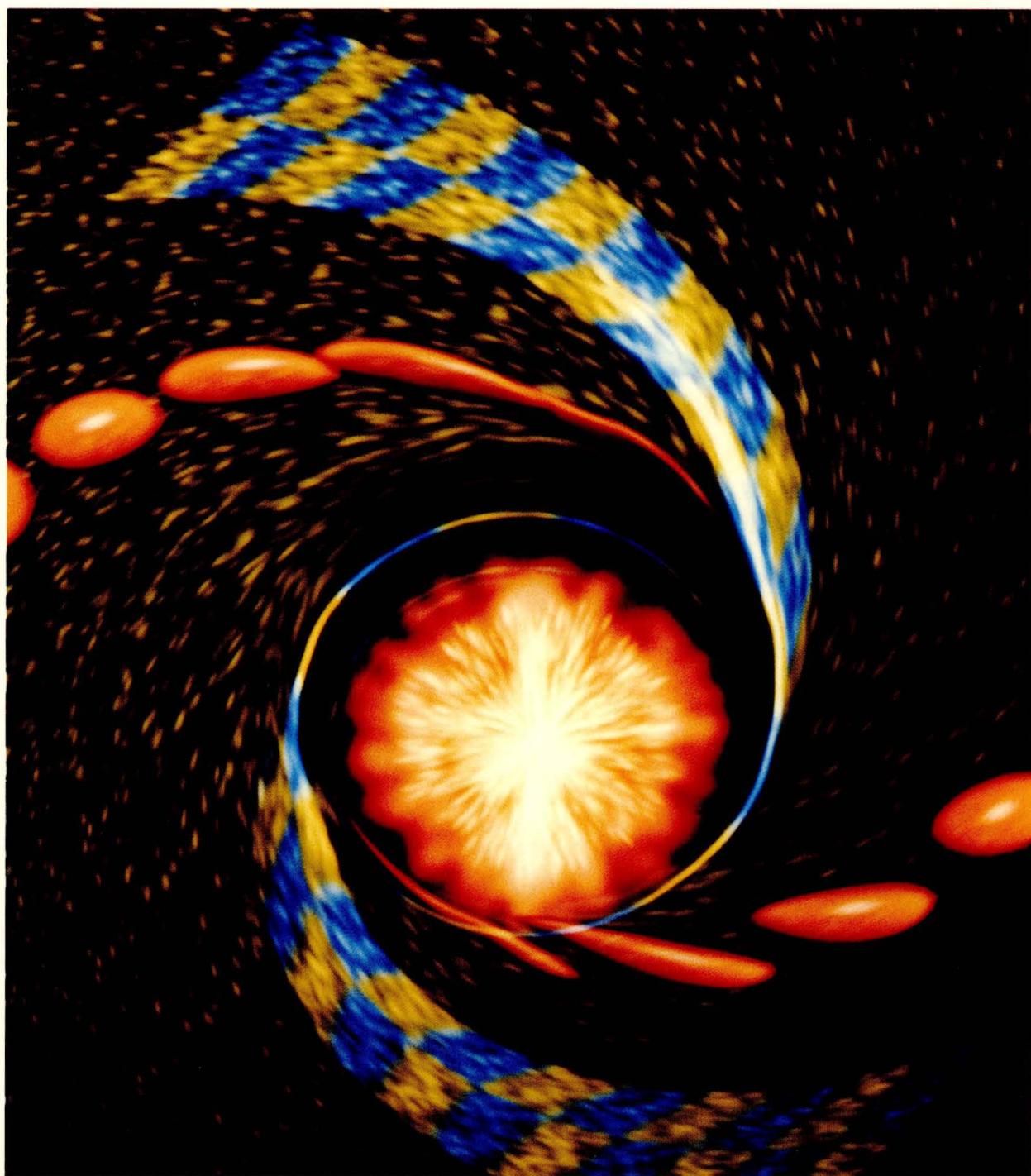




# AEN

PRINTEMPS 1993  
VOLUME 11 N° 1

B U L L E T I N

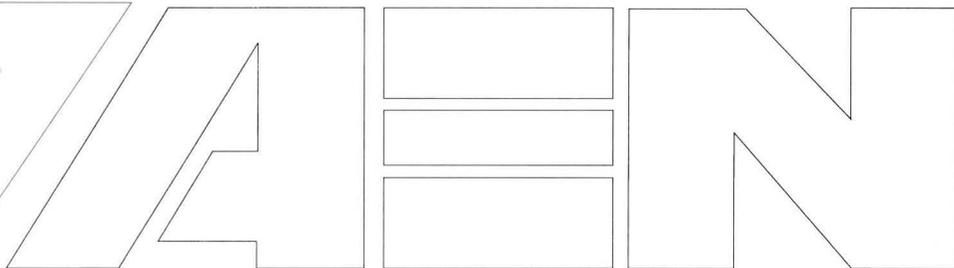


# BULLETIN

PRINTEMPS 1993

VOLUME 11

NUMERO 1



## T A B L E D E S M A T I È R E S



**3** Editorial

### FAITS ET OPINIONS

**4** L'Agence pour l'énergie nucléaire dans un contexte international en évolution *K. Uematsu*

**6** L'importance de l'adhésion du Japon à l'AEN *P. Strohl*

**10** La crise de l'industrie minière de l'uranium *J.L. Ballery*

**16** Que faire des décombres de la tranche-4 de Tchernobyl ? *K.B. Stadie*

**19** Les centres de visiteurs et l'acceptation de l'énergie nucléaire *F. de Galzain*

### ACTUALITÉ AEN

La situation technologique et économique de l'électronucléaire *P.M.S. Jones* **23**

Le personnel qualifié pour l'industrie nucléaire *J. Morelle* **28**

ISOE: Une initiative internationale en vue de réduire la radioexposition professionnelle *C. Viktorsson* **32**

Symposium final de l'OCDE/AEN sur le projet de Stripa *E.S. Patera* **35**

Emergence d'un droit nucléaire en Europe centrale et orientale *S. Reye* **36**



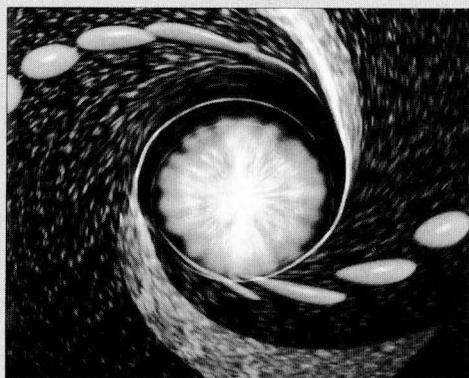
### 40 NOUVELLES BRÈVES

Réunion de travail sur la radioprotection à l'approche de l'an 2000

Les enseignants et l'énergie nucléaire

Projet d'examen de la cuve de Three Mile Island

### 42 NOUVELLES PUBLICATIONS DE L'AEN



Comité de rédaction : Jacques de la Ferté, Florence de Galzain, Robert Potvin

Le *Bulletin* de l'AEN est publié deux fois par an, en anglais et en français, par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire. Les opinions exprimées dans le *Bulletin* n'engagent que les auteurs des articles et ne reflètent pas nécessairement les points de vue de l'Organisation ou ceux des pays Membres. Les informations contenues dans ce *Bulletin* peuvent être librement utilisées, à condition d'en citer la source. La correspondance doit être adressée comme suit :

Secrétariat de rédaction, *Bulletin* de l'AEN, Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire

12, boulevard des Iles - 92130 Issy-les-Moulineaux, France - Telex 640.048 AEN/NEA - Fax 45 24 11 10

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a été créée en 1957 sous le nom d'Agence européenne pour l'énergie nucléaire de l'OCDE. Elle a pris sa dénomination actuelle le 20 avril 1972, lorsque le Japon est devenu son premier pays Membre de plein exercice non-européen. L'Agence groupe aujourd'hui tous les pays Membres européens de l'OCDE, ainsi que l'Australie, le Canada, les Etats-Unis et le Japon. La Commission des communautés européennes participe à ses travaux et un accord de coopération a été conclu avec l'Agence internationale de l'énergie atomique. L'objet de l'Agence est de promouvoir le développement des utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire grâce à des études et projets de caractère économique, technique et scientifique, et de contribuer à l'optimisation des politiques et pratiques de sécurité et de réglementation.



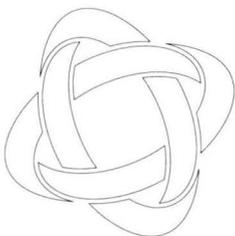
*Vue du nouvel immeuble à Issy-les-Moulineaux dans lequel l'AEN vient d'installer son siège.*

## EDITORIAL

*L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire a le souci constant de faire connaître ses travaux et d'en rendre les résultats accessibles à un public intéressé mais non spécialisé.*

*En ce sens, l'AEN publie un **Bulletin**, qui paraît deux fois par an, et qui rend compte des principaux résultats de ses travaux. Au fil des années, ce **Bulletin** s'est également affirmé comme un forum qui offre aux spécialistes d'envergure internationale la possibilité de présenter différents points de vue sur les défis actuels et les perspectives du nucléaire.*

*Conçu il y a maintenant dix ans, le **Bulletin** de l'AEN a connu un développement continu de la qualité de son contenu et de sa présentation, et sa diffusion gratuite n'a cessé de s'élargir sur le plan international. Cependant, devant le nombre croissant de demandes qui nous parviennent tant des pays de l'OCDE que de nombreux autres pays, et en raison de contraintes financières liées à sa production, il a été décidé de demander aux destinataires de participer aux frais de production et d'expédition. Ainsi, le **Bulletin** est-il désormais vendu par abonnement annuel à compter du présent numéro.*



*Le soin apporté aux publications de l'AEN va de pair avec une volonté de modernisation de l'image de l'Agence. Ainsi, le nouveau logotype que l'Agence vient d'adopter symbolise à la fois l'atome et la nécessaire coopération internationale pour assurer le développement de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques.*

*Enfin, l'Agence a élu domicile dans de nouveaux locaux, situés à Issy-les-Moulineaux, ce qui a permis de rassembler l'ensemble de son personnel "sous un même toit" et ainsi de faciliter une meilleure coordination interne de ses travaux.*

*Nous espérons que ces innovations contribueront à favoriser la notoriété de l'Agence pour l'énergie nucléaire auprès de tous les milieux qui se préoccupent du rôle et des résultats de la coopération internationale dans le domaine de l'énergie nucléaire. Nous souhaitons, en particulier, que le **Bulletin** de l'AEN continue à répondre à l'attente de ses lecteurs pour une information régulière, claire, objective, et fondée sur une vision dynamique de cette coopération.*

K. UEMATSU  
DIRECTEUR GENERAL



## L'AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DANS UN CONTEXTE INTERNATIONAL EN ÉVOLUTION<sup>(1)</sup>

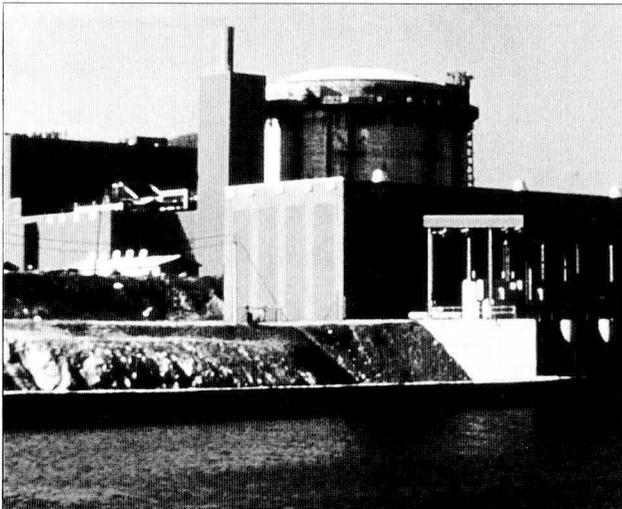
**L**a République de Corée va devenir le vingt-quatrième gouvernement membre de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (OCDE/AEN) au printemps 1993, dès que le gouvernement coréen aura officiellement accepté l'invitation que lui avait adressée le Secrétaire Général de l'OCDE. Or, l'AEN a commémoré il y a quelques mois à peine le vingtième anniversaire de l'adhésion du Japon à l'Agence, créée en 1957 sous la dénomination d'Agence européenne pour l'énergie nucléaire. Ainsi, cette commémoration d'un événement ayant élargi la portée des activités de l'Agence au-delà de leur dimension européenne initiale coïncide avec l'adhésion d'un nouveau pays d'Asie, ce qui illustre à point nommé la capacité d'adaptation de l'AEN conformément au vœu de l'OCDE d'étendre concrètement la portée de ses relations. A une époque où la notion d'interdépendance est plus présente que jamais dans l'économie mondiale, l'énergie nucléaire apparaît comme l'une des rares options énergétiques disponibles susceptibles d'assurer les besoins à long terme d'un développement économique durable, tout en contribuant le moins possible à la dégradation de l'environnement de la planète. Il n'est donc pas surprenant que les pays industrialisés se tournent vers l'énergie nucléaire pour répondre à leurs besoins énergétiques croissants, sans bien entendu perdre de vue le souci primordial de maintenir un niveau de sûreté aussi élevé que possible dans l'utilisation de l'atome.

### LA RÉPUBLIQUE DE CORÉE DEVIENT LE 24<sup>e</sup> MEMBRE DE L'AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

L'élargissement de l'AEN avec l'adhésion de la République de Corée en qualité de nouveau membre est un événement important dans la vie de l'Agence, qui représente en outre une étape déterminante du renforcement de la coopération intergouvernementale en vue du développement de l'énergie nucléaire dans des conditions de sécurité. En outre, le fait que l'Agence ait entrepris d'élargir ces dernières années ses relations avec des pays non membres confère à cet événement une importance toute particulière. C'est ainsi que la Corée participe au dialogue informel de l'OCDE avec les économies dynamiques non membres (y compris les économies dynamiques d'Asie) qui bénéficie du plein appui du Conseil de l'OCDE.

La Corée, qui compte 40 millions d'habitants, connaît depuis une trentaine d'années un développement

*Au printemps 1993, la République de Corée va devenir le 24<sup>e</sup> membre de l'AEN.*



Source : KEPCO, Corée.

économique rapide. Par son produit intérieur brut, elle se classe actuellement au douzième rang parmi les économies mondiales et au premier parmi les économies dynamiques d'Asie. La Corée s'est dotée d'une solide base industrielle, reposant tout d'abord sur les produits chimiques, l'acier et la construction navale, puis sur l'industrie automobile et l'électronique. Compte tenu de la forte croissance économique du pays (+ 8,4 pour cent en 1991), la demande énergétique nationale a rapidement progressé, augmentant de plus de 11 pour cent en 1991 par rapport à l'année précédente. C'est pourquoi la Corée, qui ne possède pas suffisamment de ressources énergétiques naturelles, a décidé de fonder l'expansion de son économie sur une contribution importante de l'électronucléaire lui permettant de faire face à l'augmentation rapide de sa demande d'électricité et de réduire sa forte dépendance vis-à-vis des importations d'énergie.

Le parc électronucléaire de la Corée, qui assure actuellement plus de 43 pour cent de la production totale d'électricité du pays, compte neuf réacteurs nucléaires en exploitation. Aux réacteurs à eau sous pression (REP) qui le composaient à l'origine s'est par la suite ajouté un réacteur à eau lourde sous pression (RELP de type CANDU).

Compte tenu des forts taux de croissance de la demande d'électricité qui devraient être enregistrés au cours des années à venir, le Plan énergétique national à long terme prévoit la construction de 18 réacteurs nucléaires supplémentaires d'ici à 2006, ce qui porterait la part du nucléaire dans la puissance installée à près de 40 pour cent du total. Cinq tranches sont actuellement en construction, dont une installation de 700 MW de type RELP et quatre installations de 1000 MW de type REP. Les équipements destinés à ces dernières sont en majorité de conception et de fabrication coréennes, comme le prévoit le programme

\*M. KUNIHICO UEMATSU EST DIRECTEUR GENERAL DE L'AEN.

(1) **NDLR : La République de Corée est officiellement devenue membre de l'AEN le 24 mai 1993.**

national d'indépendance technologique dans le domaine de la construction de centrales nucléaires, et la Corée met au point un modèle de centrale type équipée d'un réacteur à eau sous pression de 1000 MWe. Deux RELP supplémentaires de 700 MWe ont été commandés en 1992, leur construction étant prévue en coopération avec L'Energie Atomique du Canada, Limitée.

Conformément à la politique suivie par tous les pays de l'OCDE dotés de parcs nucléaires et compte tenu de l'importance de ce secteur pour l'économie et la sécurité énergétique nationales, la Corée accorde la priorité absolue à la nécessité d'atteindre et de conserver le niveau de sûreté nucléaire le plus élevé possible. C'est l'une des principales raisons pour lesquelles ce pays, qui est membre du Centre de développement de l'OCDE depuis avril 1992 et participe à un certain nombre d'autres travaux de l'OCDE, manifeste depuis quelques années un intérêt particulièrement vif pour les activités de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire. La Corée, qui est déjà considérée comme un "acteur important" dans le domaine de l'énergie nucléaire, partage les mêmes objectifs et principes fondamentaux que les membres de l'AEN en matière de réglementation et de développement de l'énergie nucléaire. En outre, l'étendue et la densité de ses liens de coopération internationale avec l'Amérique du Nord, le Japon, l'Europe et d'autres parties du monde dans le domaine de l'énergie nucléaire -- sans parler de sa qualité de membre de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) -- illustrent le rôle que ce pays joue déjà dans la coopération internationale en matière d'énergie nucléaire.

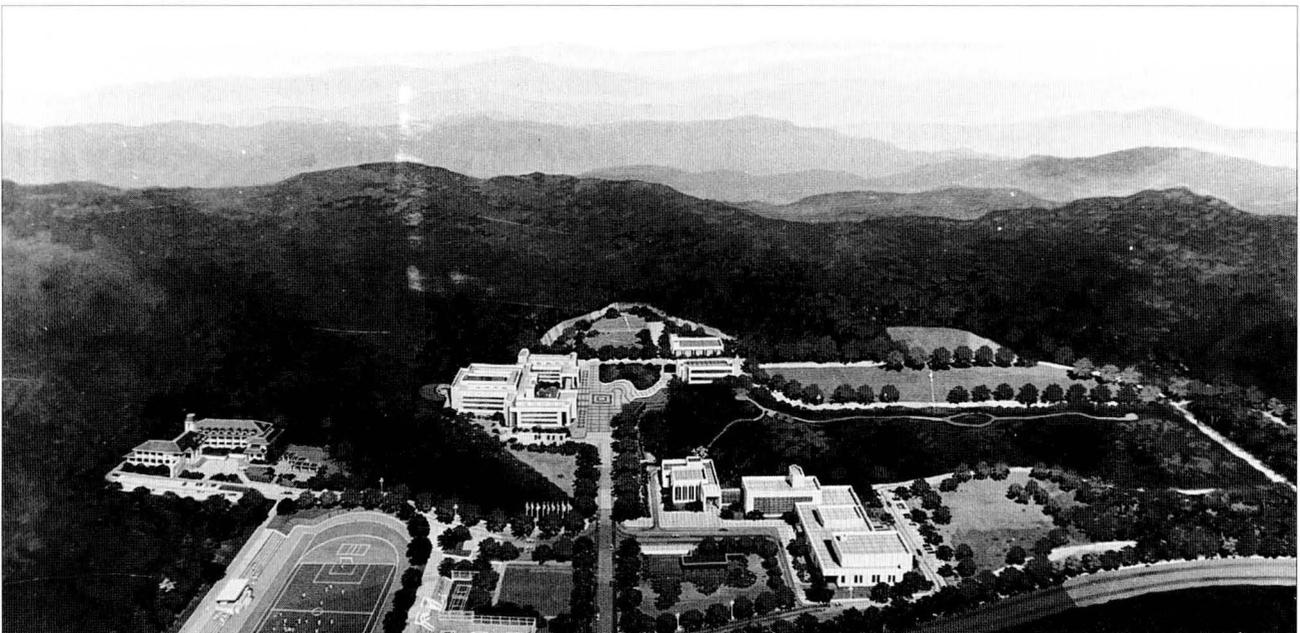
Pour toutes ces raisons, l'Agence pour l'énergie nucléaire est convaincue que l'adhésion de la Corée sera mutuellement enrichissante et apportera une contribution technique notable aux programmes de l'AEN. De même, la Corée peut compter tirer de grands avantages de sa par-

### Etat du parc nucléaire en Corée

Installations		Type de réacteur	Capacité (MWe)	Entrée en service
Kori	Tranche 1	REP	587	1978
	Tranche 2	REP	650	1983
	Tranche 3	REP	950	1985
	Tranche 4	REP	950	1986
Wolsung	Tranche 1	RELP	678.7	1983
	Tranche 2	RELP	700	(1997)
Yonggwang	Tranche 1	REP	950	1986
	Tranche 2	REP	950	1987
	Tranche 3	REP	1000	(1995)
	Tranche 4	REP	1000	(1996)
Uljin	Tranche 1	REP	950	1988
	Tranche 2	REP	950	1989
	Tranche 3	REP	1000	(1998)
	Tranche 4	REP	1000	(1999)

ticipation aux travaux de l'Agence, notamment de l'expérience de tous les pays Membres de l'AEN dans toute la gamme des programmes de coopération liés à la sûreté et à la réglementation, à la technologie, aux évaluations économiques, à la science et à la recherche-développement dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Dans un monde en évolution rapide où les notions d'"interdépendance" et de coopération sont devenues déterminantes, cet élargissement de la composition de l'AEN prend une résonance particulière, car il ouvre les perspectives d'une démarche plus volontariste s'agissant d'assurer en commun le développement de l'électronucléaire en tant que source d'énergie sûre, rentable et acceptable pour l'environnement.



Vue aérienne du centre de recherche et de développement de KEPCO.

