du traité sur la non-prolifération des armes nucléaires) le désarmement.

d) Transport des matières nucléaires

Dans certains pays, l'augmentation du volume des transports de matières nucléaires a accru les inquiétudes à propos de la sécurité. Le transport dans des régions à forte densité de population constitue un bon sujet pour ceux qui veulent faire porter le débat sur les dangers que les matières nucléaires ou les déchets radioactifs peuvent faire courir aux populations.

Réponse des pouvoirs publics aux attitudes anti-nucléaires

La manière dont les pouvoirs publics ont réagi à l'opposition nucléaire au cours de la dernière décennie reflète, bien évidemment, la situation économique et politique de chaque pays et montre aussi la diversité des méthodes dictées par les attitudes et les traditions nationales. Ces méthodes peuvent consister aussi bien à faire appel aux électeurs pour la prise de décision, grâce à diverses procédures telles que le référendum national, l'enquête publique et le débat parlementaire, qu'à prendre les décisions au sommet moyennant un minimum de consultation du public.

On peut manifestement conclure de l'application de ces méthodes que les pouvoirs publics ne disposent pas d'une réponse unique et toute faite à l'opposition nucléaire qui puisse convenir aussi bien, par exemple, à l'Espagne qu'au Canada. Les pouvoirs publics doivent travailler dans le cadre de leurs propres institutions et en tenant compte de leurs propres impératifs politiques : la combinaison des différents éléments de la réponse variera toujours selon les situations. Ceci ne veut pas dire que certains éléments qui ont été employés avec succès dans un pays ne peuvent pas l'être également dans d'autres pays.

A mon sens, les gouvernements disposent de trois grandes méthodes pour mieux faire comprendre l'énergie nucléaire au public :

- a) effectuer avec efficacité les tâches qui leur incombent traditionnellement: décider les priorités, financer la recherche, encourager les échanges d'informations avec les autres pays et fixer la réglementation ; en d'autres termes, bien s'acquitter de leur mission ;
- b) fournir les renseignements essentiels sur la nécessité de l'énergie nucléaire et sur son importance économique, et créer les conditions voulues pour modifier les politiques. Autrement dit, le gouvernement doit expliquer sa position ;
- c) faire preuve de jugement et de décision, autrement dit diriger, notamment lorsque la solution à adopter n'est pas évidente.

Si les gouvernements se conformaient plus étroitement aux priorités qu'ils se sont eux-mêmes fixées dans ces domaines, ils contribueraient dans une grande mesure à réduire ou à éliminer les doutes et les incertitudes qui pèsent actuellement sur le développement de l'énergie nucléaire.

Observations générales

Si l'on examine la situation du point de vue de l'acceptation de l'énergie nucléaire par le public dans les pays de l'OCDE, on est frappé de voir combien les réactions des pouvoirs publics peuvent être différentes. Les ressemblances sont moins évidentes, mais elles existent, et

elles sont suffisamment visibles pour qu'il soit possible d'en tirer quelques conclusions préliminaires :

- a) Les gouvernements admettent, comme le veut la tradition dans les démocraties, que le public a le droit d'être informé des problèmes d'intérêt public ; or, le nucléaire fait partie de ces problèmes.
- b) Certains gouvernements sont moins empressés que d'autres à faire le maximum pour fournir des informations sur l'énergie nucléaire et créer les occasions de discuter le problème.
- c) Ceux qui sont en faveur de la méthode la plus ouverte avancent que les difficultés et les coûts de la mise en oeuvre d'une telle politique - de même que les erreurs et omissions embarrassantes qu'elle met parfois au jour, sont moins importants que les avantages qu'elle procure.
- d) Il y a des avantages évidents, ne serait-ce que du point de vue de l'acceptation par le public, à ce que les gouvernements fassent preuve de continuité et de fermeté dans les décisions relatives au domaine nucléaire.
- e) Un fonctionnement sans défaillance constitue la meilleure publicité pour le nucléaire. Il est indispensable que les pouvoirs publics s'efforcent d'obtenir un bon niveau de fonctionnement, lorsque ce n'est pas déjà le cas.
- f) Les consultations internationales sur les résultats obtenus en matière d'exploitation des installations doivent s'effectuer librement et de manière suivie, de façon que les pays puissent partager l'expérience acquise sur les nombreux réacteurs en fonctionnement.
- g) La coopération internationale sur les recherches en matière de sûreté des réacteurs et de gestion des déchets doit continuer d'être encouragée. Cette coopération sur les aspects essentiels du cycle du combustible contribue à accroître la confiance du public.

Conclusion

Le difficile climat économique actuel constitue une incitation supplémentaire à prendre en temps voulu des décisions motivées sur les questions nucléaires.

Dans le passé, certains gouvernements ont réussi, en utilisant diverses méthodes, à expliquer leurs décisions de façon convaincante et à faciliter ainsi l'acceptation, par le public, de l'énergie nucléaire dont le rôle est si important pour le progrès économique futur. Les avantages persistants du nucléaire sur le plan économique et sur celui de

l'environnement constituent la clé du succès. En gardant le silence face à un problème qui divise l'opinion, on aboutit à ne laisser présenter qu'un côté de la question. Il est évident que les gouvernements ont un rôle à jouer à cet égard. Il est également évident que la réussite est possible malgré les difficultés.