## L'IMPORTANCE DE L'ADHÉSION DU JAPON A L'AEN

Lorsqu'en 1958 furent créés simultanément l'Agence européenne pour l'énergie nucléaire, sous l'égide de l'Organisation européenne de coopération économique, et Euratom dans le cadre des Communautés européennes, de nombreuses bonnes raisons militaient en faveur de l'existence de deux organismes européens ayant, tous deux, pour objectif de promouvoir la coopération en vue du développement de l'énergie nucléaire. En fait, plusieurs années avant la crise de Suez de 1956, l'OECE avait décidé d'étudier le problème énergétique auquel l'Europe pourrait se trouver confrontée du fait de l'accroissement de la consommation d'électricité et de l'augmentation du coût de l'énergie qui s'ensuivrait. C'est ainsi que fut publié, en 1955, le *Rapport Armand* selon lequel l'énergie nucléaire était une voie très prometteuse qui méritait d'être explorée pour l'avenir. Quelques mois après, les six pays des Communautés européennes décidèrent que l'énergie nucléaire serait un nouveau secteur, en plus du charbon et de l'acier, dans lequel ils s'efforceraient de progresser vers l'intégration économique dans la même foulée que la création du Marché commun. Compte tenu de la différence entre les deux méthodes et voies de coopération et entre la composition des Communautés européennes et celle de l'OECE (qui regroupait à l'époque 18 pays d'Europe occidentale), il était préférable d'avoir deux institutions nucléaires complémentaires en Europe, travaillant en harmonie sans se concurrencer.

Cette situation changea radicalement lorsque le Royaume-Uni, l'Irlande et le Danemark adhérèrent au Marché commun et à la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) en 1973, faisant ainsi présager un nouvel élargissement des Communautés européennes. D'autre part, il était aussi devenu évident qu'une véritable intégration des industries nucléaires nationales n'était pas un objectif réaliste pour Euratom..

Dans ces conditions, il n'y avait manifestement pas d'avenir pour deux institutions nucléaires séparées ne regroupant que des pays européens. Etant donné qu'entretiens l'OECE était devenu, en 1961, l'Organisation de coopération et de développement économiques (les Etats-

Unis et le Canada y étant entrés comme membres de plein droit), la solution la plus logique à ce dilemme aurait été que l'Agence européenne pour l'énergie nucléaire lui emboîte le pas. Mais cela se révéla impossible en raison de la politique adoptée et suivie avec constance par les Etats-Unis. Déjà, en 1956, lorsque l'OECE et les Six mettaient au point leurs programmes de coopération dans le domaine de l'énergie nucléaire, le secrétaire d'Etat américain Foster Dulles, un bon ami de Jean Monnet, montra une préférence marquée pour la Communauté européenne de l'énergie atomique. De plus, l'US Atomic Energy Commission était convaincue que celle-ci serait le meilleur garant d'un système efficace de contrôle de sécurité. Bien que les Etats-Unis, qui étaient membre associé de l'OECE à l'époque, aient fourni, dès le début, une aide technique précieuse à l'Agence pour l'énergie nucléaire et à ses entreprises communes, le Secrétariat de l'Agence ne parvint pas à décider Washington à participer pleinement aux activités nucléaires -- ni alors, ni ensuite lorsque les Etats-Unis devinrent membres de l'OCDE. Néanmoins, les Etats-Unis restèrent un associé actif de l'Agence (avec le Canada). En revanche, l'accord de coopération avec Euratom devint le lien privilégié entre les Etats-Unis et l'Europe dans le domaine nucléaire, ce qui correspondait parfaitement à la ligne politique générale suivie par les Etats-Unis qui soutenaient les efforts des Six en vue de l'unification européenne. Dans ce contexte, il fut difficile d'expliquer au Congrès américain que l'Europe de l'Ouest avait en fait deux capitales : Paris et Bruxelles.

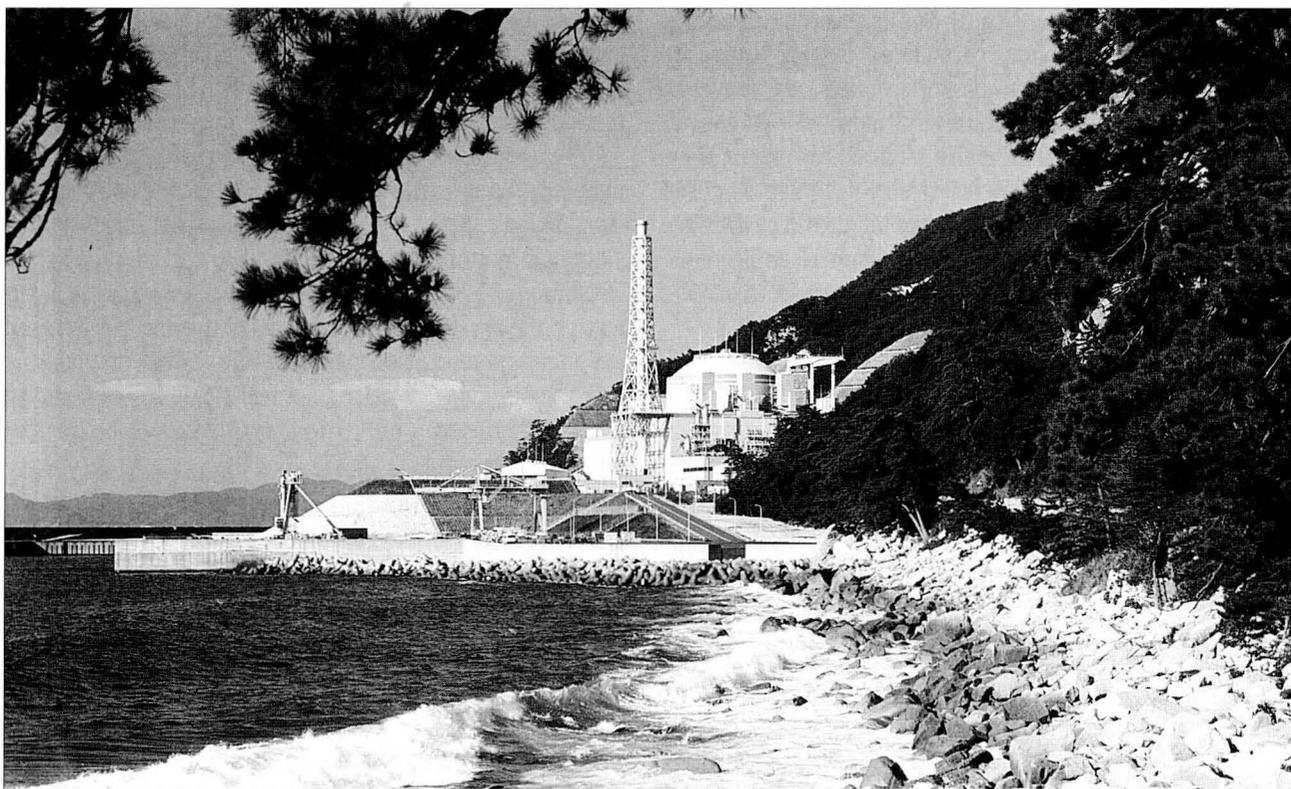
### ÉLARGISSEMENT DE L'AEN

Bien sûr, les relations avec le Japon évoluèrent tout à fait différemment. Dès le tout début, les milieux de l'énergie nucléaire à Tokyo se montrèrent désireux d'être informés du travail de l'Agence. De 1959 à 1964, l'Agence reçut la visite de plus de dix groupes japonais, parmi lesquels figuraient le ministre d'Etat des Sciences et des techniques, des membres de la Commission de l'énergie atomique, des chefs d'entreprises du Forum des industries atomiques et des directeurs de l'Institut de recherches sur l'énergie atomique. Le premier groupe qui vint à l'AEN s'intéressait à l'assurance nucléaire et à la responsabilité civile dans ce domaine, mais, bientôt, les visiteurs japonais manifestèrent surtout de l'intérêt pour les aspects originaux des projets communs de l'Agence, et notamment pour Eurochemic, le réacteur expérimental Dragon et le projet de navire à propulsion nucléaire ainsi que pour des activités scientifiques, comme le réacteur à haut flux et la compilation de données neutroniques.

\*M. PIERRE STROHL EST L'ANCIEN DIRECTEUR GENERAL ADJOINT DE L'AGENCE DE L'OCDE POUR L'ENERGIE NUCLEAIRE. IL EST ACTUELLEMENT DIRECTEUR D'ETUDES, POUR UN PROGRAMME SUR LES RISQUES NUCLEAIRES, DE L'ACADEMIE DE DROIT INTERNATIONAL DE LA HAYE.

Cet article est adapté d'une communication faite par l'auteur lors du "Symposium international sur le développement de l'énergie nucléaire et les nouvelles tendances de la coopération internationale" organisé par le gouvernement japonais à Tokyo en octobre 1992 à l'occasion du vingtième anniversaire de l'adhésion du Japon à l'Agence pour l'énergie nucléaire.





*Le Japon est devenu un membre à part entière de l'AEN en 1972.*

Lorsque le Japon adhéra à l'OCDE en avril 1964, le gouvernement japonais ne décida pas d'emblée de devenir membre de l'AEN ou de s'associer à ses travaux; finalement, il opta en février 1965 pour le statut de pays associé. Soulignons que, dans l'esprit de plusieurs pays Membres, cette décision n'ouvrait pas nécessairement au Japon la porte des entreprises communes existantes. Quoi qu'il en soit, il faut admettre que l'Agence, elle-même, préférerait, à l'époque, conserver son caractère européen, mais cette attitude se révéla intenable au début des années 70 à cause de l'évolution politique mondiale.

Dans ces circonstances, l'entrée du Japon à l'Agence en qualité de membre, à compter du 20 avril 1972, sembla particulièrement opportune. Du point de vue historique, cet évènement s'inscrit dans le cadre d'une réorientation beaucoup plus profonde du programme de l'Agence. Depuis quelques années, l'organe directeur de l'Agence, c'est-à-dire le Comité de direction de l'énergie nucléaire, avait progressivement pris conscience de la nécessité d'adapter le rôle joué par l'Agence à plusieurs facteurs nouveaux résultant de l'évolution des intérêts commerciaux liés au développement de l'énergie nucléaire. On décida donc, en 1971, de procéder à une révision fondamentale qui aboutit aux conclusions suivantes :

- premièrement, il convenait de donner la priorité à la coopération dans les domaines de la sûreté et de la réglementation qui sont traditionnellement du ressort

des gouvernements, et de faire une distinction plus nette dans le programme entre ce type d'activités et celles qui sont plutôt promotionnelles ;

- deuxièmement, il fallait se préoccuper davantage des répercussions que peuvent avoir les politiques en matière d'énergie nucléaire sur l'approvisionnement en énergie ainsi que sur les aspects économiques et sociaux, y compris sur l'acceptation de cette forme d'énergie par le public ;
- troisièmement, l'Agence devait maintenir sa capacité à faciliter la réalisation de projets pratiques et à mener à bien des activités opérationnelles mais cet aspect de son travail n'aurait plus la même portée que dans la phase initiale de l'énergie nucléaire.

Ces nouvelles orientations exigeaient de l'Agence un changement catégorique de style, notamment une approche "non européenne" du développement de l'énergie nucléaire. L'élargissement, en 1972, des Communautés européennes et la tenue de la première Conférence mondiale de l'environnement (également en 1972) démontrèrent la sagesse des conclusions du Comité de direction.

L'Agence réussit à s'engager dans cette phase nouvelle. Après l'adhésion du Japon, l'Australie, le Canada, la Finlande et, enfin, les Etats-Unis en octobre 1976, décidèrent d'entrer à l'Agence. Notons, aussi, que cet



accroissement du nombre de ses membres augmenta notablement ses ressources financières. Le programme de travail de l'Agence s'adapta progressivement aux nouveaux besoins de la coopération entre pays industrialisés dans le domaine de l'énergie nucléaire : citons, en particulier, l'intensification des travaux sur la sûreté et la réglementation, la contribution aux politiques de gestion des déchets radioactifs et l'évaluation économique et technique de divers aspects de la production d'électricité d'origine nucléaire et du cycle du combustible.

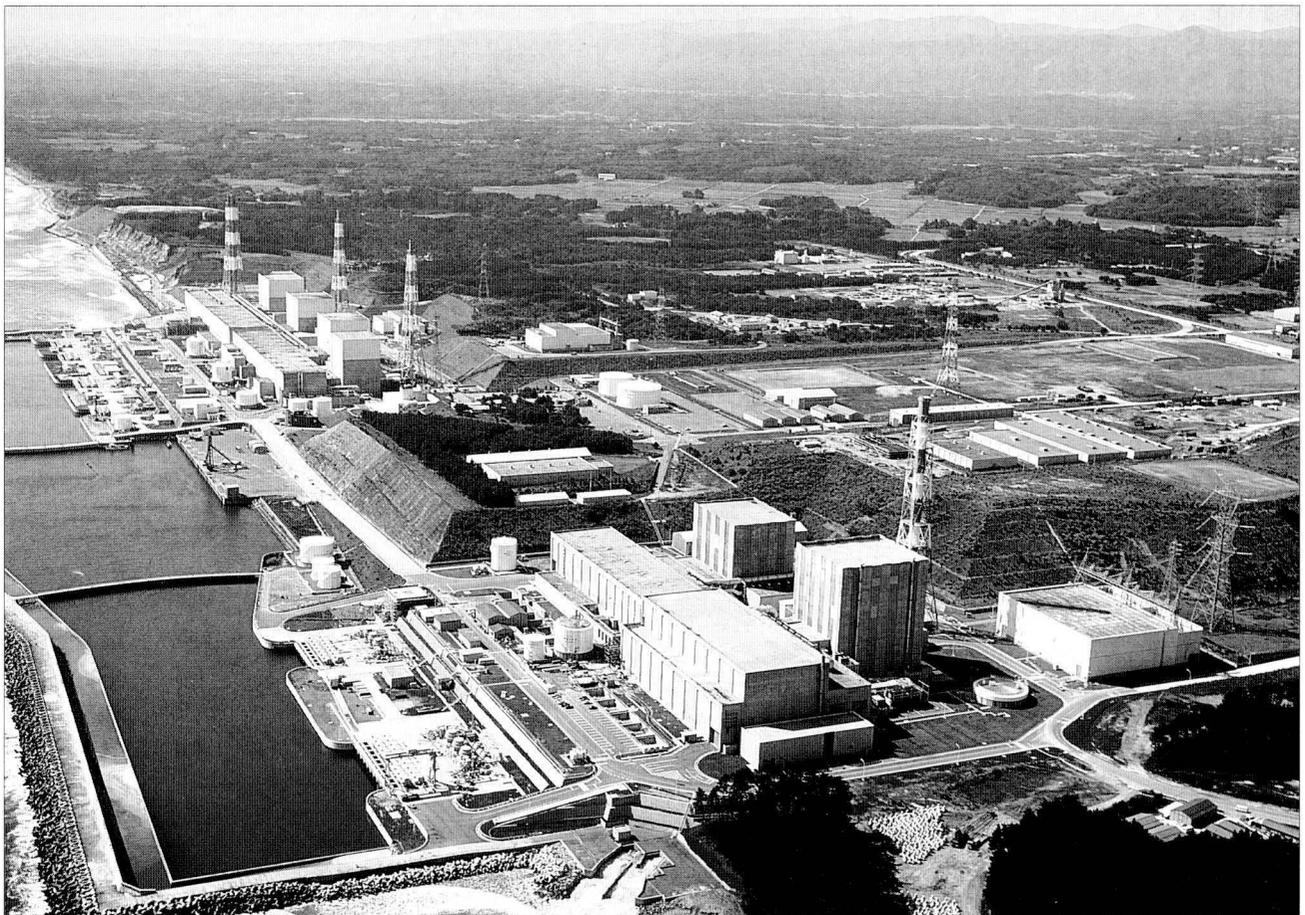
### INFLUENCE DE L'ADHÉSION DU JAPON

L'adhésion du Japon à l'Agence fut, donc, un événement essentiel pour la coopération nucléaire intergouvernementale parce qu'elle permit à l'Agence de se transformer en un organisme transocéanique à la mesure de l'OCDE. De surcroît, étant donné que le Japon a un programme nucléaire ambitieux et qu'il verse la deuxième plus grosse contribution au budget de l'OCDE, il a tenu une place primordiale dans les travaux de l'Agence et ses orientations.

En ce qui concerne l'importance actuelle et future de la participation du Japon à l'AEN, il serait arbitraire de vouloir dissocier sa contribution de celle de l'un ou l'autre pays. Le programme de l'Agence ne peut être que le reflet d'un juste équilibre entre les politiques nucléaires divergentes de ses membres. La diversité des points de vue sur les obstacles au développement de l'énergie nucléaire et sur les raisons de s'opposer à son expansion ainsi que sur sa capacité de satisfaire les besoins énergétiques futurs tout en contribuant aux politiques de l'environnement, ne facilite pas l'entente sur un programme de coopération. Elle permet, en revanche, de parvenir à une vision sage et réaliste de ce qui peut être fait en commun à condition de préserver l'esprit de coopération.

Dans le contexte actuel, le Japon fait partie d'une minorité de membres qui ont l'intention de maîtriser l'ensemble du cycle du combustible nucléaire, et notamment d'utiliser les surgénérateurs, et qui continuent à s'intéresser aux travaux de recherche et de développement sur la technologie nucléaire avancée parce qu'ils ont besoin de l'énergie nucléaire pour satisfaire leurs besoins énergétiques et, de ce fait, doivent conserver des programmes à long terme dans ce domaine. Bien que tous les pays Membres de l'Agence

*Vue de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi.*



s'efforcent surtout de préserver un haut niveau de sûreté, il est indispensable, pour assurer un juste équilibre au sein de l'Agence, de tenir compte également des intérêts et de l'expérience des pays qui tiennent à faire progresser leurs programmes nucléaires. De ce fait, la contribution du Japon au travail de l'Agence jouera un rôle important dans le choix des futures orientations. L'expérience passée a déjà montré que les pouvoirs publics japonais sont soucieux d'encourager la coopération au sein de l'Agence en vue de rechercher de nouveaux moyens d'améliorer et de faire avancer la technologie des réacteurs et du cycle du combustible, y compris la gestion des déchets radioactifs, tout en favorisant également l'adoption d'orientations politiques plus larges. A un niveau plus pratique, le Japon participe à la plupart des projets communs de l'AEN et occupe la première place pour sa contribution à la Banque de données de l'AEN.

Le Japon joue un rôle déterminant dans l'ouverture de l'Agence au groupe des "économies dynamiques d'Asie" ce qui rejoint une des voies que l'OCDE pourrait envisager en offrant à de nouveaux pays la possibilité d'adhérer ou de s'associer d'une autre manière. Dans ce contexte, l'entrée récente de la République de Corée à l'Agence, en tant que membre, présente un grand intérêt non seulement pour la coopération nucléaire mais aussi pour l'ensemble de la politique de l'Organisation.

Il se pourrait que les portes soient ouvertes à d'autres pays industrialisés d'Europe et d'Amérique du Sud. A cet égard, l'influence politique et la position sur la scène internationale du Japon qui est une des grandes puissances économiques mondiales, joueront un rôle essentiel dans l'évolution de l'OCDE bien au-delà du secteur spécialisé de l'énergie nucléaire. Toutefois, notons au passage que le Japon, comme tous les autres pays membres non européens de l'Agence, n'est pas partie, pour l'instant, aux conventions sur la responsabilité civile nucléaire alors qu'il serait très

souhaitable d'élargir la portée géographique de ces conventions.

Les particularités des traditions culturelles japonaises au sein d'une institution d'inspiration occidentale ont constitué sans nul doute un défi tout en représentant une chance unique d'enrichissement mutuel. Il a fallu que l'Agence se familiarise avec les relations complexes et l'équilibre des forces entre les divers ministères, les organismes publics et les groupes industriels du secteur nucléaire à Tokyo et s'habitue à la longueur des consultations de toutes les parties concernées tout en évitant soigneusement de perturber l'ensemble des liens qu'elles ont tissés entre elles. Cette manière de faire correspond de toute évidence à une ancienne tradition de la société japonaise et à un subtil équilibre entre les intérêts politiques, administratifs et économiques de ce pays.

De leur côté, les pouvoirs publics japonais ont dû s'adapter aux traits originaux de la diplomatie de l'OCDE dont l'objectif est de parvenir à des compromis sur des questions de fond grâce, souvent, à un système particulièrement ouvert, informel et souple de consultations multilatérales.

En fait, la manière différente dont les pays abordent les problèmes et leurs styles de gestion dissemblables sont à long terme plus productifs dans un cadre comme l'OCDE qu'il ne pourrait y paraître à première vue. Vingt ans après l'entrée du Japon dans l'Organisation, le Secrétaire général a cité en exemple le Japon qui grâce à sa clairvoyance a su s'adapter avec souplesse aux changements structurels.

En conclusion, la participation du Japon aux travaux de l'Agence montre que le processus d'adaptation mutuelle a réussi sur la plupart des plans et ajoute une nouvelle dimension à la coopération internationale dans le domaine de l'énergie nucléaire.



## LA CRISE DE L'INDUSTRIE MINIERE DE L'URANIUM

**D**ans les pays de l'OCDE et ailleurs, l'industrie minière de l'uranium subit, depuis plus de dix ans, la crise la plus grave de son histoire. Alors qu'elle semblait promise à un avenir florissant, le ralentissement économique qui a marqué la décennie 1980 a touché son développement de plein fouet.

### LES CAUSES DE LA CRISE

Depuis les années 1950 jusqu'au milieu des années 1970, le monde occidental a bénéficié d'une période de croissance quasi continue, qui s'est traduite par un accroissement notable des besoins énergétiques, d'autant qu'émergeaient des tentatives d'évolution dans les pays moins développés. En 1973, la guerre du Kippour a fait prendre conscience aux pays industrialisés de leur grande dépendance vis à vis du pétrole, dont les gisements principaux étaient (et sont encore) largement concentrés au Moyen Orient. Ils ont donc cherché à mieux utiliser les différentes sources d'énergies disponibles. C'est ainsi que pour couvrir les besoins électriques le pétrole a été largement remplacé par d'autres sources énergétiques et plus particulièrement par le nucléaire.

Avec les programmes nucléaires très ambitieux de l'époque, les prévisions des besoins en uranium étaient énormes si bien qu'il n'apparaissait pas certain que les ressources découvertes puissent suffire. Sous la pression soutenue de la demande, le prix de vente de l'uranium s'est brutalement envolé et les prospections, jusque là très modérées, ont été activement engagées dans de nombreux pays, aboutissant peu à peu à la découverte de nouveaux gisements. Dans ce contexte où les besoins énergétiques futurs semblaient considérables et où la demande en uranium restait forte, de nombreuses compagnies électriques ont largement augmenté leurs stocks d'uranium et ont négocié des contrats d'achat à long terme afin de s'assurer d'un approvisionnement régulier à des prix raisonnables. Par ailleurs, certains pays possédant des ressources propres limitées mais disposant en contrepartie d'une bonne technologie nucléaire, ont envisagé d'économiser l'uranium par l'utilisation des surgénérateurs, ce qui implique le retraitement des combustibles irradiés pour en récupérer d'une part le plutonium, et d'autre part, l'uranium non consommé.

A la fin des années 1970 et au début des années 1980, le ralentissement économique mondial a conduit à une évaluation des besoins énergétiques futurs, notamment dans les pays développés, bien moins ambitieuse que par le passé. D'autre part, des dissensions sont apparues au sein de l'OPEP si bien que les prix du pétrole se sont effrités et que les inconvénients liés à la dépendance énergétique se sont quelque peu estompés.

Trois raisons principales peuvent expliquer cette erreur d'appréciation des besoins en uranium : tout d'abord, la baisse des besoins énergétiques a conduit à un ralentissement des programmes de construction de centrales nucléaires. Ensuite, après l'accident de Three Mile Island, l'accroissement des délais et des coûts de construction de centrales dans certains pays, a rendu le nucléaire nettement moins attractif par rapport aux autres formes de production électrique. Enfin, l'amélioration des procédés, l'augmentation du taux de combustion, l'utilisation de combustibles d'oxydes mixtes uranium - plutonium, peut permettre de diminuer les besoins en uranium pour une production d'énergie équivalente.

Par ailleurs, les gisements nouvellement découverts, qui avaient fait l'objet d'investissements coûteux de mise en production, ne pouvaient être abandonnés, d'autant que l'essentiel de leur production était engagée par des contrats de livraison à long terme. Ainsi, alors que les estimations des besoins futurs diminuaient, la production montait sensiblement, soutenue par des prix à long terme toujours attractifs.

Tout récemment, l'effondrement de la plupart des régimes communistes et la normalisation des rapports Est-Ouest a permis l'accès au marché occidental, des pays de l'est de l'Europe, qui ne trouvaient plus, dans le cadre de leurs transactions commerciales traditionnelles, de débouchés pour leurs productions d'uranium. Très vite, dans la plupart des pays de l'Europe de l'Est, le passage à une économie de marché s'est traduit par la fermeture des gisements d'uranium jugés non rentables. Par contre, la Communauté des Etats Indépendants issus de l'ex URSS (CEI) maintient ses productions d'uranium à un niveau qui en fait le plus gros pays producteur au monde. Trois raisons peuvent être évoquées pour expliquer cette situation :

\*M. JEAN-LUC BALLERY, QUI TRAVAILLE A LA DIRECTION DU CYCLE DU COMBUSTIBLE DU COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, FRANCE, EST MEMBRE DU GROUPE SUR L'URANIUM DE L'AEN.

- certains gisements, exploités grâce à des méthodes peu coûteuses et dans un contexte de préservation de l'environnement beaucoup moins contraignant que dans le monde occidental, peuvent rester viables malgré le passage à une économie de marché ;
- l'exploitation minière est, pour certaines républiques, une industrie importante et une source potentielle de devises fortes. D'autre part elle emploie, directement ou indirectement, une main d'oeuvre nombreuse, qu'il est délicat de diminuer trop brutalement ;
- enfin, la CEI a hérité de l'URSS d'une structure d'exportation, Technabexport, qui opérait déjà sur le marché de l'enrichissement depuis quelques années. Pour s'insérer durablement sur le marché de l'uranium naturel, cette organisation efficace a pratiqué une politique extrêmement vigoureuse en trouvant en Occident des relais commerciaux et en vendant l'uranium à des prix extrêmement bas. Cette politique de prix très agressive, qui lui a valu d'être l'objet d'une action anti-dumping aux USA, lui a permis cependant de gagner des parts de marché importantes aux Etats-Unis, mais aussi en Europe où aucune mesure n'a été prise à l'encontre de ces importations.

La crise actuelle de l'industrie minière de l'uranium n'est donc pas liée uniquement au ralentissement du développement de l'énergie nucléaire, mais aussi à d'autres facteurs convergents. A ce titre, il est peu probable qu'elle puisse être définitivement réglée avant que de nouveaux équilibres soient trouvés.

### LA PRODUCTION, LA DEMANDE ET LES STOCKS

La production mondiale en 1990 s'est élevée à environ 49 800 tonnes d'uranium (t U), qui se répartissent en :

- d'une part 31 600 t U issues de gisements situés dans les pays du MEM<sup>(1)</sup>, principalement le Canada, puis les USA, l'Australie, la Namibie, la France, le Niger, l'Allemagne ( en ex-RDA) et l'Afrique du Sud ;

(1) MEM, ou Monde à Economie de Marché, n'est plus un terme pertinent depuis les changements politiques en Europe centrele et orientale, mais il a été retenu ici pour se conformer à l'état original des données auxquelles l'article se réfère. Le MEM comprend tous les pays, à l'exception de l'URSS, de l'Europe de l'Est (CAEM) et de la Chine.



*Les besoins du monde occidental en uranium devraient continuer à augmenter au cours de la prochaine décennie.*

- et d'autre part, de l'ordre de 18 200 t U, qui auraient été exploitées en 1990 à partir des mines situées dans les pays autre que ceux du MEM<sup>(1)</sup>, principalement en ex-URSS.

Parallèlement, les besoins en uranium des réacteurs se sont élevés à 49 300 t U dont 40 450 t pour les pays du MEM et 8 850 t U pour les autres.

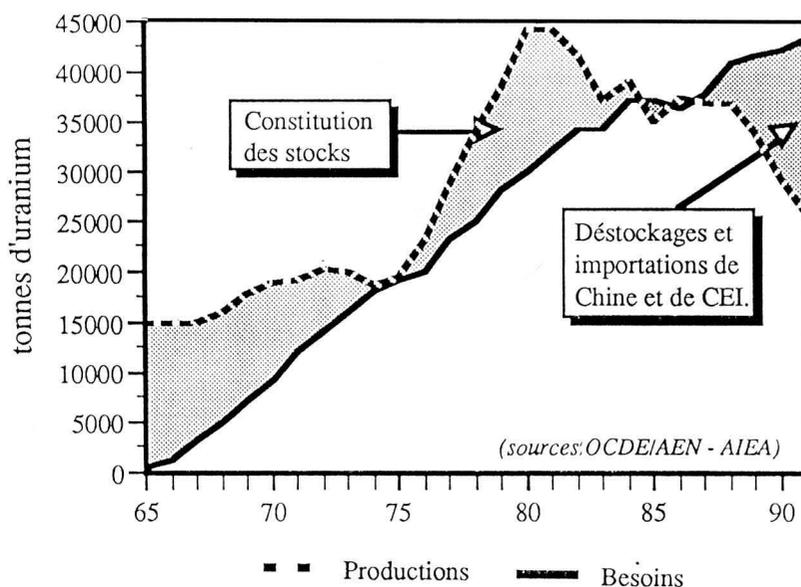
Ainsi, la production du MEM ne couvre pas la totalité de ses besoins, alors que celle des ex-pays à économie planifiée est très excédentaire par rapport à la consommation intérieure. En fait, les besoins du MEM sont couverts pour partie par ses productions, par le recours à un déstockage et enfin par des importations en provenance de la Chine et surtout de la CEI depuis la fin de l'année 1990.

Le manque d'informations globales cohérentes rend très difficile l'estimation des stocks mondiaux d'uranium.

Dans le cadre de l'étude des ressources, de la production et de la demande mondiales d'uranium, l'OCDE/AEN en coopération avec l'AIEA publie depuis plusieurs années des données sur les stocks détenus sous différentes formes dans le MEM : uranium naturel, uranium enrichi et uranium issu du retraitement du combustible irradié. Si le total reporté atteint 107 000 t U en 1990, il est largement inférieur aux stocks réels du MEM car certains pays producteurs et certains pays consommateurs ne notifient pas, pour diverses raisons, leurs stocks à l'AEN ni à l'AIEA.

Une autre approche, utilisée ici, s'appuie sur le bilan entre les productions et les besoins (fig. 1). Elle reste toutefois assez incertaine car, d'une part, les données disponibles concernant les besoins ne sont pas des besoins réels mais plutôt des prévisions de besoins à court terme et, d'autre part, les productions antérieures au début des années 1970 correspondent pour une grande part à des besoins de défense très difficiles à évaluer. Par cette méthode, les stocks du MEM sont évalués à plus de 130 000 t U en 1990.

Figure. 1: Comparaison de la production de la demande annuelle d'uranium dans les pays du MEM. Evolution des stocks d'uranium.



Depuis 1985, la consommation d'uranium liée aux réacteurs étant très largement supérieure aux productions, les stocks se réduisent. On pouvait s'attendre, alors que les besoins continuent à s'accroître régulièrement, à ce que cette résorption s'accélère avec la chute des productions d'uranium enregistrée depuis 1987, mais l'ouverture vers l'extérieur des ex-pays à économie planifiée et essentiellement de la CEI, a conduit à la mise à disposition d'une nouvelle source d'approvisionnement très bon marché.

En plus de sa propre production, la CEI dispose des stocks de l'ex-URSS qui a enlevé pendant quarante-cinq ans la quasi-totalité des productions des pays de l'Europe de l'Est. Les informations sur la production d'uranium ayant toujours été

considérée dans les pays de l'Est comme stratégiques et couvertes par le secret militaire, les stocks de la CEI sont très mal connus. Ils sont probablement compris dans la fourchette de 150 à 300 000 t U. L'existence de ces stocks très importants sans coût bien assuré, compte tenu des conditions dans lesquelles ils se sont accumulés, pèse sur les prix à court terme (prix spot) qui restent très déprimés en 1992 à moins de 8 US\$ par livre d'oxyde d'uranium.

Ainsi le marché de l'uranium dans le MEM se caractérise par des besoins largement supérieurs aux productions et par des stocks qui se résorbent d'autant plus lentement qu'une partie des besoins des réacteurs du MEM est satisfaite auprès de la CEI par des achats d'uranium naturel à bas prix, ainsi que par des achats en aval au niveau de l'enrichissement à des tarifs extrêmement concurrentiels également.

Cette situation entraîne une dépréciation de l'uranium qui se négocie depuis plusieurs années à des tarifs de moins en moins élevés, ce qui conduit à la fermeture des centres miniers les moins compétitifs, notamment en Europe, aux Etats-Unis, au Canada et en Afrique du Sud.

## LES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT

Le développement de l'industrie minière de l'uranium dépendra bien sûr en premier lieu du développement des besoins. Par ailleurs, l'assainissement du marché nécessite une bonne adéquation de l'offre avec les besoins. Il passe donc par une résorption des stocks excédentaires, une adaptation des productions et une bonne appréciation des ressources disponibles.

A la suite des travaux de l'AEN et de l'AIEA, on distingue de façon globalement cohérente au niveau mondial, différentes catégories de ressources suivant, d'une part, le degré de connaissances acquises sur les gisements, et d'autre part, le niveau des coûts d'obtention du concentré marchand.

Dans les faits, à l'exception de prévisions à très long terme, seules les catégories dont l'existence présente un degré de certitude raisonnable, les "Ressources Raisonnablement Assurées" (RRA) et les "Ressources Supplémentaires Estimées Catégorie I" (RSE-I), évaluées pour les tranches de coût les plus basses (inférieures à 80 US \$ / kg U ou comprises entre 80 et 130 \$ / kg U), sont prises en compte. Elles constituent ce qu'il est convenu d'appeler les "Ressources Connues".

Ces ressources sont réparties dans différents types de gisements d'uranium d'intérêt économique très variable. Dans le contexte actuel, deux types revêtent de plus en plus d'importance :

- *Les gisements liés aux discordances* ne sont actuellement connus qu'au Canada et en Australie. Ils présentent des tonnages importants et des teneurs très bonnes, parfois même exceptionnelles (10 % dans le gisement de Cigar Lake en Saskatchewan), ce qui permet une exploitation rentable malgré des prix de vente déprimés.
- *Les gisements liés aux grès*, présents dans de nombreux pays, peuvent parfois contenir un volume de métal considérable mais les teneurs des minerais restent globalement peu élevées. Les principales ressources rattachées à ce type sont situées aux Etats-Unis, au Niger, en Ouzbekistan et au Kazakhstan. Si les conditions géologiques sont favorables, comme aux USA et au Kazakhstan, ils peuvent être exploités à des prix de revient très bas par la technique de lixiviation in situ, qui consiste à injecter par forages des solutions lessivantes, acides ou alcalines, dans les gisements, et à récupérer ensuite par pompage ces mêmes solutions enrichies en uranium.

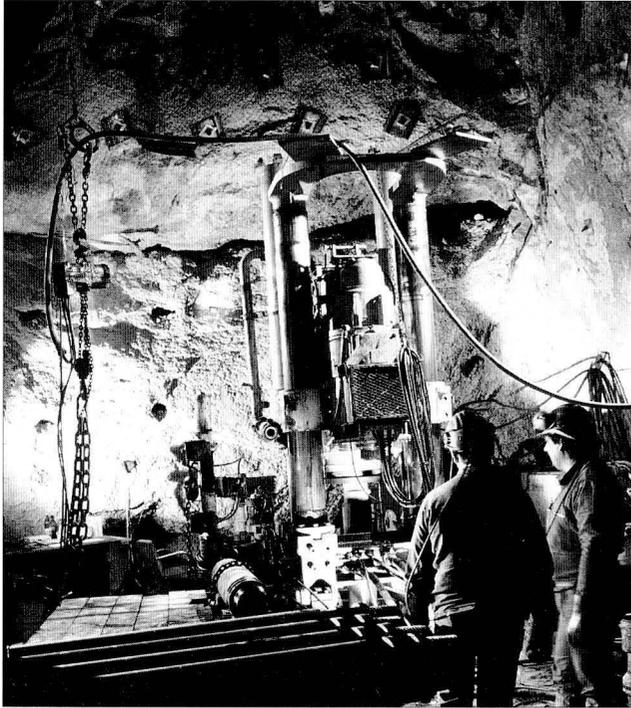
L'intérêt économique des autres types de gisements est la plupart du temps limité. Parmi ceux-ci, les *gîtes filoniens* représentent une partie importante de la production actuelle de la CEI. Avec l'installation d'une économie libérale, les mines correspondant à ces gisements devraient être progressivement abandonnées. Il convient toutefois de noter que, lorsqu'un co-produit peut valoriser l'uranium, une certaine rentabilité peut être trouvée. C'est le cas en Afrique du Sud (gisements à or et uranium) et en Australie (gisement à cuivre, or et uranium).

Les "ressources connues" s'élèvent dans le MEM à plus de 3 000 000 t U en 1990 et couvrent 96 ans de production au rythme actuel et 2,6 fois les besoins cumulés pour la période 1990-2010. Avec 1 300 000 t U, les RRA à coût inférieur à 80 \$ / kg U représentent à elles seules 41 années de production équivalente à 1990.

Il faut de plus tenir compte des ressources des anciens pays à économie planifiée. Celles de la CEI sont loin d'être négligeables encore qu'il soit difficile de déterminer la part qui restera réellement économique dans l'avenir. En août 1991, ses ressources connues étaient évaluées à 685 600 t U mais ce chiffre concerne des ressources in situ pour lesquelles ne sont pas prises en compte les pertes à l'exploitation et au traitement. De plus il inclut une part notable de ressources déjà exploitées. Quoi qu'il en soit, bien que l'uranium ait été très activement recherché en URSS, il est probable que des gisements d'importance pourront encore être découverts sur le territoire de la CEI. Pour sa part, la Chine ne donne que des informations très fragmentaires : elle a déclaré disposer de 51 000 tonnes de ressources réparties dans quatre districts miniers mais sans indiquer de tranche de coût. Il semble que les gisements soient de faible teneur (1 à 5<sup>o</sup>/o). Son impact sur le marché mondial reste limité jusqu'à présent.

Si on ne peut craindre comme au début des années 1970 que les ressources en uranium du monde soient insuffisantes pour garantir le développement d'une industrie nucléaire, il faut cependant garder à l'esprit qu'une partie des ressources évoquées ici ne pourra jamais être exploitée ou tout au moins sera difficilement mobilisée. Plusieurs raisons peuvent être évoquées :





Source : COGEMA, France.

Forage dans une mine d'uranium.

- Tout d'abord certaines contraintes (technico-économiques, environnementales ou politiques), ne sont pas toujours prises en compte lors de l'évaluation des ressources globales.
- La nécessité de baisser de façon drastique les prix de revient à la production entraîne l'exploitation des parties les plus riches des gisements et l'abandon des zones moins rentables qui perdent ainsi tout intérêt pour l'avenir.
- L'abaissement des limites de dose admissibles de la radioactivité aux niveaux très faibles recommandés par la C.I.P.R., se traduira nécessairement par un surcoût à l'exploitation et conduira au glissement de certaines ressources, notamment dans le cas de mines souterraines, vers des tranches de coût très élevées.
- L'impact sur l'environnement des mines à ciel ouvert, très souvent considérable, implique des frais importants liés aux réaménagements de sites. Il entre de plus en plus dans la prise de décision d'exploiter un gisement et conduit à diminuer le volume des ressources réellement exploitables.

### ÉVOLUTION DES BESOINS - COMPARAISON AVEC LES TENDANCES DE L'OFFRE

Plus de 70 % des installations nucléaires sont localisées en Europe Occidentale et en Amérique du Nord, 14 % en Europe de l'Est (CEI incluse), et 14 % en Asie du Sud Est. Cette forme d'énergie, qui nécessite un niveau technologique avancé, est pratiquement absente du continent africain et de l'Amérique Latine. Aussi, malgré l'augmentation prévisible des besoins énergétiques dans les pays du Sud, notamment en Amérique du Sud, en Asie du Sud-Est et dans une moindre mesure en Afrique, il est peu vraisemblable que dans le moyen terme l'industrie nucléaire puisse profiter pleinement de ce besoin d'énergie.

Pour le court terme, étant donné les délais intervenant dans le cycle du combustible et ceux liés à la construction des réacteurs, les puissances nucléaires installées dans le monde d'ici à 2010 sont relativement bien identifiables. De 331 GWe en 1991 elles devraient atteindre 474 GWe en 2010. Les besoins en uranium nécessaires à l'alimentation des réacteurs de puissance devraient augmenter assez régulièrement de 49400 t U en 1990 à près de 78 000 t U en l'an 2010, essentiellement grâce à la croissance des besoins annoncés par le Japon et la CEI. En Europe et aux Etats-Unis, la croissance des besoins est beaucoup plus faible. Au total, les besoins cumulés du monde entre 1990 et 2010 pourraient avoisiner 139 000 t U. Cependant, si les disponibilités en uranium du monde peuvent globalement couvrir les besoins, cela ne signifie pas que tous les pays pourront avoir un égal accès aux ressources.

Du fait des stocks accumulés dans le MEM avant 1980 et de l'intervention brutale de la CEI sur le marché, l'offre d'uranium reste encore très supérieure à la demande. Dans l'immédiat, les prix ne pourront donc se raffermir durablement et la production mondiale, qui a déjà accusé une forte diminution, poursuivra ce mouvement. Ceci se traduira nécessairement par des fermetures d'exploitation et la concentration de l'activité minière de l'uranium autour d'un certain nombre de gisements à caractéristiques particulièrement favorables, (très fortes teneurs, exploitation facile ou contraintes d'environnement très légères). Une incertitude importante pèse cependant sur les productions car on ne sait pas encore quelle est la valeur réelle des gisements exploités en CEI et quel sera leur devenir. Toutefois, il est probable qu'une partie des gisements de la CEI, exploités par lixiviation in-situ restera exploitable dans des conditions normales de marché. Quoi qu'il en soit, la production totale du monde, de l'ordre de 40 000 t U en 1991, devra être largement réduite pour que les stocks se résorbent. D'autres mines devront donc être nécessairement fermées.

D'autre part, les accords de désarmement américano-russes se sont déjà concrétisés par un contrat d'achat par le Département américain de l'énergie (USDOE) d'uranium hautement enrichi à la Russie. Après dilution avec de l'uranium naturel jusqu'à atteindre les taux d'enrichissement des combustibles utilisés dans les réacteurs de puissance, il sera proposé aux clients de l'USDOE. Si l'on tient compte des pertes liées à la transformation d'un minerai en uranium faiblement enrichi, les quantités jusqu'ici contractées correspondent à l'exploitation d'une mine de 100 000 t U. D'autre part, il n'est pas exclu que, pour suivre la Russie dans la voie de la reconversion des stocks militaires, les États-Unis se défassent par le même procédé dans les années qui viennent de quantités équivalentes d'uranium très enrichi devenues excédentaires.

A partir d'hypothèses sur les besoins futurs des réacteurs, l'évolution des productions, le niveau actuel des stocks et les stocks minimum à maintenir, des scénarios de consommation peuvent être réalisés pour tenter d'évaluer vers quelle date pourraient se résorber les stocks excédentaires. Un scénario plausible comprenant des stocks mondiaux fixés à 400 000 t U en 1990, une production mondiale diminuant jusqu'à atteindre un niveau plancher de 25 000 t U/an à partir de 1995, la conservation d'un stock stratégique correspondant à 2 ans de besoins futurs aboutit, suivant l'hypothèse de besoins futurs de la CEI retenue à une élimination des excédents entre 1999 et 2001.