Estimations de la puissance nucléaire installée dans les pays de l'OCDE jusqu'en l'an 2000 (octobre 1983)

La publication annuelle de l'AEN "Quelques données sur l'énergie nucléaire et le cycle du combustible" a paru pour la première fois en diffusion générale au mois de mars de cette année ; depuis cette date, les estimations de la puissance nucléaire installée dans les pays de l'OCDE ont été révisées. Ce document peut être obtenu gratuitement, sur demande adressée à l'AEN.

Pays	GWe					
	1981	1982	1985	1990	1995	2000
Allemagne, R.F.	9.9	9.9	16.5	23.1	28.2	30.0
Australie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Autriche*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Belgique	1.7	3.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Canada	5.25	7.0	10.1	13.9	15.6	17.3
Danemark	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Espagne	2.0	2.0	4.7	6.7	9.0	13.0
Etats-Unis	5.2	63.7	80.3	114.0	122.7	130.0
Finlande	2.2	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2
France	22.0	23.8	36.3	54.8	67.2	82.4
Grèce	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Irlande	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Islande	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Italie	1.3	1.3	1.3	3.3	13.3	17.5
Japon	15.5	17.3	25.7	35.0	49.0	70.0
Luxembourg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nouvelle-Zélande	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Norvège	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pays-Bas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Portugal	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.9
Royaume-Uni	6.1	6.1	9.0	10.7	16.4	22.7
Suède	6.4	7.3	8.4	9.4	9.4	9.4
Suisse	1.9	1.9	2.9	2.9	2.9	3.9
Turquie	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0
Total OCDE (arrondi)	131	147	204	282	345	412

* Non compris Zwentendorf, 700 MWe.

Nouveaux rapports de l'AEN

Rapports sur la sûreté nucléaire

Peu avant l'été, l'AEN a publié deux rapports qui auront certainement des incidences dans deux grands domaines de la recherche en matière de sûreté nucléaire: la fiabilité humaine et les techniques de sûreté des réacteurs rapides. Un troisième rapport, sur certains aspects du transport du combustible irradié, doit paraître au début de l'année prochaine.

Le rapport "Assessing Human Reliability in Nuclear Power Plants" (Evaluation de la fiabilité humaine dans les centrales nucléaires) décrit les travaux effectués de 1978 à 1982 par le Groupe d'experts du CSIN sur les données relatives aux erreurs humaines et leur analyse, mis en place par le Comité de l'AEN sur la Sûreté des Installations Nucléaires (CSIN). Plus de 31 experts de 11 pays, ainsi que la Commission des Communautés Européennes, ont contribué aux diverses études effectuées dans le cadre de ce rapport.

Le Groupe était essentiellement chargé d'étudier les techniques qui permettent d'analyser les missions des opérateurs des centrales nucléaires, et de quantifier l'importance des erreurs occasionnelles qui sont commises lors de l'exécution de ces missions. Le rapport propose une classification permettant la collecte systématique de données sur la fiabilité humaine au moyen de systèmes de comptes rendus d'incidents, et étudie le recours à des simulateurs de salle de commande pour recueillir ces données.

Dans la série "Status of LMFBR Safety Technology" (Etat de la technologie de la sûreté des surgénérateurs rapides refroidis par métal liquide), le n° 3 "Improving the Performance and Reliability of Protection and Shutdown Systems" (Amélioration des performances et de la fiabilité des systèmes de protection et d'arrêt) étudie l'état actuel de cette question. Ce document décrit les dispositifs posés ou envisagés aussi bien pour les surgénérateurs rapides existants que prévus, et traite également des systèmes très nouveaux actuellement envisagés ou en cours de mise en point.

Ce rapport, qui a été préparé pour l'AEN par le Commissariat français à l'Energie Atomique (CEA), a été publié en juin de cette année. Selon l'une des conclusions

du rapport, on peut considérer que les systèmes de protection et d'arrêt des surgénérateurs rapides refroidis par métal liquide ont atteint une très grande fiabilité. L'étude avance qu'à l'avenir, en fonction des progrès réalisés sur cette filière, il pourrait ne plus être nécessaire d'envisager un accident de référence de l'enceinte de confinement qui serait provoqué par une défaillance totale du système d'arrêt du surgénérateur.

Le rapport "Standard Problem Exercise on Criticality Codes for Large Arrays of Packages of Fissile Materials" (Travaux relatifs aux problèmes standards sur les programmes de calcul de criticité applicables aux grands empilements de colis de transport de matériaux fissiles), qui sera publié en février 1984 par le Laboratoire national d'Oak Ridge pour le compte de l'AEN, présente les résultats obtenus pour les grands empilements de matériaux fissiles modèles, de colis de transport, et de mélanges binaires.