Bien sûr, un redémarrage de la production interviendra probablement avant que les stocks excédentaires ne soient totalement consommés, dès que la demande se fera sentir. Mais jusqu'à cette reprise, l'activité minière aura tendance se concentrer sur quelques zones géographiquement très localisées, bénéficiant de conditions d'exploitation privilégiées soit en raison de caractéristiques de gisements particulièrement favorables soit en raison de soutiens nationaux à l'exploitation.

Il serait dommageable pour l'industrie minière de l'uranium, et à terme pour l'ensemble des consommateurs, que la situation actuelle se poursuive trop longtemps et que les centres de production qui présentent les meilleures qualités de ressources ne puissent plus être épargnés. En effet, une telle situation pourrait conduire dans l'avenir à de nouvelles périodes d'instabilité.

---

---

## Bibliographie

URANIUM (1990), *Ressources, Production et Demande*, OCDE/AEN, *Mise à jour statistique*, Paris.

URANIUM (1991), *Ressources, Production et Demande*, OCDE/AEN/AIEA, Paris 1992

NUKEM *Market Report on the Nuclear Fuel Cycle*: publication mensuelle de NUKEM GmbH AZELNAU, RFA

NUEXCO *Monthly Report*: Rapports publiés mensuellement par NUEXCO, Denver, USA

NUCLEAR FUEL biweekly reports - années 1991 et 1992

Agence EURATOM - *Rapports Annuels*

*New developments in uranium exploration, resources, production and demand* - Actes d'un Comité Technique AIEA OCDE/AEN, Vienne, 26 - 29 Août 1991 - IAEA-TECDOC-650, Juin 1992

*Report on the OCDE/NEA Uranium Group Mission to the USSR*, 19-27 October 1991 - OCDE, Agence pour l'énergie nucléaire 1992

*Rapports de la Commission de Préservation* - Conférence Mondiale de l'Energie - 12<sup>e</sup> congrès (1983), 13<sup>e</sup> congrès (1986), 14<sup>e</sup> congrès (1989), Editions Technip



## QUE FAIRE DES DÉCOMBRES DE LA TRANCHE-4 DE TCHERNOBYL

La situation actuelle dans la tranche-4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl en Ukraine n'a pas d'équivalent au monde. Sept ans après le plus grave accident survenu dans une centrale nucléaire à but commercial, il n'existe toujours pas de plan général pour confiner, à court et à long terme, les énormes quantités de matières radioactives situées à l'intérieur et à proximité immédiate du sarcophage provisoire abritant les décombres du réacteur détruit.

La tranche-4 de Tchernobyl risque à tout moment de contaminer à nouveau l'environnement, ce qui pourrait avoir des effets nocifs sur les populations vivant dans la région et au-delà. De plus, dans son état actuel, Tchernobyl-4 rappelle en permanence une défaillance grave de la technologie nucléaire, qui revient régulièrement sous le feu des projecteurs des médias des pays de l'OCDE. En particulier, l'absence de solution face aux séquelles de la catastrophe offre l'occasion de mettre en doute la crédibilité de l'industrie nucléaire dans son ensemble.

De toute évidence, il est donc de l'intérêt de la communauté nucléaire internationale d'unir ses forces et d'aider les autorités ukrainiennes en réunissant les experts les plus compétents pour analyser la situation actuelle du site de la tranche-4 de Tchernobyl du point de vue de la sûreté et de l'environnement, ainsi que pour élaborer des solutions. Le confinement des substances radioactives exige de nouvelles approches scientifiques et technologiques et c'est pourquoi, étant donné l'importance du défi à relever, il est indispensable de mettre en commun les points de vues, idées et expériences au niveau international le plus large avant d'adopter une quelconque stratégie de confinement.

Pour ces raisons, l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a entrepris de fournir des avis concertés à l'Ukraine, par l'intermédiaire de ses comités spécialisés dans la radioprotection, la sûreté nucléaire et la gestion des déchets radioactifs, qui réunissent les experts les plus au fait de ces domaines.

### UN EXAMEN FONDAMENTAL DES STRATÉGIES DE CONFINEMENT

L'AEN a abordé la question en deux étapes.

Dans un premier temps, une équipe pluridisciplinaire composée d'experts éminents de six pays de l'OCDE, spécialisés dans les techniques de construction, les évaluations de sûreté, l'hydrologie et la géologie dans le

domaine de la gestion des déchets radioactifs, l'évaluation de la sûreté et la physique du cœur des réacteurs en matière de sûreté nucléaire, ainsi que la protection radiologique et sanitaire, ont rencontré les autorités et ministères ukrainiens compétents et se sont rendus sur le site de Tchernobyl à la fin de septembre 1992. Cette mission d'enquête visait quatre objectifs :

- comprendre la situation actuelle de la tranche-4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl du point de vue de la sûreté et de l'environnement ;
- déterminer l'état des connaissances en Ukraine concernant le réacteur détruit, l'enceinte qui le contient et le milieu environnant ;
- déterminer les responsabilités des diverses organisations ukrainiennes et leurs relations administratives ; et
- lancer le processus permettant d'acquérir des informations détaillées destinées à un large débat international sur les solutions possibles pour le confinement des substances radioactives à court terme, et leur élimination finale dans le respect de l'environnement.

Ce débat international sera mené en deux parties. Dans la première phase, un symposium international, qui se déroulera à Kiev en 1993, permettra d'échanger des points de vues sur les questions scientifiques et techniques fondamentales qui déterminent le choix de la meilleure stratégie de confinement. La plupart des communications seront présentées par des experts ukrainiens et russes qui partageront leurs connaissances et points de vue avec leurs homologues des pays de l'OCDE. Pour faciliter autant que possible le transfert des connaissances, une partie du symposium sera organisée en groupes de travail spécialisés couvrant les différentes disciplines intervenant dans le confinement et l'évacuation des substances radioactives.

Au cours de la seconde phase, constituée d'un autre symposium, on s'attachera ensuite à déterminer et à examiner diverses stratégies de confinement. Le débat qui se déroulera au cours de cette réunion sera conduit par des experts des pays de l'OCDE qui présenteront chacun leurs points de vue, sur la base des informations obtenues au cours du symposium précédent.

Dans ce contexte, il importe de rappeler qu'avant la mission d'enquête de l'AEN, le ministère ukrainien chargé de la protection de la population contre les effets de l'accident de la centrale de Tchernobyl avait organisé un concours, invitant les experts du monde entier à formuler

\*M. KLAUS B. STADIE EST DIRECTEUR ADJOINT, SECURITE ET REGLEMENTATION, A L'AEN

des propositions en vue de transformer la tranche-4 de Tchernobyl en un site acceptable du point de vue de l'environnement. La date limite de ce concours, initialement fixée à la fin de 1992, a été reportée jusqu'à fin avril 1993.

Les organisations compétentes des pays de l'OCDE ont longtemps hésité à répondre à l'invitation de l'Ukraine, car nombre d'entre elles jugeaient cette démarche simpliste. D'une part, les informations fournies dans l'appel d'offre ne sont pas suffisamment complètes et détaillées pour qu'il soit possible d'élaborer des solutions crédibles et, d'autre part, la forme de concours retenue par l'Ukraine ne répond pas aux prescriptions imposées par les organismes internationaux de crédit. Plus de 300 particuliers, organisations gouvernementales et sociétés privées -- dont beaucoup des pays de l'OCDE -- ont néanmoins répondu. Les propositions vont de conseils d'ordre général sur le confinement des matières radioactives jusqu'à la description détaillée d'un sarcophage amélioré et d'installations connexes de décontamination pour l'élimination finale des décombres du réacteur détruit.

Alors que ce concours international apparaissait au départ comme une pierre d'achoppement pour l'initiative de l'AEN, les autorités ukrainiennes ont désormais pleinement accepté l'idée d'examiner sur le fond et sans a priori les différentes solutions possibles avant de prendre d'éventuelles mesures précises. A cette fin, le Ministère en charge de Tchernobyl

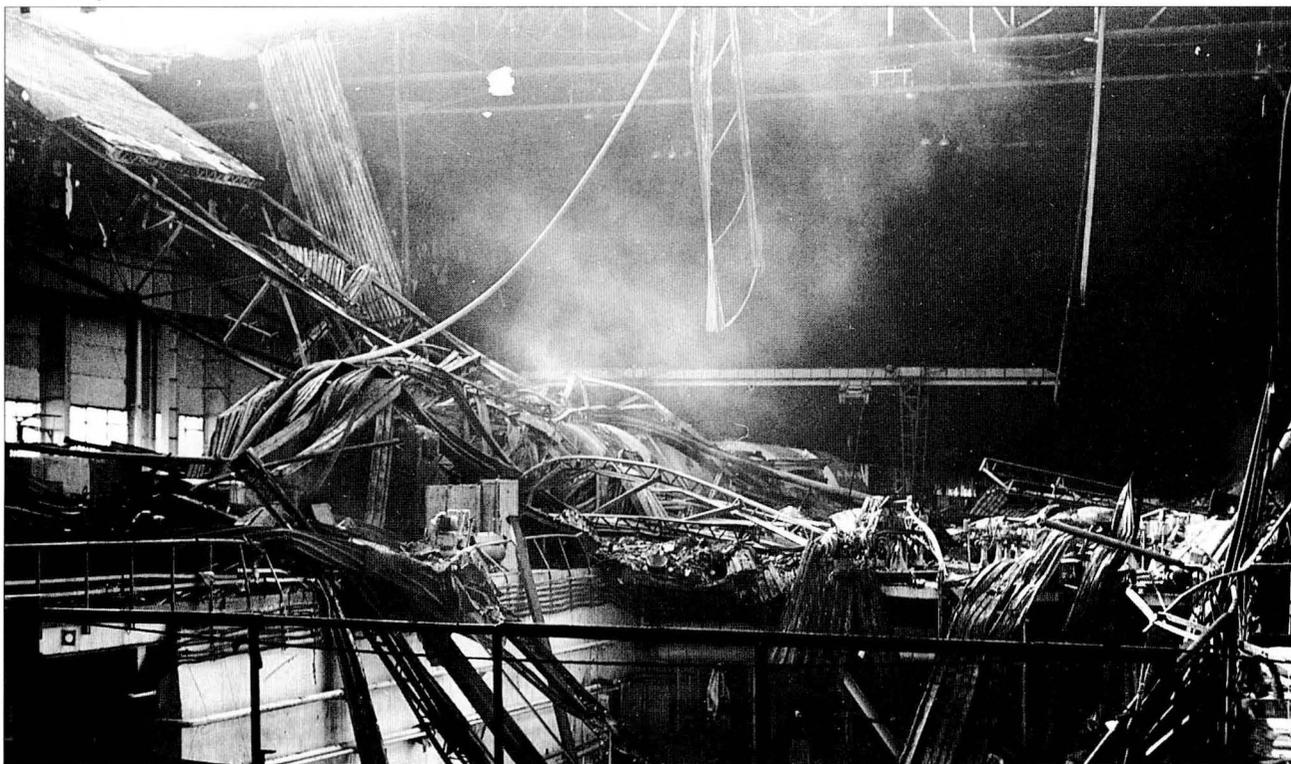
prévoit de présenter au premier symposium de l'AEN un rapport de synthèse récapitulant les principaux résultats du concours. Les idées contenues dans les propositions faciliteront certainement la recherche d'une solution optimale.

### LA SITUATION ACTUELLE A LA TRANCHE-4 DE TCHERNOBYL<sup>(1)</sup>

Le sarcophage qui abrite le réacteur détruit est loin d'être étanche. Outre un certain nombre d'ouvertures dans le toit, de larges fissures sont apparues sur les côtés de la structure en raison de la mauvaise qualité de la construction et de phénomènes d'affaissement différentiel. La superficie totale des ouvertures est d'environ 1000 m<sup>2</sup>, soit quelque 2 pour cent de la surface totale. Certains des supports internes de l'enceinte font partie des structures d'origine du bâtiment qui sont demeurées après l'accident. Ils sont nécessairement en mauvais état et pourraient aisément céder, entraînant un effondrement du toit. En outre, la structure actuelle n'est manifestement pas conçue pour résister à de très fortes sollicitations externes telles que de lourdes charges de neige, des vents forts, voire des séismes modérés.

(1) Les informations présentées dans cette section sont tirées du rapport de la mission d'enquête de l'OCDE/AEN (20-26 septembre 1992), diffusé en octobre 1992.

*La communauté internationale se mobilise pour étudier des solutions pour éliminer la contamination radioactive du site de Tchernobyl.*



Source : Shternberg/loosten.



Il subsiste dans l'enceinte quelque 180 tonnes de combustible nucléaire provenant du cœur du réacteur. Ce combustible se présente sous trois formes, à savoir des fragments du cœur, de la lave formée au cours de l'accident et qui s'est rapidement refroidie en se vitrifiant, ainsi que des particules de poussières radioactives. La lave se décompose à peu près 1000 fois plus vite que prévu, produisant de la poussière à un rythme soutenu ; il se pourrait que 10 pour cent du cœur se présente déjà sous cette forme. La mousse utilisée pour fixer la poussière ne semble pas être efficace, car elle se désintègre rapidement sous l'effet du fort champ de rayonnement.

L'ensemble total dégage actuellement quelque 55 à 70 kW de chaleur, mais cette production de chaleur est inégalement répartie dans l'enceinte, la température maximale dans le combustible étant estimée à 200°C environ.

La criticité ne semble pas poser de problème dans l'immédiat, encore que les infiltrations d'eau de pluie aient entraîné la formation de grandes flaques au fond du bâtiment, et que des matériaux absorbants soient continuellement ajoutés pour empêcher une éventuelle excursion de puissance. Cette eau risque également d'endommager la structure en cas de gel ; les températures les plus basses observées à Tchernobyl sont inférieures à moins 40°C.

L'effondrement du toit et la défaillance de la partie inférieure de la structure sont deux scénarios d'accident envisageables. Le premier entraînerait un important rejet de matières en suspension dans l'air, qui n'aurait peut-être pas de conséquences au-delà de la zone d'exclusion de 30 km, tandis que le second se traduirait par une contamination des eaux souterraines particulièrement préoccupante. Une demi-tonne environ de matières hautement radioactives provenant du réacteur et de grandes quantités de déchets de faible activité et d'équipements contaminés sont enfouis à proximité immédiate du sarcophage. Ces matières sont déjà entraînées par lixiviation dans les eaux souterraines, de sorte qu'il est difficile de déterminer si les fondations du sarcophage proprement dit fuient également.

Les forages les plus profonds effectués sur le site de Tchernobyl n'atteignent qu'une centaine de mètres de profondeur. La nappe phréatique se trouve à environ 6 m sous la surface, c'est-à-dire sous le radier en béton. Un aquifère supérieur de 12 mètres de hauteur repose sur une couche de 70 mètres environ de roches essentiellement argileuses. Un important aquifère régional, alimentant en eau de boisson la région de Kiev, se trouve à la base de cette couche d'argile et est en communication avec l'aquifère supérieur à travers celle-ci.

Un mur de 37 mètres de haut et d'environ 3,5 km de long a été construit en aval du réacteur dans le but de protéger la

rivière Pripiat. Ce mur enterré a fait remonter la nappe phréatique située sous le réacteur à son niveau actuel de 6 m.

Les experts ukrainiens n'estiment pas à plus de sept ans la durée de vie restante du sarcophage, mais cette estimation ne correspond apparemment qu'à une conjecture sans véritable fondement technique.

L'intensité du rayonnement au niveau du sarcophage et à proximité immédiate est manifestement un sujet de préoccupation. Le rayonnement dominant à l'intérieur de l'enceinte provient du césium (doses externes), mais le principal danger pour les travailleurs réside dans l'inhalation de poussières (doses internes), le nucléide le plus important étant le plutonium. Le plus fort champ de rayonnement à l'extérieur est situé sur le toit de l'enceinte, où l'on peut enregistrer des débits de dose atteignant 500 mSv/h. Ce chiffre est à comparer aux nouvelles recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) limitant à 20 mSv/an la dose délivrée aux travailleurs.

On ne dispose pas d'évaluations de sûreté appropriées, considérant les structures artificielles et le milieu naturel comme un système global et envisageant les incertitudes correspondantes. Aussi n'a-t-on pas estimé les doses et les risques pour les travailleurs et le public correspondant à divers scénarios possibles de confinement, alors que toutes les interventions possibles seront fortement tributaires des champs de rayonnement rencontrés.

## CONCLUSION

D'une manière générale, on peut envisager trois phases pour remettre le site du réacteur dans un état acceptable du point de vue de l'environnement :

- scellement et stabilisation de l'enceinte d'origine, ou probablement construction d'une nouvelle structure ayant une durée de vie située entre plusieurs décennies et un siècle ;
- décontamination et déclassement de la structure d'origine et de son contenu ; et
- démantèlement complet et évacuation de toutes les structures.

Il existe manifestement un large éventail d'approches pour chacune de ces phases, et l'on peut également envisager d'appliquer différentes mesures pour les réaliser. Les deux symposiums de l'AEN en 1993 ont pour but d'examiner les diverses possibilités offertes et de faciliter la recherche de la stratégie optimale, compte tenu des risques dus aux rayonnements pour les travailleurs et le public ainsi que des coûts de ces mesures.

## LES CENTRES DE VISITEURS ET L'ACCEPTATION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**A**ux yeux du public, l'installation nucléaire semble a priori quelque chose d'hermétique. Hermétique dans les deux sens du terme, parce que non ouvert au public – sécurité oblige – et parce que difficilement compréhensible pour ce même public – du fait d'une technologie particulièrement complexe.

Atténuer ce caractère hermétique pour le public a bien été l'une des priorités de l'industrie nucléaire depuis quelques années qui, à des degrés divers, (allant jusqu'au slogan d'EDF "une centrale, ça se visite"), a tenté de transformer ses installations nucléaires en un lieu, sinon public, du moins en partie accessible, notamment à travers la réalisation de centres de visiteurs.

Ces centres de visiteurs sur les sites d'installations nucléaires doivent donc remplir le double rôle de rendre le site accessible et le nucléaire intelligible. A travers eux, on cherche à familiariser le public avec l'énergie nucléaire et à le rassurer quant à la capacité de gérer des installations de façon sûre. D'une part ces centres offrent des représentations concrètes aux visiteurs -- il est clair qu'un exposé sur les barrières multiples de sûreté devient plus parlant dès qu'il s'appuie sur l'exemple d'une maquette ; d'autre part, ils permettent de présenter au public l'industrie nucléaire sous un visage humain, et ainsi de faciliter les contacts et les relations entre les différentes communautés locales et les responsables des installations nucléaires.

\*MME FLORENCE DE GALZAIN EST RESPONSABLE DE L'INFORMATION A L'AEN



La conception des centres de visiteurs est désormais devenue une haute spécialisation.

### UN CONCEPT EN ÉVOLUTION

Lorsque les premiers chantiers de construction de centrales nucléaires ont été ouverts, et soumis à des études d'impact et à des enquêtes publiques, les autorités responsables ont créé des bureaux d'information du public, soit à proximité du site, soit dans l'agglomération la plus proche. Or, il s'est avéré que la population locale souhaite être informée et associée à la décision, condition préalable à son acceptation du site. Au moment du passage de la construction à l'exploitation, il ne devait donc pas y avoir de rupture avec le public. Les petits halls d'information sont donc devenus de véritables centres de visiteurs situés généralement à l'entrée des sites et indépendants des installations, ce qui facilite les procédures d'accueil et répond aux exigences de sécurité.

### UN CONCEPT EN EXPANSION

Ainsi, la quasi totalité des centrales nucléaires se sont dotées d'un tel centre, et la politique dans la plupart des pays de l'OCDE est devenue "une centrale, un centre". Par exemple, 66 pour cent des centrales nucléaires aux Etats-Unis disposent d'un centre de visiteurs, soit directement sur le site soit à proximité immédiate (ainsi près de 45 centres ont déjà permis à un américain sur six de visiter une centrale nucléaire). En France, l'accueil du public est prévu sur les 20 sites nucléaires, avec plus de 300 000 visiteurs par an. Plus récemment, la systématisation de ces centres s'est également étendue aux installations liées au cycle du combustible, qu'il s'agisse du stockage des déchets (El Cabril, Soulaïnes, etc) ou du retraitement (La Hague, Rokkasho, Sellafield). Enfin, avec le vieillissement des centrales, plusieurs centres se situent désormais sur des sites en démantèlement, soit de fait comme à Greifswald en ex-Allemagne de l'Est, ou volontairement comme à Chinon.

### POUR NE PAS PERDRE LA BOULE

L'exemple de Chinon mérite une attention particulière car il incarne à lui-seul le concept de centre de visiteurs poussé à l'extrême : à Chinon, c'est en effet la centrale elle-même qui est devenue un musée ! et c'est bien une centrale "grandeur nature" que l'on visite, même s'il s'agit de la première centrale électro-nucléaire française à vocation industrielle (EDF-1) qui a fonctionné pendant dix ans, caractéristique par sa forme sphérique (d'où son nom "la Boule"), et dont la technologie n'a plus grand chose à voir avec celle des centrales actuelles.

## LE CENTRE, MIROIR DE L'INDUSTRIE NUCLÉAIRE

Pour l'industrie nucléaire, le centre sert de prolongement à la politique de communication institutionnelle et nationale, qu'il en soit l'aboutissement, ou qu'il vienne en appui. Il reflète ainsi l'image que veut donner d'elle-même cette industrie au public (utile, propre, futuriste, sûre etc). Le centre donne une représentation directe de cette image en s'identifiant à elle au point qu'en le visitant, le public ait l'impression qu'il a pénétré dans l'industrie elle-même. Tous les centres de visiteurs sont d'ailleurs conçus en ce sens, pour permettre au public de toucher du doigt le nucléaire ne serait-ce qu'en appuyant sur des boutons de maquettes et de bornes interactives.

## CENTRE OU CENTRALE ?

Le centre utilise bien évidemment le site dont il dépend comme un exemple concret : cela peut même aller jusqu'à la visite, partielle ou complète, du site en exploitation. Ainsi, les centrales elles-mêmes sont de plus en plus ouvertes au public, de même que les sites de stockage de déchets qui ne présentent que peu d'inconvénients à être visités (Soulaïnes, où 87 % des visiteurs se rendent sur le site, et El Cabril où la visite sur site est systématique etc). Désormais, le visiteur se voit souvent proposer de découvrir soit le centre d'information, soit le site des installations, soit les deux. Pourtant, curieusement, de nombreux visiteurs préfèrent se cantonner au centre d'information, plus calme, plus simple, plus convivial.

## UNE STRUCTURE DE RENCONTRE NEUTRE ?

Au dire des responsables de centres de visiteurs, un centre doit apparaître avant tout comme un lieu d'accueil et de dialogue. La démarche du visiteur à se rendre sur un site qu'il n'apprécie pas forcément doit être accueillie avec enthousiasme, mais aussi avec prudence. Il ne s'agit pas de l'assaillir d'emblée par un discours résolument en faveur du nucléaire. Ainsi, le message d'un centre visera trois objectifs principaux, exprimés de façon plus ou moins nuancée selon les préoccupations majeures des exploitants :

- 1) il vise d'abord à mettre le visiteur à l'aise dans ce monde technologique, c'est-à-dire à le rassurer et le rendre confiant dans la compétence de l'exploitant de l'installation ;
- 2) il cherche ensuite à le familiariser avec les données de base relatives à l'énergie nucléaire, ce qui revient à l'initier aux mystères du nucléaire ;

- 3) il tente enfin de lui fournir des éléments de comparaison avec les autres sources d'énergie, ce qui concourt à lui donner les moyens de participer, à l'occasion, aux choix énergétiques. En fin de compte, il aura fait d'un visiteur passif venu arpenter un musée un acteur averti dans le débat relatif à l'énergie nucléaire.

Ainsi, la neutralité du lieu de rencontre se retrouve plutôt dans la nature de l'information diffusée. A quelques exceptions près, tous les responsables de centres déclarent présenter un exposé neutre des faits, leurs principaux objectifs étant de faire connaître l'installation (avant de la faire accepter) et d'informer sur le nucléaire (plutôt que de le promouvoir). On peut cependant estimer que le seul fait de rendre le nucléaire plus connu, plus familier, constitue un pas important vers son acceptation par le public et un message purement informatif peut fort bien se confondre, au niveau de l'effet produit sur le public, avec une prise de position en faveur du nucléaire.

La difficulté reste de trouver le juste ton qui permette d'informer plus que de convaincre et d'expliquer plus que d'affirmer. C'est pourquoi certains centres, comme celui de la centrale de Saint-Alban en France, testent leurs discours sur un échantillon du public avant de le finaliser, et considèrent que ce discours doit être en perpétuelle évolution.

## AU-DELA DE L'INFORMATION NUCLÉAIRE

Ayant vocation d'informer tout à la fois sur l'installation à laquelle ils sont rattachés et sur le nucléaire en général, les centres développent ces deux thèmes (bien sûr très complémentaires) dans des proportions assez variables. Cependant, en dehors de cas extrêmes -- comme par exemple Olkiluoto en Finlande, Gronau en Allemagne, Ukrainskaiia en Ukraine (où 75 % à 80 % de l'information porte sur l'installation) ou Sequoyah à North Anna aux Etats-Unis et Darlington au Canada (où 70 % à 75 % de l'information a trait au nucléaire en général) -- une tendance se dégage nettement révélant un équilibre 50-50 entre les deux thèmes développés.

Du point de vue du contenu des informations présentées, les centres, loin de s'en tenir à quelques aspects de l'électro-nucléaire, dispensent généralement une information plus large, portant sur tous les aspects de l'énergie nucléaire : atomes, radioactivité, cycle du combustible, déchets, questions économiques etc, voire sur les autres applications du nucléaire (médecine, industrie, archéologie, agriculture...), même si c'est dans tous les cas sous une forme très résumée.

Ce souci de globaliser l'information peut aller jusqu'à la présentation des autres sources d'énergie. Une assez nette majorité de centres en traitent brièvement, ce qui leur permet d'exposer le problème de l'approvisionnement énergétique global et de restituer, dans ce contexte, la contribution de l'énergie nucléaire au niveau national, voire mondial.

En fait, il semble qu'un centre dispense une information plus ou moins globale en fonction de la vocation du site auquel il est rattaché. Ainsi un centre sur le site d'une centrale concentrera plus volontiers son exposé sur la production d'énergie (nucléaire ou non), celui sur un site de gestion de déchets diffusera des données liées à l'environnement, à la géologie... etc, alors qu'un centre lié à une installation du cycle du combustible élargira l'information à des secteurs beaucoup plus étendus (sociaux, économiques etc).

### LA CIBLE DU CENTRE

Bien évidemment, l'information diffusée et les messages transmis sont sélectionnés en fonction des publics ciblés. A l'inverse des musées hors site ou des expositions itinérantes, les centres s'adressent d'abord à la population locale et régionale, celle qui vit à proximité des installations nucléaires, à l'exception de ceux dont l'envergure est nationale voire internationale (Sellafield au Royaume-Uni, Rokkasho au Japon). Certains voient dans leur rattachement à un site une limite de ces centres, précisément parce qu'ils ne concernent que ceux qui vivent à une distance raisonnable et privilégient par conséquent les expositions itinérantes, comme en Suède par exemple.

Une nouvelle tendance vise également à capter des visiteurs de passage dans la région, à l'occasion de périples touristiques, comme c'est le cas de Chinon par exemple, situé au coeur de la vallée de la Loire, ou encore du Centre de la Hague en France où un effort important est fait actuellement pour intégrer la visite du centre dans des cycles touristiques de découverte de la Bretagne. EDF soutient d'ailleurs une nouvelle collection de guides touristiques où les centres de visiteurs sur les sites nucléaires figurent parmi les circuits de tourisme industriel et culturel.

Même s'il dispense une information claire, concise et générale, un centre de visiteurs n'est jamais conçu pour s'adresser à tous les publics. En fait, dans la plupart des cas, les centres sont destinés principalement aux élèves, ce qui permet, d'une part de toucher un public nombreux et facilement accessible notamment à travers les écoles, d'autre part de préparer des opinions à long terme. Celui d'Olkiluoto en Finlande accueille un public composé à 40%

d'élèves et d'étudiants, chiffre qui se monte à plus de 60 % pour les centres d'EDF. Le centre d'ENRESA, consacré aux déchets radioactifs, récemment ouvert à Madrid, a été essentiellement conçu pour accueillir des visites organisées d'élèves du secondaire. De même que celui de la Centrale de Penly en France, qui a d'ailleurs mené une expérience très intéressante de "classes nucléaires" où une classe complète a été reçue pendant cinq jours afin d'étudier le fonctionnement de la centrale, à l'issue desquels ils recevaient un diplôme. En Belgique également, un centre de visiteurs est actuellement à l'étude avec le soutien des Communautés européennes sur un site de gestion de déchets. La stratégie qui a été arrêtée pour ce centre se fonde sur un public scolaire de 15-18 ans, tranche d'âge considérée comme portant en germe le profil des futurs leaders d'opinion. Ce Centre sera résolument pédagogique tant dans sa forme que dans son contenu.

A Chinon par exemple, pour toucher les élèves, le centre s'adresse d'abord aux enseignants qu'il mobilise à travers des visites organisées, des conférences annuelles pour les aider à préparer leur programme de cours sur le nucléaire et leur montrer toutes les possibilités d'approche de la question à travers le musée, et surtout des études et travaux connus sur l'environnement quand il s'agit d'enseignants de matières scientifiques et techniques.

Par contre, précisément parce que ce ne sont pas les enfants qui aujourd'hui décident de l'avenir du nucléaire, certains centres ont préféré se tourner plutôt vers les étudiants, ou vers les journalistes (comme c'est le cas du centre d'information de l'Institut Kurchatov en Russie), considérés comme les meilleurs relais pour sensibiliser toute une population.

D'autres enfin, plus rares, concentrent leurs efforts uniquement sur un public déjà largement averti pour ne viser que des relais d'opinion, experts, hommes politiques et médias, comme ceux de la COGEMA par exemple, ou comme à El Cabril où la visite, toujours guidée, s'adresse à un public restreint et technique.

Ainsi, en général, les centres se sont fixés pour objectif de présenter une information, certes de qualité, mais surtout accessible à tous publics et d'abord aux enfants ce qui, bien évidemment, déterminera la nature des supports utilisés dans ces centres et le choix des techniques de communication.

### DES SUPPORTS POUR UNE IMAGE

Devenus des hauts lieux d'information, les centres de visiteurs utilisent les meilleures techniques de communication disponibles. Celles-ci doivent bien



évidemment être attrayantes, ludiques, complémentaires, suffisamment variées pour maintenir l'attention du visiteur en éveil... et solides. La palette est très large qui comprend :

- des moyens relativement passifs où la participation du visiteur n'est que peu sollicitée -- support écrit, court et aéré (Golfech en France) et dont le message sera en fait le mieux retenu par le public ;
- des présentations graphiques, des vitrines animées et commentées (Golfech, Santa Maria de Garona en Espagne...), et la technique du film vidéo (très répandue) qui est encore le support le plus apprécié ;
- les techniques les plus interactives comme les maquettes animées (Nine Mile Point, Fitzpatrick aux Etats-Unis), des matériels et échantillons réels (ailettes de turbine, assemblages combustible, boulons de couvercle de cuve...), des simulateurs de salle de commande (Laboratoire de Fermi) et robots électroniques (Rokkasho) ou encore des bornes interactives, habilement manipulées par les élèves, mais qui pourraient répondre à un effet de mode passager et dont le coût reste élevé.



Source : Centre de Visiteurs de Garona, Espagne.

*L'AEN a organisé un séminaire international pour étudier le rôle des centres de visiteurs sur les sites d'installations nucléaires.*

L'idée de relier le centre de visiteurs directement au coeur de la centrale, notamment dans la salle de commande par le biais d'une caméra vidéo a été testée dans plusieurs centrales. Cela permet la retransmission télévisée en direct des travaux dans certains lieux stratégiques de la centrale, par des caméras télécommandées par les visiteurs, comme à Würgassen en Allemagne : si cette technique est fort appréciée des visiteurs, elle l'est semble-t-il beaucoup moins du personnel de la centrale qui se sentirait presque surveillé.

Une nouvelle tendance se dégage également, qui vise à mettre à disposition du public des supports à lecture différée, telles que des plaquettes didactiques, des bandes dessinées, voire des cassettes et jeux vidéo, ce qui n'est pas pour déplaire aux plus jeunes!

Pourtant, après un développement très rapide de ces techniques de communication, il apparaît aujourd'hui que les supports écrits et visuels simples restent des valeurs sûres, faciles à réaliser et à acquérir. En outre, on constate que les techniques d'information ne sont pleinement efficaces que si elles requièrent un minimum d'effort de la part des visiteurs. D'une part parce qu'on retient mieux, à long terme, ce que l'on apprend avec un peu d'effort; d'autre part parce qu'en obligeant le visiteur à un peu d'effort, on valorise aussi le sujet à ses yeux.

Le degré de sophistication des techniques de communication employées dans les centres dépend finalement d'un choix de stratégie des responsables des installations. Si les meilleures techniques sont utilisées à Sellafield ou à Rokkasho pour donner l'impression d'une industrie de pointe qui maîtrise parfaitement la technologie, le choix de moyens plus simples (et moins coûteux) peut correspondre au contraire à la volonté de privilégier le rôle des guides et hôtesse et à afficher une image plus humaine et plus banalisée de l'industrie nucléaire, comme au centre d'information de l'Institut Kurchatov par exemple.

## CONCLUSION

D'après les différents sondages menés à l'issue des visites des centres d'information, le public, à près de 75 %, estime que l'énergie nucléaire est une bonne source de production d'électricité et plus de la moitié s'avoue à la fois plus favorable au nucléaire et plus confiante dans la capacité de l'industrie nucléaire à le gérer. Ces centres de visiteurs sur sites constituent donc un moyen privilégié d'information sur l'énergie nucléaire qui tout en augmentant la mise en confiance du public remplit un rôle pédagogique unique en son genre.

## LA SITUATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCONOMIQUE DE L'ÉLECTRONUCLÉAIRE

**L**AEN a publié récemment un rapport intitulé "Énergie nucléaire : le point sur les aspects économiques et technologiques"<sup>(1)</sup> qui a été rédigé par M. P.M.S. Jones, ancien Président du Comité du développement nucléaire de l'AEN. Établi à l'intention d'un public de non spécialistes s'intéressant aux questions d'énergie et d'environnement, ce rapport donne un aperçu du consensus actuel des experts concernant l'état d'avancement de la technologie de l'électronucléaire et sa situation économique. Sur la base d'études récentes menées par l'AEN et de l'expérience accumulée dans les pays de l'OCDE, cette publication couvre la demande potentielle d'énergie nucléaire, sa compétitivité économique, ainsi que les aspects pertinents des bons résultats d'exploitation des réacteurs et des progrès technologiques futurs.

Tel qu'il est conçu, ce rapport passe en revue les principaux enjeux et perspectives d'ordre technologique et économique auxquels est confrontée l'industrie nucléaire. Les extraits suivants de la publication traitent de certaines des incertitudes susceptibles d'influer sur l'avenir de l'électronucléaire, que de nouveaux travaux en coopération à l'échelle internationale pourraient contribuer à lever.

### COÛTS DU NUCLÉAIRE

L'énergie nucléaire, qui a été l'un des secteurs dont la croissance a été la plus rapide au cours des années 70, occupe aujourd'hui une place de premier plan dans l'approvisionnement mondial en énergie. Dans le même temps, sa technologie a continué à évoluer, bien que l'on privilégie aujourd'hui un nombre restreint de techniques que l'on pense commercialement les plus prometteuses à court et à moyen terme.

Pendant les années 70, l'électronucléaire a semblé prendre un avantage économique considérable sur les solutions concurrentes fondées sur les combustibles fossiles, mais elle n'a pas su exploiter cet atout dans de nombreux pays. Cela tient, en partie, aux surcoûts auxquels il a fallu faire face pour garantir la sûreté des centrales nucléaires, et en partie au fait que ni la croissance de l'économie mondiale et de la demande mondiale d'énergie, ni l'augmentation des prix des combustibles fossiles n'ont évolué conformément aux prévisions faites à une certaine époque. Néanmoins, l'énergie nucléaire

est restée compétitive avec les combustibles fossiles pour la production de la charge de base dans la plupart des pays de l'OCDE et a acquis un avantage significatif sur les filières concurrentes dans les pays qui ont systématiquement mis dans leurs programmes sur la normalisation des modèles.

En dépit des succès obtenus par l'énergie nucléaire, une partie notable de la population de certains pays s'oppose fortement à son développement, et son utilisation est devenue une question politique de premier plan dans plusieurs pays. Pour gagner la confiance du public et justifier pleinement l'attribution au nucléaire du rôle de premier plan qu'il a les moyens de tenir, il faut en démontrer la sûreté avec des arguments clairs et faciles à comprendre. Il faut apporter la preuve que ses incidences potentielles sur l'environnement sont insignifiantes et qu'il présente à cet égard des avantages considérables sur les autres sources classiques d'énergie. Enfin, il faut convaincre les compagnies d'électricité du monde entier que ses coûts sont bien définis et que l'électronucléaire restera économiquement compétitif avec les autres filières énergétiques dans l'avenir.

A cet égard, il existe un certain nombre de domaines clairement définissables où des études internationales en coopération pourraient contribuer à ces objectifs. Il s'agirait de dégager un consensus entre experts sur la situation actuelle et de dresser la liste des incertitudes qui pourraient influer sur la situation technique et économique de l'électronucléaire dans l'avenir.

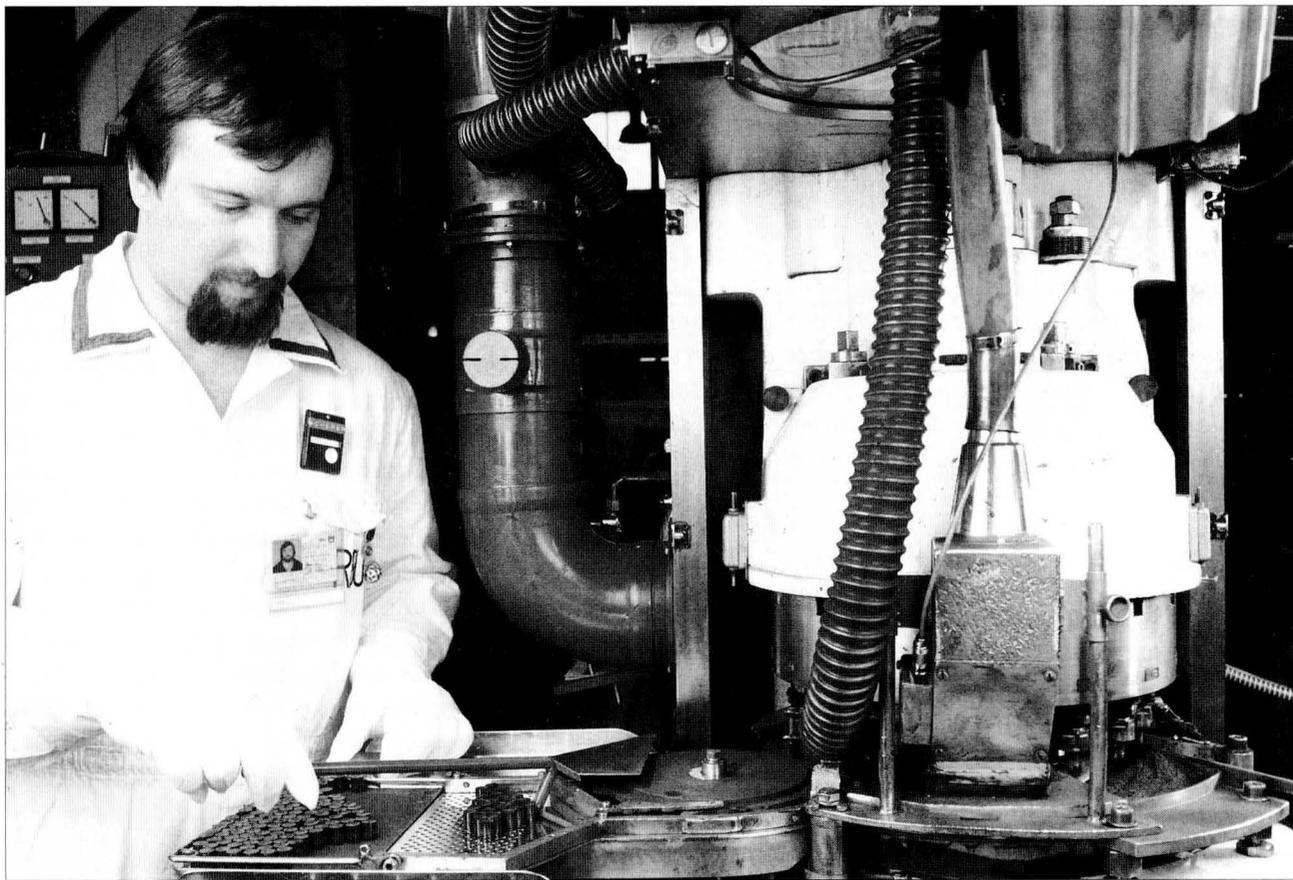
Étant donné que les coûts d'investissement sont le poste de dépense individuel qui pèse le plus sur les coûts de production de l'électricité nucléaire, il est impératif que l'industrie nucléaire ne ménage aucun effort pour les contenir ou les réduire, tout en maintenant en toutes circonstances les normes de sûreté les plus exigeantes.

Il existe divers moyens possibles d'atteindre cet objectif. Pour certains pays, la simple mise en oeuvre d'un programme cohérent de construction de réacteurs de modèles normalisés, internationalement acceptés et susceptibles d'être rapidement autorisés, améliorerait grandement les caractéristiques économiques des futures centrales nucléaires, surtout si l'on peut installer plusieurs réacteurs sur un seul site. Certains pays ont déjà réalisé des économies considérables en appliquant ces mesures et, s'ils veulent réaliser des économies supplémentaires, ils devront s'attacher à simplifier la conception et à améliorer régulièrement la productivité, aussi bien pendant la construction que pendant l'exploitation des centrales.

\*M. PETER M.S. JONES EST AUTEUR ET CONSULTANT EN ÉCONOMIE ET ÉNERGIE. IL EST ANCIEN CONSEILLER ÉCONOMIQUE PRINCIPAL A AEA TECHNOLOGY, ROYAUME-UNI, ET ANCIEN PRÉSIDENT DU COMITÉ DU DÉVELOPPEMENT NUCLÉAIRE DE L'AEN.

(1) OCDE/AEN (1992), "Énergie nucléaire : le point sur les aspects économiques et technologiques", Paris.





*L'énergie nucléaire est devenue un fournisseur important dans l'offre mondiale d'énergie.*

Source : Kraftwerke Union, AG, Allemagne.

### PROLONGATION DE LA DURÉE DE VIE UTILE DES CENTRALES

Comme les coûts d'investissement des centrales nucléaires sont élevés et que les coûts liés au combustible et aux activités d'exploitation sont relativement bas, il importe de tirer le meilleur parti possible des centrales nucléaires existantes. Le premier objectif des exploitants est donc d'obtenir de leurs centrales en service le facteur de disponibilité le plus élevé possible, en réduisant au minimum les périodes de mise à l'arrêt de la centrale.