Le rapport étudie la précision des méthodes de calcul de criticité dans le cas des empilements de colis de transport de matières fissiles de classe II. Ces calculs sont importants pour l'établissement de la réglementation applicable aux expéditions internationales de matériaux du cycle du combustible.

Ces rapports ne peuvent être obtenus que par les voies officielles. Pour tout renseignement, s'adresser à :

Division de la Sûreté Nucléaire
Agence de l'OCDE pour l'Energie Nucléaire
38, boulevard Suchet
75016 Paris
France

Nouvelle publication sur les coûts de production de l'électricité

Un rapport intitulé "Les coûts de production de l'électricité dans les centrales nucléaires et au charbon" sera prochainement publié par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire.

Des experts venus de douze pays Membres, de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) et de la Commission des Communautés Européennes (CCE) ont participé aux travaux du Groupe qui a établi ce rapport.

Le rapport présente en termes simples la méthode appliquée, à savoir la méthode du coût normalisé actualisé sur la durée de vie de l'équipement, et compare les coûts de production de l'électricité dans les différents pays participants. Les centrales nucléaires et les centrales au charbon qui seront mises en service au cours des années 90 sont comparées à partir des hypothèses communes et des hypothèses nationales.

La principale conclusion du rapport est qu'il n'existe pas de jeu uniforme de données concernant les centrales nucléaires et les centrales au charbon, car les hypothèses relatives aux paramètres fondamentaux diffèrent d'un pays à l'autre. Toutefois, malgré ces différences, on peut montrer que l'énergie nucléaire est moins coûteuse que le charbon dans tous les pays participants, sauf dans certaines parties des Etats-Unis et du Canada.

Uranium – ressources, production et demande

Depuis 1965, l'AEN publie périodiquement des rapports sur les ressources en uranium et la demande correspondante. Le dixième rapport de la série, intitulé "Uranium – Ressources, production et demande", appelé couramment "Livre rouge", a été établi conjointement par l'AEN et l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), et paraîtra vers la fin de l'année.

Techniques d'extraction de l'uranium

En réponse, notamment, aux problèmes actuels de l'industrie de l'uranium, les techniques d'extraction subissent à l'heure actuelle des changements profonds. Le rapport décrit les nouvelles techniques en cours de mise au point, qui pourraient améliorer le taux de récupération de l'uranium, réduire les coûts de production et l'incidence, sur l'environnement, des opérations de traitement du minerai.

Études juridiques

Les progrès de l'énergie nucléaire comme source majeure d'énergie pour les utilisations industrielles entraînent de fréquentes modifications des réglementations

et législations nucléaires. Ces modifications se reflètent également dans l'organisation des institutions compétentes ; par exemple, la nécessité de faire plus largement intervenir les pouvoirs publics dans un certain nombre de domaines nouveaux, comme la gestion des déchets radioactifs, a été perçue dans de nombreux pays qui ont agi en conséquence. Ceci a conduit l'AEN à préparer une nouvelle étude dans sa série analytique sur les législations nucléaires dans les pays Membres de l'OCDE. Cette étude, en deux volumes, traite du cadre réglementaire et institutionnel des activités nucléaires et comprend également des tableaux des principales conventions nucléaires internationales en vigueur.

Le Volume I sera publié cette année ; le Volume II, qui contient les tableaux des conventions, devrait paraître au début de 1984.

Autres publications récentes de l'AEN

Evacuation des déchets radioactifs dans les formations géologiques : processus géochimiques.

Uranium : Techniques d'extraction.

L'évacuation des déchets radioactifs dans les formations géologiques – Expériences in situ dans du granite – Compte rendu d'une réunion de travail de l'AEN, Stockholm, 1982.

Bulletin de droit nucléaire – N° 30 et 31. Index des trente premiers numéros.

Onzième rapport annuel de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire.

25ème anniversaire de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire.

Etat des connaissances océanographiques relatives au site d'immersion de déchets radioactifs de faible activité dans l'Atlantique Nord-Est.

Aspects économiques du traitement des minerais d'uranium – Compte rendu d'une réunion de travail de l'AEN/AIEA, Paris, 1983.

Une coopération internationale pour une gestion sûre des déchets radioactifs.

Gestion à long terme des déchets de haute activité - Signification d'une démonstration.

Projet international de Stripa : Informations générales et résultats des recherches.

La Banque de données de l'AEN : Un service international de données et de logiciels pour l'énergie nucléaire.

Bulletin d'information n° 8 - Migration des radionucléides dans la géosphère.

Numéro spécial : Recueil des activités de recherche dans le domaine de la migration des radionucléides.

Quelques données sur l'énergie nucléaire et le cycle du combustible dans les pays de l'OCDE.

Bulletins d'information sur la R&D sur les techniques de prospection de l'uranium, et sur la R&D sur les techniques d'extraction de l'uranium.

Pour obtenir ces publications, s'adresser à l'AEN ou au :

Bureau des Publications de l'OCDE
2, rue André-Pascal
75775 Paris Cedex 16
France