Toutefois, une nouvelle possibilité d'utiliser efficacement les ressources en capital est en train de se dessiner. De nombreuses centrales nucléaires approchent de la fin de leur vie utile, telle qu'elle avait été initialement prévue. La durée de vie de ces centrales avait été déterminée compte tenu d'hypothèses techniques empreintes de conservatisme et de l'adoption de marges de sûreté considérables, reflétant l'état des connaissances et l'expérience acquise il y a 20 ans ou davantage. On s'aperçoit maintenant que beaucoup des réacteurs existants pourraient continuer à fonctionner dans de bonnes conditions de sûreté bien au-delà des 20 à 25 ans que de nombreux pays avaient prudemment pris comme hypothèse dans leur planification antérieure. S'il en est vraiment ainsi, le surcroît d'électricité produite devient extrême-

ment bon marché par rapport aux autres techniques de production.

Par conséquent, on s'interroge de plus en plus à l'échelon international sur les conditions nécessaires à la prolongation de la durée de vie des centrales existantes, à la fois du point de vue des investissements supplémentaires éventuellement nécessaires et de leur échelonnement, et on se demande si la gestion du réacteur et de son cycle du combustible pendant sa durée de vie programmée normale peut affecter la faisabilité ou les coûts de la prolongation. Apparemment, rien n'indique a priori que l'on ne puisse pas prolonger la vie des réacteurs à eau bien au-delà des 40 ans que certains concepteurs envisagent maintenant.

### DECLASSEMENT

Grâce aux échanges techniques à l'échelon international, les experts sont tombés d'accord pour estimer que le déclassement des réacteurs et des usines de combustibles ne posait pas de problèmes insurmontables, et ils ont démontré que les techniques déjà mises au point pour la maintenance et le déclassement des installations à petite échelle pouvaient être utilisées pour les réacteurs et les installations industrielles de grande taille. Toutefois, un certain scepticisme persiste dans

le public et il y a des divergences de vues dans les milieux nucléaires quant au coût total du déclassement des grandes centrales nucléaires. On connaît bien maintenant la cause de ces divergences. Certaines découlent de politiques nationales différentes concernant la gestion des déchets ou d'anticipations différentes de ce que pourraient être ces politiques dans l'avenir. En dépit des écarts observés, il est évident aujourd'hui qu'il faudrait vraiment que les prévisions actuelles des coûts du déclassement soient grossièrement erronées pour que ceux-ci puissent modifier de façon significative les coûts totaux de l'électricité produite par les grands réacteurs refroidis par eau.

La poursuite des échanges sur les expériences de déclassement contribuera à l'amélioration générale des techniques et à l'établissement de normes communes. Ces échanges permettront également de procéder à une comparaison critique de diverses méthodes et prescriptions nationales et de d'assurer qu'il n'est apparu aucune difficulté imprévue pouvant modifier l'appréciation du poids relatif du déclassement par rapport à l'ensemble des aspects économiques de l'énergie nucléaire.

### INSTALLATIONS DE STOCKAGE DU COMBUSTIBLE IRRADIÉ ET DÉPÔTS DE DÉCHETS NUCLÉAIRES

Il n'existe pas à ce jour de marché commercial pour le stockage du combustible nucléaire irradié ou pour l'évacuation de ce combustible ou des déchets de retraitement. C'est pourquoi les coûts de ces étapes de la partie terminale du cycle du combustible nucléaire ont dû être estimés sur la base d'études théoriques réalisées dans certains pays.

On dispose d'un large éventail de techniques différentes pour le stockage du combustible irradié et son enrobage préalablement à son évacuation. Il existe également toute une gamme de projets concernant les dépôts dans des formations géologiques au sein de matrices constituées d'argile, de sel ou de roches volcaniques. Il est donc inévitable que les estimations des coûts futurs diffèrent dans des proportions significatives. Il ne faudrait pas en déduire que le secteur nucléaire est incapable de déterminer les coûts. A condition de connaître précisément et clairement les prescriptions à respecter, il est possible de concevoir et de chiffrer avec une certaine assurance les installations appropriées. Même compte tenu de l'incertitude quant aux spécifications précises qui seront fixées, le degré d'incertitude actuel qui ressort de l'expérience acquise au plan international est trop faible pour influencer sensiblement sur les coûts totaux de la production d'électricité nucléaire.

Si l'ensemble des experts pouvaient s'entendre à l'échelon international pour définir clairement l'éventail des options et la fourchette dans laquelle les coûts pourraient s'établir,

compte tenu de diverses conditions réglementaires, cela pourrait contribuer à dissiper les idées erronées du public au sujet de l'étendue des connaissances acquises dans ce domaine par le secteur nucléaire.

### NOUVELLES TECHNOLOGIES

L'enthousiasme du secteur nucléaire pour la mise au point de technologies radicalement nouvelles a été fortement tempéré par l'augmentation des coûts de mise au point, d'autorisation et de démonstration, et la diminution des perspectives de débouchés pour de nouvelles installations. Les principales exceptions à cette règle ont été les réacteurs de faible et moyenne puissance pour lesquels on a estimé que de nouveaux débouchés importants étaient possibles, et la poursuite des travaux de mise au point des réacteurs à neutrons rapides dont la mise en place paraît inévitable et essentielle si l'on veut que l'énergie nucléaire joue à long terme un rôle de premier plan dans l'approvisionnement énergétique mondial. Les échanges internationaux visant les informations techniques et les principes généraux de conception se poursuivent au bénéfice de tous, et des appréciations générales sur les spécifications appropriées et les débouchés peuvent être et ont été réunies.

Pour le secteur nucléaire, l'une des principales difficultés a été de réunir les fonds pour financer des technologies qui requièrent de longs travaux de mise au point avant que des bénéfices commerciaux puissent être réalisés. Les coûts de nombreux projets technologiques de pointe, et pas seulement dans le domaine nucléaire, sont élevés car il faut en faire la mise au point et administrer la démonstration en vraie grandeur pour fournir le degré d'assurance requis concernant leur sûreté, leur fiabilité et leur viabilité économique. Le fait que depuis quelques années, les pouvoirs publics tendent à compter davantage sur l'industrie privée pour financer les secteurs de pointe, soulève de sérieux problèmes pour les projets de développement très coûteux et de longue haleine qui ne sont payants qu'à long terme.

Dans un tel contexte, le rôle d'un organisme international pourrait être de chercher à faciliter les initiatives industrielles en coopération en vue de réduire les coûts de mise au point de chaque entreprise individuelle et de partager les débouchés éventuels. Il pourrait également évaluer de façon objective les besoins et les avantages qui pourraient découler de l'innovation technologique et analyser comment ces avantages pourraient être exploités.

### INCIDENCES ÉCONOMIQUES PLUS GÉNÉRALES

S'agissant des investissements futurs dans le domaine de l'énergie, on a le plus souvent défini les solutions les plus

avantageuses à partir de critères de comparaisons strictement financiers, prenant en compte l'évolution future possible des prix des combustibles et toutes les incertitudes quant à la sécurité de l'approvisionnement en combustibles. Certains gouvernements et certaines compagnies d'électricité ont pris en compte ces préoccupations, quelle qu'en soit la cause, pour justifier le paiement d'un petit surcoût destiné à assurer la diversité des types de centrales et des combustibles utilisés dans un réseau national d'alimentation en électricité.

D'aucuns ont également trouvé dans certains avantages plus généraux de l'électronucléaire un argument supplémentaire qui pourrait contribuer à contrebalancer les réticences du public au sujet de l'installation des centrales nucléaires. Ces avantages postulés sont notamment l'amélioration de la balance des paiements du pays, la stabilisation des prix des combustibles fossiles, la contribution à la croissance économique nationale (supérieure à celle que l'on obtiendrait en investissant dans les technologies liées aux combustibles fossiles), et l'absence des conséquences nuisibles pour l'environnement associées à la combustion de combustibles fossiles.

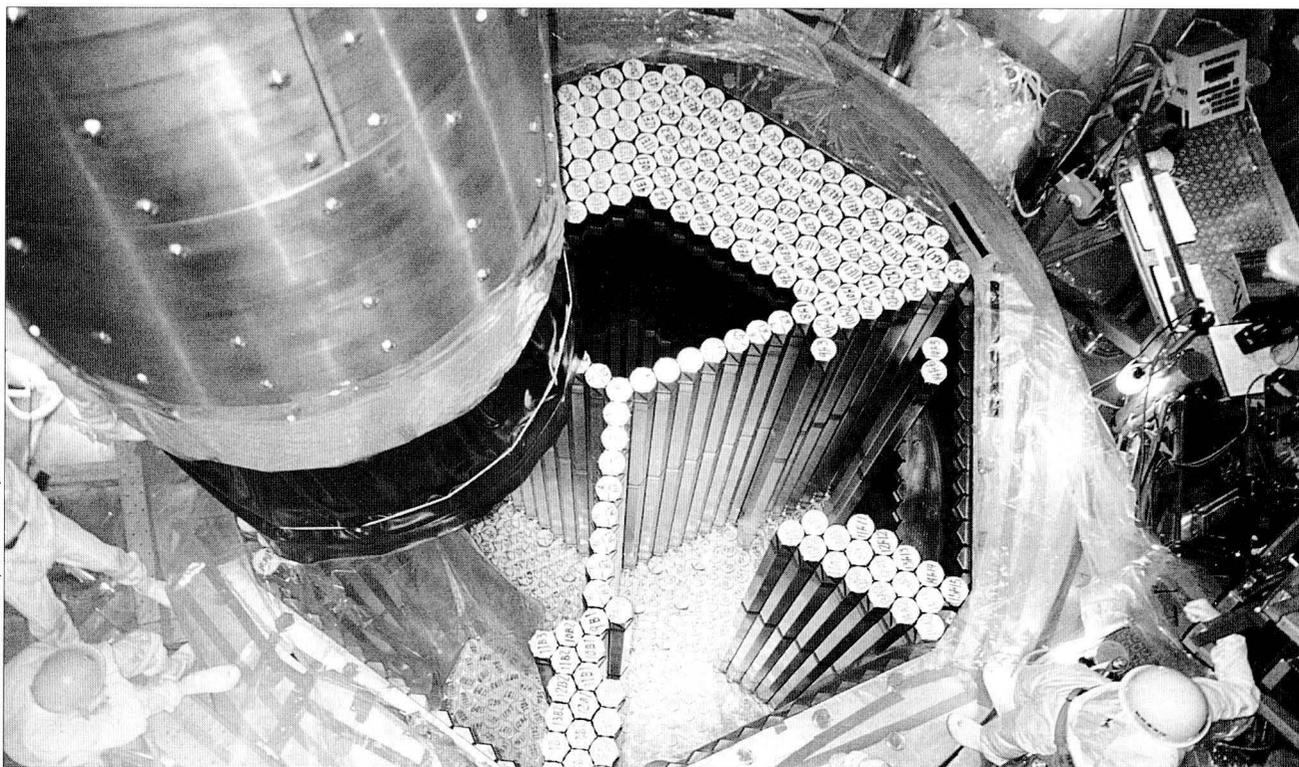
Compte tenu de l'attention prioritaire que la communauté internationale accorde aux conséquences de l'effet de serre et au besoin éventuel de réduire les émissions de gaz qui y contribuent, on constate un regain d'intérêt à l'idée d'établir un bilan des avantages et des coûts de l'énergie nucléaire pour la collectivité en général, notamment ceux qui n'apparaissent pas dans les estimations classiques des investissements. Des études sont en cours, à l'échelle internationale,

afin de faire le point, autant que cela est possible, des connaissances concernant la réalité, l'ampleur et l'importance de ces coûts et de ces avantages, ainsi que des méthodes qui ont été mises en oeuvre pour essayer de les quantifier.

Une étude récente de l'AEN montre que les analyses micro-économiques classiques des coûts rendent bien compte de l'ensemble des coûts de l'approvisionnement en électricité d'origine nucléaire, et que les coûts externes pour l'environnement et la santé imposés à des tiers par l'électronucléaire, tant en cas d'exploitation normale que dans des conditions accidentelles hypothétiques, sont très faibles par rapport aux coûts directs de production. On ne peut pas en dire autant des centrales à combustibles fossiles, même quand elles sont équipées de dispositifs de désulfuration et de dénitrification pour limiter les émissions de gaz acides, puisque le coût des émissions de dioxyde de carbone pour la collectivité pourrait représenter plusieurs centièmes des coûts de production, voire beaucoup plus. D'importantes incertitudes techniques et économiques subsistent en ce qui concerne les incidences des rejets de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Dans les cas où l'électronucléaire est la solution la moins coûteuse pour la production de la charge de base, son utilisation peut contribuer à accroître légèrement le produit intérieur brut, à créer des emplois et à améliorer la balance des paiements. A l'échelle mondiale, l'électronucléaire contribue à stabiliser les prix des combustibles fossiles, et l'abandon de cette filière aurait des répercussions économiques considérables, d'une ampleur comparable à celles provoquées par les crises pétrolières des années 70.

*La technologie nucléaire a constamment évolué depuis les années 1970.*

Source : Réacteur Monju, PNC, Japon.



Des études parallèles sont également en cours pour rassembler des informations autant que possible chiffrées sur les "retombées" des travaux menés dans le secteur nucléaire, dont profitent d'autres secteurs industriels et commerciaux. Les "retombées" observées dans le passé ne donnent pas forcément d'indications sur les avantages probables qui pourraient découler du développement futur du nucléaire. Toutefois, on admet en général qu'il est important de veiller à ce que les connaissances, les compétences, les matériaux et les techniques issus des programmes nucléaires ou d'autres programmes technologiques de pointe soient exploités de façon à en faire profiter au maximum les économies nationales. Cependant, il n'est pas facile de transférer une technologie d'un secteur de l'économie à un autre, et les échanges de données d'expérience concernant les méthodes qui sont utilisées et leur succès relatif peuvent profiter à tous les participants.

### OBSTACLES AU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Outre la question évidente de l'attitude du public et de son influence sur l'acceptation et l'adoption de l'énergie nucléaire, il existe d'autres obstacles susceptibles de peser sur la capacité de certains pays d'entreprendre les programmes nucléaires qu'ils considèrent souhaitables.

Ces obstacles peuvent tenir au manque de personnel qualifié et formé pour réaliser les tâches de conception et certaines tâches de construction ou d'exploitation. L'incapacité des secteurs chargés de la conception et de la construction d'entreprendre des travaux à l'échelle ou au rythme jugés nécessaires peut également constituer un obstacle. Si le secteur nucléaire avait atteint dans tous les pays de l'OCDE un régime de croisière caractérisé par un rythme régulier concernant les commandes et les constructions de centrales, il n'y aurait pas de problèmes, car on aurait créé les mécanismes institutionnels assurant l'arrivée de nouvelles entreprises dans le secteur pour maintenir sa vigueur et ses capacités. Toutefois, ce n'est pas la situation qui a prévalu ou qui a des chances de s'établir dans plusieurs pays de l'OCDE. Au fil des années, cette situation a conduit un certain nombre d'entreprises spécialisées dans la conception et la construction de centrales à abandonner le secteur nucléaire, ce qui a incontestablement rendu plus difficile le recrutement de personnel hautement qualifié dans ce secteur. Cette évolution revêt plus ou moins d'importance selon que les pays estiment qu'ils devront ou non relancer ou accélérer leur programme à un moment donné.

Des informations supplémentaires sur cette question pourraient aider à étayer les politiques futures en matière d'enseignement et de formation et à définir, le cas échéant, les mesures à prendre pour renforcer l'infrastructure industrielle correspondante.

*L'AEN a publié un rapport faisant le point de la technologie et de la situation économique de l'énergie nucléaire.*

**Énergie nucléaire :**  
Le point sur les aspects  
économiques et technologiques



**Énergie nucléaire :**  
Le point sur les aspects  
économiques et technologiques



**Énergie nucléaire :**  
Le point sur les aspects  
économiques et technologiques



Source : OCDE/AEN.



## LE PERSONNEL QUALIFIÉ POUR L'INDUSTRIE NUCLÉAIRE

Depuis quelque temps, le Comité d'Etudes Techniques et Economiques de l'AEN s'est penché sur la question de la disponibilité à long terme de personnel qualifié pour l'industrie nucléaire, considérant qu'il existait un danger potentiel de ne plus pouvoir maintenir un équilibre entre l'offre et la demande. Cette préoccupation était liée au fait qu'une offre insuffisante pourrait imposer des contraintes sur le rôle croissant de l'énergie nucléaire comme le prévoient certains gouvernements pour le court-terme et, dès lors, sur les avantages pour l'environnement offerts par cette forme d'énergie qui, selon les pays de l'OCDE, fournit actuellement de 20 à plus de 70 pour cent de l'électricité et qui au plan mondial est de même importance que l'hydraulique. Même en l'absence de toute augmentation de la capacité de production nucléaire, la continuation de l'utilisation de cette énergie et du fonctionnement de son cycle du combustible nécessitera la disponibilité de personnel qualifié à son niveau actuel. Le Comité avait vu diverses causes susceptibles de conduire, dans les années à venir, à une insuffisance de l'offre. Parmi ces causes, on peut citer la quasi stagnation de la construction de nouvelles centrales nucléaires, la forte proportion de personnel âgé dans la pyramide d'âge actuelle et, dès lors, le besoin en recrutement du personnel jeune, alors que l'on observe une décroissance dans les inscriptions d'étudiants dans les programmes d'ingénierie nucléaire des universités et instituts techniques supérieurs. En outre, le Comité avait perçu un besoin croissant en personnel qualifié dans les secteurs situés en aval du cycle du combustible nucléaire.

Bien que la situation réelle puisse varier largement d'un pays à l'autre, le Comité considérait qu'il valait la peine d'étudier la situation actuelle du personnel, d'évaluer les besoins futurs et d'examiner les actions prises par les pays de l'OCDE pour assurer la disponibilité en personnel qualifié.

Au début de décembre 1992, l'OCDE organisa à Paris un séminaire sur le "personnel et les matériels qualifiés" qui a réuni près de soixante personnes en provenance de dix pays et de trois organisations internationales. En plus des aspects relatifs au personnel, cette réunion a également abordé l'offre en équipements nucléaires qualifiés et particulièrement celle des pièces de rechange et de remplacement.

### LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE DE L'AEN

Il est évident que la comparaison entre les futures demandes et offre de personnel qualifié nécessite une définition adéquate de ce personnel. La plupart des études existantes en la matière fait usage de catégories et de définitions qui ne sont pas utilisables pour les objectifs visés. Ainsi la main d'oeuvre qualifiée a-t-elle été finalement définie comme le personnel professionnel capable d'assumer une action responsable dans son domaine de compétence, y compris la supervision de techniciens spécialisés. Dans quasi tous les cas, ceci requiert un premier diplôme d'université ou d'enseignement supérieur ou une qualification équivalente.

Comme dans pratiquement tous les pays de l'OCDE il n'existait guère de données statistiques pertinentes, une enquête a été menée, basée sur un questionnaire spécifique.

La main d'oeuvre requise dans chaque pays dépendra de ses programmes nucléaires. Comme les programmes futurs peuvent se différencier des actuels, il est important de disposer d'une bonne base quantitative du nombre de personnes qualifiées nécessaires pour l'exécution des programmes en cours ainsi que de la qualification technique de ce personnel. Il était, dès lors, indispensable de disposer d'une vue instantanée de la situation présente et la première partie du questionnaire a été établie en conséquence : pour les divers secteurs d'activité d'un programme nucléaire cohérent (de la mine d'uranium au site de dépôt des déchets, de la conception d'une installation à sa construction et son fonctionnement, autant que pour les fonctions d'enseignement et de surveillance), il a été demandé aux pays d'indiquer - avec 1989/1990 comme période de référence - combien de personnes étaient employées dans chaque secteur et quelles étaient leurs spécialités de compétence. On prévoyait qu'une comparaison internationale des résultats permettrait une évaluation de leur cohérence et donc de fournir une idée de leur fiabilité.

L'objectif était d'utiliser les résultats de cette vue instantanée, exprimés en nombre de personnes requises par unité de produit (par exemple, le nombre de personnes requises pour faire fonctionner une centrale d'un gigawatt ou pour fabriquer une tonne de combustible nucléaire) pour évaluer les besoins en personnel des programmes de l'avenir.

Les données sur les programmes de l'avenir ont été directement prises dans le "Livre Brun" (1) de l'OCDE pour la période 1989-2005. En combinant ces données avec les résultats de la vue instantanée de 1989/1990 exprimés en personnel requis par unité de produit, il serait possible en

\*MONSIEUR JEAN MORELLE FAIT PARTIE DE L'ADMINISTRATION DE L'ÉNERGIE DU MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES DE BELGIQUE.

(1) "Les données sur l'énergie nucléaire", OCDE, Paris, 1990.

principe d'évaluer les besoins futurs en personnel. Cependant, l'utilisation d'une telle quantification supposait que l'on dispose d'une pyramide des âges assez précise ainsi que du taux de rotation du personnel, ce qui s'est avéré ne pas être le cas. Aussi, les données relatives à la demande future en personnel qualifié ont-elles été recherchées directement dans les pays de l'OCDE.

A l'inverse de la demande, il a été reconnu dès le départ que l'offre future en personnel pourrait être d'un abord quantitatif difficile, sinon impossible, car la motivation des jeunes pour une spécialisation en sciences et techniques nucléaires n'était pas prévisible. L'étude s'est dès lors axée plus sur les évaluations qualitatives et sur des exemples de programmes visant spécifiquement à montrer à de jeunes diplômés d'abord, mais aussi à des diplômés désireux de compléter leur formation et d'obtenir une spécialisation nucléaire qu'un travail intéressant était disponible dans les divers domaines techniques de chacun des nombreux secteurs d'un programme nucléaire.

Quoique l'objectif initial d'obtenir un modèle quantitatif de la relation entre l'offre et la demande n'a pu être atteint, les données issues de l'enquête ont indiqué des directions d'action prises par les pays impliqués ou par leurs institutions actives dans le domaine nucléaire.

## LA SITUATION ACTUELLE

Le Tableau 1 offre une synthèse des réponses à la partie du questionnaire relative au personnel qualifié actif en 1990 dans les sept secteurs techniques retenus. Il montre comment le personnel se répartit entre les divers domaines scientifiques et techniques (nucléaire, électrique, mécanique, contrôle des radiations, etc...).

Dès le début, on a été conscient du fait que, comme seuls quelques pays disposaient de bases de données adéquates, la qualité des résultats ne pourrait égaler celle des études statistiques nationales usuelles. Malgré une étendue et un degré de détail variables d'un pays à l'autre, les résultats ont conduit à quelques observations générales.

La situation en personnel de chaque pays dépend bien évidemment de l'ampleur de son programme nucléaire. Quand une comparaison internationale du personnel qualifié est établie par pays, par secteur, et par unité de produit (par exemple la production électronucléaire), on observe un accord raisonnable, malgré des définitions du personnel qualifié interprétées différemment d'un pays à l'autre. La différence dans la distribution de l'emploi entre secteurs reflète aussi des différences dans les structures de cette industrie.

Table 1. **Personnel qualifié dans sept secteurs techniques en 1990**

Pays	Cycle du combustible		Fonctionnement des centrales	Conception, Fabrication, Construction	Réglementation	R&D Enseignement	Autres	Total
	Amont	Aval						
Belgique	44	91	216	343	57	108	0	860
Canada	281	33	1154	811	280	673	0	3232
Finlande	0	95	146	0	60	93	0	394
France	511	542	4219	1700	0	2269	-	-
Allemagne	-	-	1566	-	1380	-	-	-
Japon	287	329	900	5410	444	2473	0	9843
Pays-Bas	61	7	111	52	15	91	76	413
Espagne	133	76	-	-	-	-	-	-
Suède	132	34	755	310	87	303	0	1621
Suisse	0	65	265	158	83	124	13	708
Royaume-Uni	649	1041	3955	2000	124	5350	894	14103
Etats-Unis	1500	4200	35700	22700	4000	6300	0	74400



En général, l'emploi qualifié le plus nombreux se situe dans le fonctionnement des centrales et dans les secteurs de la fabrication et de la construction. L'aval du cycle du combustible et les secteurs de recherche-développement ne prennent qu'une assez faible part du total. Les ingénieurs nucléaires et le personnel spécialisé en radioprotection, qui représentent des fonctions typiques du nucléaire, ne constituent qu'une faible part de l'emploi.

Un certain équilibre prévaut actuellement entre l'offre et la demande dans la plupart des pays. Dans certains pays la pyramide des âges indique, cependant, qu'une proportion importante du personnel approche de la retraite. La comparaison entre cette pyramide des âges et celle d'autres industries montre qu'en toute probabilité une perte notable en personnel qualifié se produira à court terme. Ainsi la Figure 1 montre-t-elle pour les pays ayant fourni les données disponibles, la pyramide des âges du secteur du fonctionnement et de l'entretien des centrales.

### PERSPECTIVES DE DEMANDE ET D'OFFRE FUTURES EN PERSONNEL QUALIFIÉ

Pour la période 1990-2005, l'évolution de la demande en personnel qualifié, telle qu'exprimée en réponse à la seconde partie du questionnaire a été trouvée assez

cohérente avec les données issues de l'évaluation de l'emploi correspondant aux programmes de l'année 1990. Il est apparu que pour la plupart des pays ayant fourni des données (voir Tableau 2), l'emploi prévu en personnel qualifié jusqu'en l'an 2005 reste stable, ou est en légère augmentation. L'accroissement est particulièrement élevé au Japon en plein accord avec l'expansion de son programme nucléaire établi jusqu'à la fin et au-delà de ce siècle.

Dans la plupart des pays, on a cependant perçu une difficulté croissante pour assurer le maintien de l'équilibre entre demande et offre. En particulier, des spécialistes à haut niveau de formation seront requis dans les universités afin d'assurer la formation des futurs étudiants, lesquels après leurs études, seront employés en conception, en application et en enseignement nucléaires.

### CONCLUSIONS

Dans la plupart des pays, il existe actuellement un bon équilibre entre l'offre et la demande en personnel qualifié. Pour encore plusieurs décennies, il y aurait une demande en personnel qualifié, et ce, quel que soit le scénario pris en compte dans chaque pays. En outre, les Gouvernements et les industries ne pourraient valablement se baser sur les

Graphique 1. Structure d'âge du personnel des secteurs d'exploitation et d'entretien des centrales nucléaires en 1990.

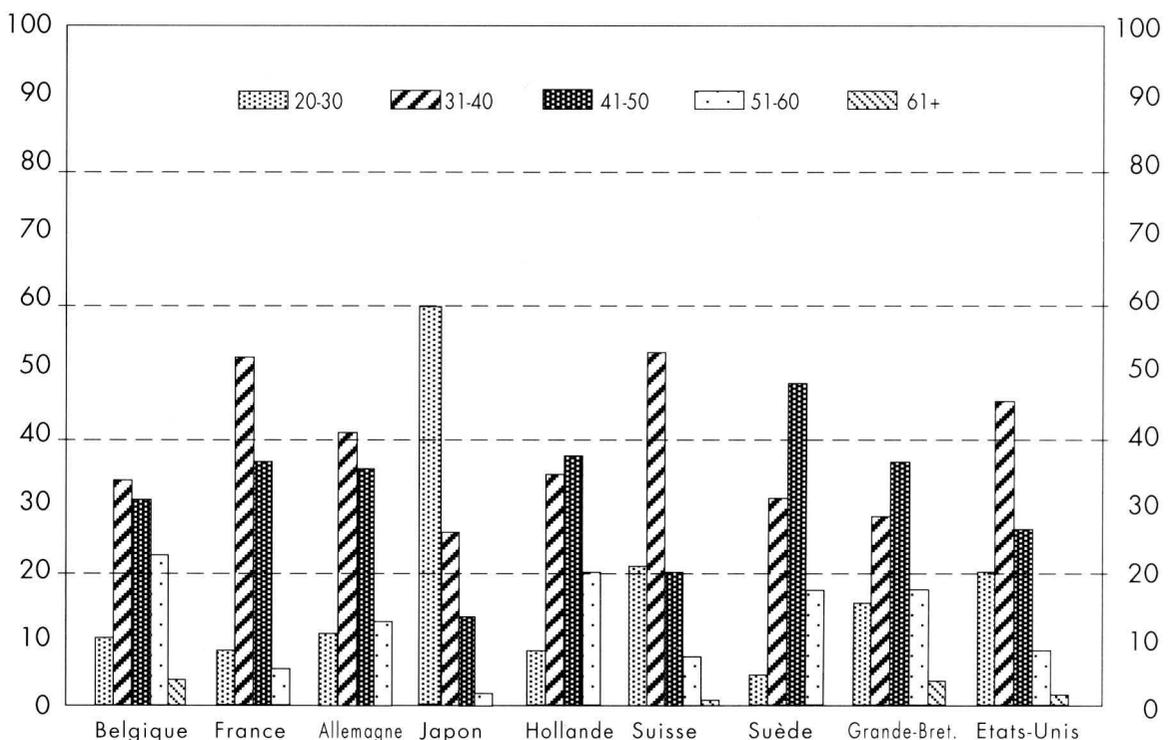


Tableau 2. **Evolution du nombre de scientifiques et d'ingénieurs 1990 - 2005**

(pays ayant répondu de façon complète au questionnaire)

Pays	1990	1995	2000	2005
Belgique	780	830	848	863
Japon	9311	11459	12305	-
Pays-Bas	359	377	362	376
Suède	1628	1746	1756	1690
Suisse	705	727	674	674
Etats-Unis	51477	47738	50030	53310

forces du marché pour corriger des déséquilibres entre l'offre et la demande car les temps de réponse des forces du marché peuvent être trop longs et imprévisibles pour satisfaire les besoins de l'industrie nucléaire. Une façon

plus saine d'aborder le problème serait de prévoir le changement dans l'offre et la demande, et de prendre à temps des mesures correctives. Conscients de cette situation, plusieurs pays ont déjà lancé des actions en support de la recherche-développement et de l'enseignement en nucléaire afin d'assurer une bonne adaptation de l'offre en personnel qualifié ; comme actions, on peut citer des bourses de recherche, des financements d'étudiants et d'enseignants, une collaboration étroite entre Gouvernement, industrie, établissements de recherche et institutions d'enseignement.

Un des principaux problèmes auquel la communauté nucléaire est confrontée est la perception par le public du risque d'accident nucléaire, surtout après Chernobyl. Des actions et propositions spécifiques visant à augmenter l'offre en personnel qualifié ne peuvent prétendre atteindre leur plein effet que si elles sont accompagnées d'actions plus générales tant au niveau national qu'international afin de stimuler une meilleure information du public, pour lui permettre d'évaluer de façon objective les risques du nucléaire par rapport à ceux des autres sources possibles d'énergie.

*Même en l'absence de toute augmentation de la capacité de production nucléaire, la poursuite de l'utilisation de cette énergie et du fonctionnement de son cycle du combustible nécessitera la disponibilité de personnel qualifié à son niveau actuel.*



Source : BNF, Royaume-Uni.

## ISOE : UNE INITIATIVE INTERNATIONALE EN VUE DE RÉDUIRE LA RADIOEXPOSITION PROFESSIONNELLE

### ALARA : UN PRINCIPE ÉVOLUTIF

La radioexposition professionnelle a toujours été et demeure un aspect délicat de la gestion et de l'exploitation des centrales nucléaires. De fait, certains groupes déterminés de travailleurs spécialisés dans la maintenance et l'inspection des réacteurs font partie des rares catégories dont les niveaux d'exposition sont susceptibles d'approcher les limites de dose réglementaires, ce qui constitue donc une source de préoccupation particulière pour les responsables des installations, les organismes de réglementation et, bien entendu, les travailleurs eux-mêmes. Or, le renforcement des limites de dose individuelles qui découlera probablement de l'application dans la plupart des pays des nouvelles recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) ne suffira pas à apaiser ces préoccupations.

Cette évolution ne fera qu'accroître la nécessité de centrer l'attention sur l'évaluation de l'exposition des travailleurs et sur l'étude des méthodes et techniques propres à en assurer la protection. L'un des principaux moyens d'action à cette fin demeurera l'application de l'optimisation de la protection, ou principe ALARA (c'est-à-dire le niveau le plus bas que l'on peut raisonnablement atteindre).

Ce principe, proposé pour la première fois par la CIPR en 1973, a longtemps fait l'objet de débats théoriques parmi les spécialistes de la radioprotection. Au départ, les travaux consacrés à ce principe étaient en grande partie axés sur le recours à l'analyse coût-avantage et sur les moyens d'attribuer une valeur monétaire au dommage imputable à la radioexposition. Toutefois, on s'est progressivement rendu compte que le principe ALARA concernait la prise de décision en général et que son application n'exigeait pas nécessairement des techniques exclusivement quantitatives. L'application de ce principe sur le lieu de travail en vue de réduire les doses délivrées se justifie par bien d'autres raisons que le coût supporté. Elle devrait donc être une prérogative de la direction des centrales au lieu d'être simplement traitée comme une question technique relevant des spécialistes de la radioprotection.

Si l'on considère l'évolution des principes de radioprotection professionnelle au cours de la décennie passée, on observe paradoxalement que l'un des obstacles fondamentaux à la mise en oeuvre du principe ALARA a résidé dans l'absence de données permettant d'estimer les répercussions sur les doses de modifications des conditions d'exposition. Pour obtenir les informations nécessaires, il a fallu élaborer des systèmes dosimétriques permettant d'identifier et d'évaluer les tâches ou interventions critiques, ainsi que les paramètres sur lesquels il convient de se fonder pour prendre des mesures afin de réduire encore les expositions. Parmi ces paramètres figurent les débits de dose dans les zones où une intervention doit être effectuée, la durée des travaux et les doses reçues lors de l'exécution des diverses tâches constituant l'intervention.

Dans ce contexte, il est également essentiel de tirer parti de l'expérience acquise par d'autres installations où des tâches et interventions analogues ont été exécutées, du point de vue tant des résultats obtenus et des difficultés rencontrées que des méthodes et techniques élaborées pour la protection des travailleurs.

### L'INITIATIVE DE L'OCDE

Les spécialistes de la radioprotection estiment depuis longtemps qu'avec une banque de données internationale sur la radioexposition professionnelle, ils seraient mieux à même d'accéder directement et en temps voulu à des informations à jour sur les doses, les tâches requérant une attention particulière, les méthodes permettant de réduire les doses reçues, etc. Grâce à un tel système, on pourrait également plus facilement déterminer les personnes et les organismes ayant une expérience dans des domaines spécifiques de la gestion de la radioexposition professionnelle. Enfin, l'utilité d'un tel système international serait renforcée si cette banque de données était complétée par un mécanisme dynamique assurant la diffusion

\*M. CHRISTER VIKTORSSON EST MEMBRE DE LA DIVISION DE LA PROTECTION RADIOLOGIQUE ET DE LA GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS DE L'AEN



régulière des informations, ainsi que l'analyse des données, afin de déterminer les niveaux, les tendances et les domaines sensibles de l'application du principe ALARA à l'exploitation des centrales nucléaires.

Dans ce contexte, l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a pris l'initiative, il y a quelques années, de coordonner les actions menées à cet égard à l'échelle internationale afin de contribuer à améliorer la protection des travailleurs du secteur nucléaire dans ses pays Membres. L'action de l'AEN visait à encourager l'échange international d'informations sur la gestion de la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires afin d'aider les exploitants à tirer parti de leurs expériences respectives.

L'Agence a donc établi, à compter du 1er janvier 1992, un Système d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE).

*L'AEN a établi un système international d'information sur l'exposition professionnelle destiné à recueillir et analyser des données sur l'exposition des travailleurs.*

## OBJECTIFS ET CARACTÉRISTIQUES D'ISOE

ISOE a pour objectifs de mettre à la disposition des participants :

- une large base de données périodiquement actualisée sur la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires et sur les méthodes permettant d'améliorer la protection des travailleurs ;
- un mécanisme permettant d'analyser et d'évaluer les données recueillies afin de contribuer à déterminer les tendances et à cerner les domaines sensibles de l'application du principe d'optimisation de la protection (ALARA) ; et
- une voie permettant d'accéder aisément aux organisations et aux experts qui ont une bonne connaissance et une bonne expérience de la radioprotection professionnelle et des techniques de réduction des doses.

ISOE fournit des informations générales sur le comportement global des installations nucléaires exprimées en termes de données sur la radioexposition et de mesures de radioprotection prises pour réduire les doses et les débits de dose. Ces informations portent par exemple sur les doses collectives annuelles délivrées aux personnels, leur ventilation en fonction des intervalles de dose, les spécifications concernant les matériaux et la chimie, les techniques de décontamination, les systèmes dosimétriques et les programmes de formation. Le système contient aussi des informations sur des interventions ou tâches déterminées ayant été exécutées.

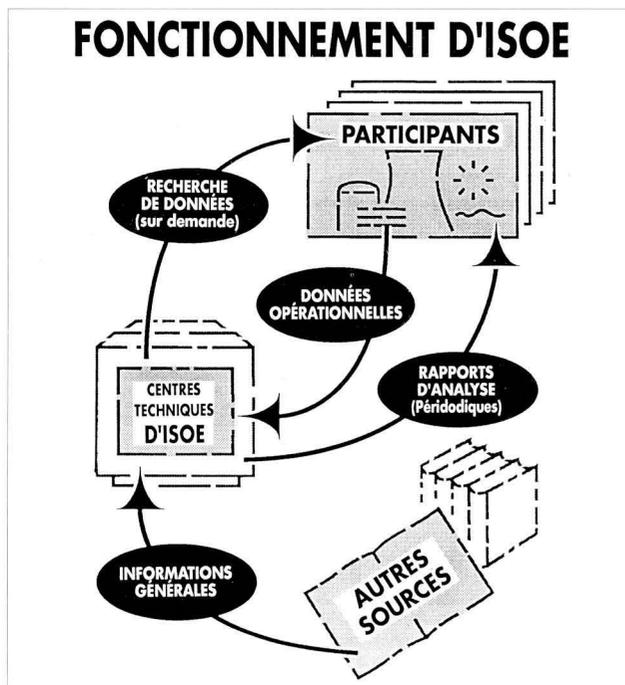
Le système remplit deux fonctions distinctes et complémentaires, respectivement définies comme la fonction "Banque de données" et la fonction "Gestion et analyse des données". La fonction Banque de données consiste à mettre en place et à maintenir une base de données actualisée sur les divers types d'information définis ci-dessus, à assurer le contrôle de la qualité des données ainsi que le stockage et la protection des informations, et à fournir un service de recherche et d'extraction de données. La fonction Gestion et analyse des données comprend l'établissement et la diffusion régulière de compilations, analyses et autres rapports. ISOE fournit également aux participants un programme informatique pour la gestion des données dosimétriques. Enfin, ISOE offre un lieu d'échanges directs d'information entre participants sur les questions d'intérêt commun.

Les informations contenues dans ISOE proviennent de deux sources principales : d'une part, l'expérience acquise en cours d'exploitation par les exploitants de centrales nucléaires et les résultats des études et projets de recherche réalisés par les organes réglementaires et, d'autre part, des sources d'information extérieures, telles que les réunions et revues scientifiques et techniques.

## ORGANISATION D'ISOE

Le fonctionnement technique du système est confié à trois centres techniques régionaux, dont un en France desservant la région européenne, un aux Etats-Unis desservant l'Amérique du Nord et un autre au Japon pour la région Pacifique, l'AEN

assurant la coordination générale des travaux. En outre, des discussions sont en cours avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) en vue de créer un quatrième centre technique à l'AIEA, à Vienne, afin de desservir les organisations de pays non membres de l'AEN qui souhaiteraient participer au système ISOE. Ces centres échangeront régulièrement des informations provenant de leurs régions respectives afin que tous les participants puissent accéder à la base de données dans son ensemble à partir de chaque centre. La figure ci-dessous illustre la circulation de l'information dans le système.



Tous les types de réacteurs de puissance en service dans la zone de l'OCDE doivent en principe être couverts par ISOE. Il est aussi prévu qu'après un certain temps, le système sera élargi à toutes les autres installations liées au cycle du combustible nucléaire.

La gestion du système est confiée à un groupe directeur composé de représentants de tous les pays participants et des organisations internationales concernées.

## COORDINATION INTERNATIONALE

Un accord de coopération a été conclu avec la Commission des Communautés européennes (CCE), qui gère depuis quelques années un système d'information sur les doses par type de tâche dans les réacteurs européens à eau ordinaire. Aux termes de cet accord, les deux organisations assurent la compatibilité des deux systèmes, et ont en outre pris des dispositions en vue de la collecte commune d'informations par l'intermédiaire du centre technique régional d'ISOE en Europe.

L'AIEA, qui a participé à la mise en place d'ISOE depuis le tout début, suit les progrès accomplis par l'intermédiaire de son représentant au groupe directeur. La participation de l'AIEA, évoquée plus haut, devrait en principe démarrer à titre expérimental en 1993. Enfin, un accord a été conclu avec l'Union mondiale des exploitants nucléaires (WANO) afin d'associer cet organisme au système.

## CONCLUSION

L'accès rapide aux informations concernant les techniques efficaces de réduction des doses, les doses types correspondant à des interventions spécifiques, les débits de dose en des points standards et les moyens de susciter une attitude volontariste de la part de la direction des centrales, constitue une étape importante de la réalisation du principe ALARA. ISOE, qui apportera une contribution notable dans ce domaine, offrira donc un outil puissant à ceux qui s'efforcent de réduire la radioexposition professionnelle des travailleurs des installations nucléaires.

Le premier rapport sur les informations recueillies à ce jour dans le cadre d'ISOE sera publié par l'AEN au cours de l'année 1993.

## SYMPOSIUM FINAL DE L'OCDE/AEN SUR LE PROJET DE STRIPA

Le quatrième et dernier symposium consacré au Projet AEN de Stripa, qui s'est tenu du 14 au 16 octobre 1992 à Stockholm, a marqué la fin de cette initiative internationale lancée en 1980 sous les auspices de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire. Le Projet de Stripa, auquel ont participé au total neuf pays de l'OCDE, a été l'exemple de coopération internationale le plus spectaculaire et peut-être le plus fructueux dans le domaine de la recherche sur l'évacuation des déchets radioactifs.

Le projet avait pour principaux objectifs de mettre au point des techniques permettant de caractériser une masse rocheuse granitique en fonction de ses propriétés hydrologiques et géochimiques, de comprendre les effets du chauffage sur une masse rocheuse granitique et d'élaborer des techniques permettant de sceller diverses parties d'un dépôt de déchets. Ces questions intéressent de nombreux pays qui mènent des programmes de R-D dans le domaine de l'évacuation des déchets de haute activité. Le Projet de Stripa a fourni un lieu, à savoir l'ancienne mine de fer de Stripa dans le centre de la Suède, un large éventail de compétences scientifiques venues de tous les pays participants, un moyen de partager les coûts et un lieu de rencontre pour examiner ces questions et instaurer la confiance dans ce domaine. Ce projet a donc permis de répondre à bon nombre des besoins techniques des programmes de gestion des déchets radioactifs menés dans le monde.

Le symposium final avait pour but de présenter et de passer en revue les réalisations et les progrès à mettre à l'actif du projet dans son ensemble qui, de l'avis de tous les participants, a été couronné de succès tant sur le plan technique que dans une optique internationale. Les principaux résultats techniques sont notamment les suivants :

- élaboration d'outils de caractérisation géophysique, tels que des instruments destinés aux mesures entre forages par radar et par procédés sismiques, qui sont maintenant utilisés dans les travaux de caractérisation des sites de divers pays de l'OCDE ;
- compréhension des propriétés liées au transport des radionucléides dans un milieu fissuré ;
- élaboration et application de modèles informatiques permettant de comprendre et de prévoir l'écoulement des eaux souterraines et le transport des radionucléides dans des milieux poreux et des roches fissurées ;

\*M. EDWARD S. PATERA EST MEMBRE DE LA DIVISION DE LA PROTECTION RADIOLOGIQUE ET DE LA GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS DE L'AEN

- intégration des différentes disciplines que sont la géologie, la géophysique, l'hydrologie, la géochimie et la modélisation informatique afin d'obtenir un modèle conceptuel rationnel, et utilisation de ces informations pour établir des prévisions et valider ces techniques en fonction des critères actuels ; et
- démonstration de techniques de scellement faisant appel à la bentonite et à des mortiers à base de ciment..

Les résultats non techniques sont tout aussi importants, et tous les participants sont convenus que le projet a permis :

- de fournir le lieu et l'occasion de mener un programme de R-D fondamental qu'il n'aurait pas été possible d'entreprendre à l'échelle nationale ;
- de rendre crédibles aux yeux du public les travaux scientifiques et technologiques consacrés à la gestion des déchets radioactifs dans un contexte international ouvert ; et
- de répartir entre plusieurs pays les coûts d'un important programme de R-D.

En conclusion, le Projet de Stripa a constitué une initiative internationale bien conçue, bien gérée et hautement réussie. Il pourrait servir de modèle pour d'autres projets internationaux à grande échelle, non seulement dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs mais aussi pour nombre d'autres problèmes d'environnement auxquels sont confrontés tous les pays.....

*Le dernier symposium sur le projet STRIPA s'est tenu fin 1992.*



Source : SKB, Suède.



## ÉMERGENCE D'UN DROIT NUCLÉAIRE EN EUROPE CENTRALE ET ORIENTALE

Les changements auxquels on assiste actuellement dans les pays d'Europe centrale et orientale ont un impact profond tant sur leurs systèmes politiques et économiques que sur leurs systèmes juridiques. Le droit nucléaire n'a certainement pas échappé à ce bouleversement général. Sous le régime socialiste, une installation nucléaire n'était, dans la plupart de ces pays, qu'une usine d'Etat parmi tant d'autres ayant des activités potentiellement dangereuses. L'administration donnait des instructions de temps à autre mais, à aucun moment, le besoin ne s'était fait sentir d'une législation comme celle des pays occidentaux, c'est-à-dire qui définit les principes fondamentaux et le cadre institutionnel des activités nucléaires.

Toutefois, ces dernières années, ces pays ont été confrontés à des facteurs tout à fait nouveaux. Dans la plupart d'entre eux, on a assisté à une réorganisation complète des structures politiques et institutionnelles (et parfois même à la division d'un Etat en deux ou plusieurs plus petits Etats, et à l'établissement de nouvelles relations fédérales). L'action gouvernementale est, à présent, passée au crible par le Parlement, et le besoin est né d'informer le public et de prendre en considération ses intérêts et ses opinions. En outre, bien que les installations nucléaires ne soient pas encore la propriété du secteur privé en Europe centrale et orientale, il ne va plus de soi que les activités nucléaires civiles continueront d'être du ressort exclusif de l'Etat.

De ce fait, un grand nombre de ces pays ne possèdent plus aucune structure institutionnelle ou légale viable pour leurs activités nucléaires civiles.

### PROGRAMMES DE COOPÉRATION DE L'AEN

A cela s'est ajouté le désir plus général d'un bon nombre de ces pays – et particulièrement de la Pologne et de la Hongrie – d'aligner leurs législations sur celles des pays Membres de l'OCDE. La première étape de l'élaboration d'une nouvelle législation nucléaire consiste, donc, à examiner les droits analogues dans les pays de l'AEN. En tant que centre d'information sur le droit nucléaire des pays Membres de l'OCDE et compte tenu de son expérience dans ce domaine, l'AEN est bien placée pour les aider.

\*Mlle SUSAN REYE EST MEMBRE DE LA SECTION DES AFFAIRES JURIDIQUES DE L'AEN.

Au cours des deux dernières années, l'AEN a mis sur pied des programmes de coopération avec divers pays d'Europe centrale et orientale, notamment la Hongrie, l'ex-République fédérative tchèque et slovaque, la Roumanie, la Pologne, l'Ukraine et la Russie. Des premiers contacts ont également été établis avec d'autres pays de cette partie de l'Europe.

Chacun de ces programmes de coopération est adapté aux besoins spécifiques du pays concerné. Toutefois, la fourniture d'informations est toujours un des éléments principaux du programme. L'AEN donne aux pays bénéficiaires une documentation sur la législation nucléaire de ses pays Membres ainsi que sur les conventions et les normes internationales. En retour, les pays concernés fournissent des renseignements sur les systèmes en vigueur chez eux, notamment pour qu'ils soient publiés dans le *Bulletin de droit nucléaire* de l'AEN qui paraît deux fois par an. Certains pays ont demandé à l'AEN son avis sur des projets de législation nationale, allant de lois très générales qui créent le cadre institutionnel et de principes de base qui régissent l'activité nucléaire civile à une législation sur des sujets spécifiques, comme la gestion des déchets et la responsabilité civile.

Pour toutes ses activités, l'AEN garde le contact avec d'autres institutions nucléaires internationales, et spécialement avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et la Commission des Communautés européennes (CCE), afin que l'ensemble de leurs efforts soit coordonné et que les ressources limitées dont ils disposent soient exploitées avec le maximum d'efficacité. La création récente du Comité directeur du G24 pour la coordination de l'aide dans le domaine de la sûreté nucléaire ainsi que de sa Banque de données sur les projets d'assistance devrait également se révéler utile.

### FORMATION

Outre la documentation, les pays d'Europe centrale et orientale ont besoin de personnel spécialisé possédant les connaissances et le savoir-faire indispensables à la création et à la mise en place d'un nouveau cadre juridique. C'est pourquoi l'aide fournie par l'AEN inclut également la formation.

En novembre 1992, l'AEN a organisé, à Kiev, à la demande des autorités ukrainiennes, un séminaire d'information sur le droit nucléaire. Quelque 40 hauts

fonctionnaires d'Ukraine et de Russie ont assisté à ce séminaire auquel ont également participé des conférenciers du Secrétariat de l'AEN, des experts gouvernementaux et un représentant des pools d'assurances nucléaires. Ce type d'arrangement qui prévoit la prise en charge de l'organisation matérielle du séminaire par le pays hôte et l'envoi des orateurs par l'AEN (ou éventuellement par d'autres organismes internationaux) s'est révélé extrêmement performant et pourrait bien être répété à nouveau dans d'autres pays.

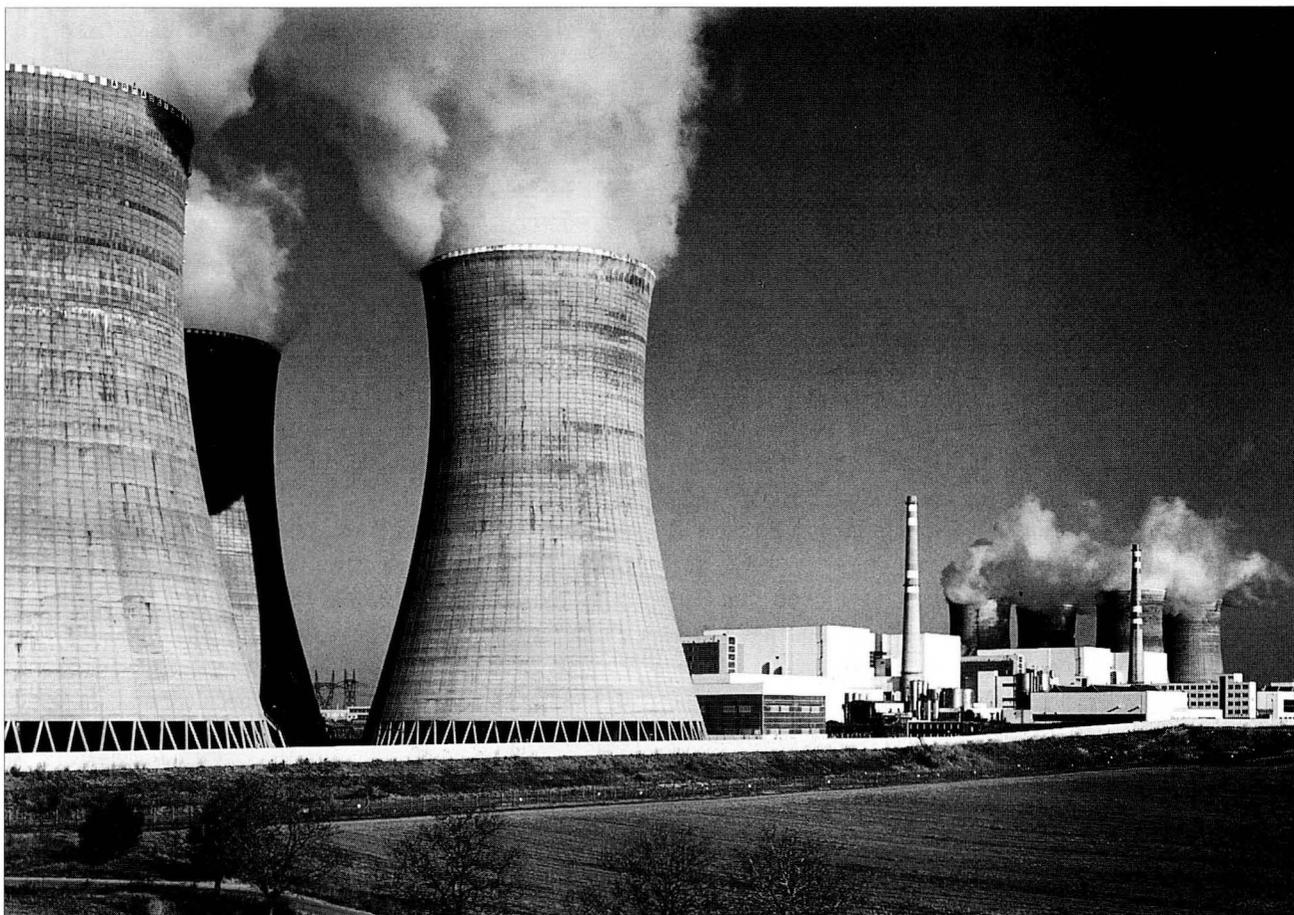
Dans le même esprit, l'AEN a l'intention d'organiser, en septembre 1993, un séminaire de formation plus approfondie sur le droit nucléaire qui sera spécialement destiné aux pays d'Europe centrale et orientale. L'objectif est de former de jeunes juristes des organismes nucléaires des pays concernés à tout un éventail d'aspects du droit nucléaire. L'Institut international du droit énergétique de l'Université de Leiden accueillera ce séminaire. Il est prévu que l'AIEA et la CCE le co-patronent et que le Comité européen des assurances y collabore.

Entre-temps, une jeune juriste hongroise a fait un stage de formation à l'AEN au cours des trois derniers mois de 1992. Des stagiaires d'autres pays de la même région pourraient faire de même.

## RESPONSABILITÉ CIVILE

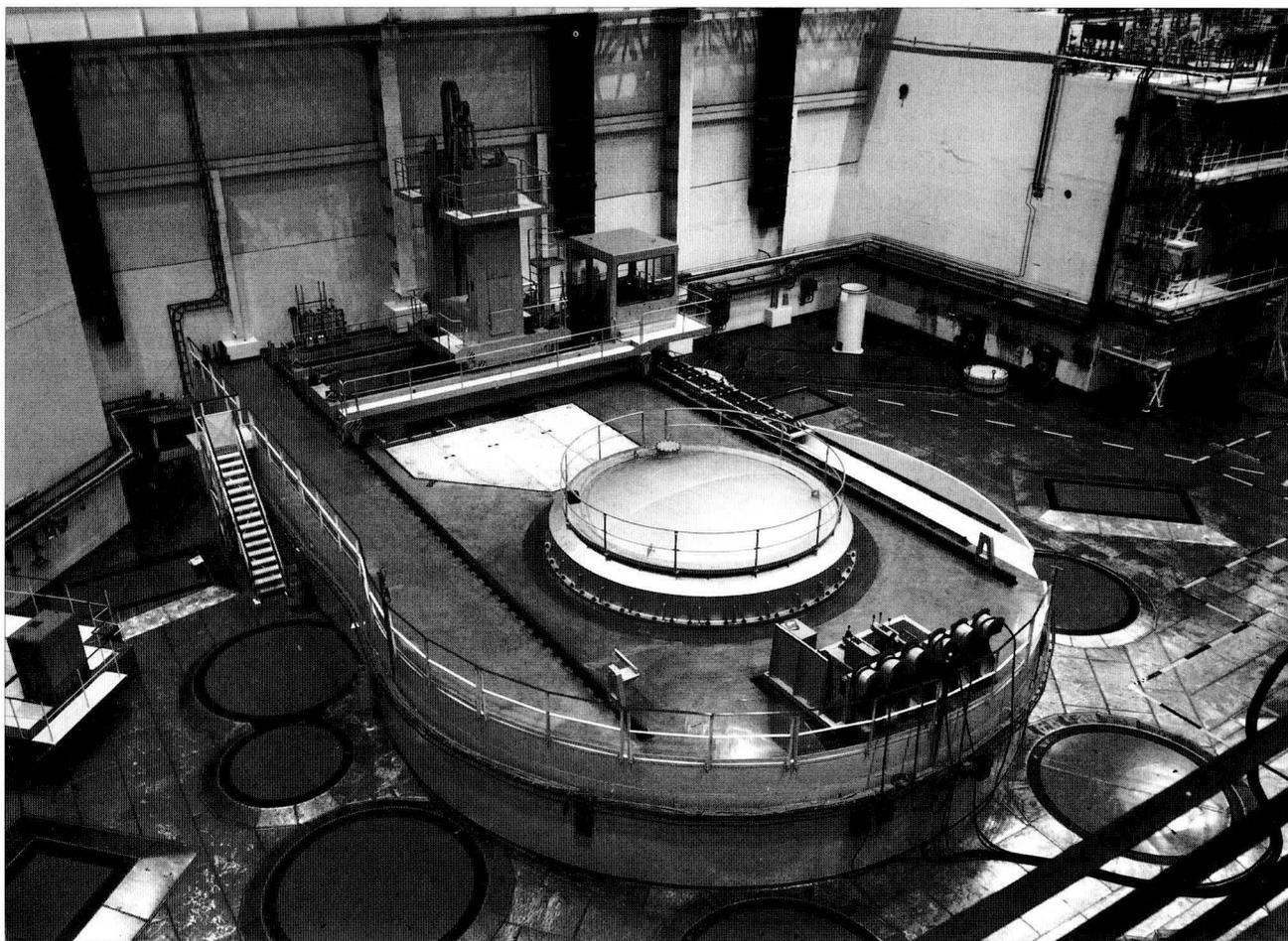
La législation concernant la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires constitue un grand défi pour les pays d'Europe centrale et orientale ainsi que pour tous ceux qui les aident. Un accident dans une installation nucléaire bien plus que dans la plupart des autres installations industrielles peut provoquer des dommages considérables dans de nombreux pays différents. Il est donc normal que ce domaine soit traité aussi bien par le droit national qu'international. La nécessité en a été ressentie au début du développement de l'industrie nucléaire, et, depuis les années 60, il existe des conventions internationales pour garantir l'indemnisation de ce type d'accident. Les

*Les pays d'Europe centrale et orientale vont essayer d'adapter leurs systèmes juridiques à ceux en vigueur dans les pays de l'OCDE.*



Source : Dukovany République Tchèque

Credir: Dukovany Nuclear Power Plant



*La législation sur la responsabilité civile en cas de dommage nucléaire est l'un des domaines principaux dans lesquels l'AEN peut fournir une assistance à l'Europe centrale et orientale.*

principales conventions sont la Convention de Paris sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire qui a été adoptée en 1960 sous l'égide de l'OCDE et qui s'applique à la plupart des pays d'Europe occidentale, et la Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires qui a été adoptée dans le cadre de l'AIEA en 1963 et qui, malgré sa portée mondiale, ne compte à ce jour que 18 parties contractantes. Ces deux conventions reposent sur les mêmes principes de base et sont liées par un Protocole commun signé en 1988, aux termes duquel les parties à une convention peuvent bénéficier des dispositions de l'autre et réciproquement.

La catastrophe de Tchernobyl en 1986 a mis en évidence de manière saisissante les lacunes de ce régime international de responsabilité civile. L'URSS, en effet, n'a versé aucune indemnité pour les dommages causés aux autres pays du fait de cet accident. Elle n'y était tenue par aucune convention sur la responsabilité civile nucléaire étant donné qu'elle n'avait signé aucun accord de ce type. En outre, l'URSS ne

possède aucune législation se rapportant spécifiquement à la responsabilité en matière d'accidents nucléaires.

A ce jour, les pays d'Europe centrale et orientale qui possèdent les plus vastes parcs nucléaires ne sont toujours pas parties aux conventions sur la responsabilité civile bien que la Hongrie, la Pologne et la Roumanie aient ratifié tous trois la Convention de Vienne et le Protocole commun au cours des quatre dernières années. Néanmoins, les pays d'Europe centrale et orientale se sont ouverts à la communauté internationale de sorte qu'il est permis d'espérer que d'autres pays de cette partie du monde, y compris ceux qui possèdent de grosses industries nucléaires, se joindront à ces conventions. S'ils décident de le faire, ces pays devraient aligner leur législation nationale sur les dispositions des Conventions de Paris et de Vienne.

La nécessité d'offrir un cadre juridique approprié aux entreprises occidentales qui pourraient être amenées à travailler sur les installations nucléaires des pays d'Europe

centrale et orientale dans le cadre du programme général d'assistance technique peut jouer en faveur de l'introduction d'une législation concernant la responsabilité nucléaire. En fait, un groupe ad hoc d'experts, récemment créé par le G24 et formé de représentants de l'AEN et de l'AIEA, examine le problème de l'élaboration d'une réglementation appropriée à ces cas.

De ce fait, la législation se rapportant à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires est l'un des principaux domaines où l'AEN peut faire bénéficier les pays d'Europe centrale et orientale de son expérience et de celle de ses membres. Le fait que le régime international de responsabilité civile dans le domaine nucléaire implique que les exploitants nucléaires souscrivent des assurances pour couvrir leur responsabilité civile pose un problème particulier. En effet, dans la plupart des pays d'Europe centrale et orientale, il n'existait aucune forme d'assurance privée jusqu'à récemment. Les centrales nucléaires appartenaient et étaient exploitées par l'Etat; on tenait donc pour acquis que cet Etat, qui assurait les services de santé et fournissait les logements, prendrait soin des victimes d'un accident éventuel. Les informations sur l'organisation financière des régimes de responsabilité civile à l'Ouest, et particulièrement des assurances nucléaires, présentent donc un grand intérêt pour ces pays.

L'intérêt manifesté par les pays d'Europe centrale et orientale pour les conventions sur la responsabilité civile a coïncidé avec le début des négociations organisées en vue de la révision de la Convention de Vienne. Ces négociations, qui ont démarré en 1989, se poursuivent encore aujourd'hui. L'AEN, par l'intermédiaire de son Groupe d'experts gouvernementaux sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire, participe activement à ce processus car la modification de la

Convention de Vienne aboutira certainement à une modification similaire de la Convention de Paris.

Le Comité permanent de l'AIEA qui s'occupe de la révision de la Convention de Vienne envisage également de proposer une nouvelle convention permettant de disposer de fonds supplémentaires pour l'indemnisation. Cette convention compléterait les Conventions de Vienne et de Paris et comporterait des fonds versés par l'industrie nucléaire et les Etats. (La Convention de Paris est déjà complétée par la Convention complémentaire de Bruxelles qui prévoit le versement par les Etats de fonds supplémentaires lorsque le montant des réparations aux termes de la Convention de Paris est insuffisant.) Il est bien sûr souhaitable qu'un nombre maximum de pays participe au programme de financement complémentaire car cela accroît la quantité des fonds disponibles.

Dans l'espoir de voir les négociations aboutir à un régime de responsabilité acceptable pour tous, l'AEN a invité des observateurs de l'ex-République fédérative tchèque et slovaque, de Hongrie, de Pologne et de Roumanie à participer à ses réunions consacrées à ce sujet, et il se peut qu'à l'avenir davantage de pays de cette région soient invités.

## CONCLUSION

A mesure que les pays d'Europe centrale et orientale amélioreront avec l'aide de l'Ouest la qualité technique de leurs installations nucléaires, il faut espérer que leurs régimes juridiques contribueront au maintien et à l'amélioration à long terme des normes de sûreté ce qui sera profitable non seulement à cette région mais au monde entier. L'aide fournie par l'AEN s'inscrit dans le cadre de cet effort de plus vaste portée.



## RÉUNION DE TRAVAIL SUR LA RADIOPROTECTION A L'APPROCHE DE L'AN 2000

La radioprotection traverse une période de réévaluation et de débat intense, en raison notamment de la nécessité de mesurer les répercussions pratiques des nouvelles recommandations fondamentales récemment publiées par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR).

Dans ce contexte, le Comité AEN de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) a estimé qu'il était temps de procéder à une évaluation générale de la situation de la radioprotection eu égard à l'élaboration des politiques et des réglementations ainsi qu'à leur application aux pratiques d'exploitation. Cette évaluation prendra la forme d'une déclaration de principe représentant l'opinion collective du Comité sur la situation et les perspectives relatives aux réglementations et pratiques de radioprotection dans les pays de l'AEN.

Pour obtenir des éléments permettant d'établir cette déclaration de principe, l'AEN a organisé, du 11 au 13 janvier 1993, une "Réunion de travail concernant la radioprotection vers l'an 2000" au cours de laquelle une soixantaine d'experts venus de vingt pays et appartenant à quatre organisations internationales ont passé en revue les principaux pro-

*Le moment est approprié pour effectuer une évaluation globale de la situation de la radioprotection.*



Source : Vattenfall, Suède.

blèmes qui se font jour dans le domaine de la radioprotection et les perspectives pour la décennie en cours.

Sur la base des informations échangées au cours de cette réunion de travail et des faits qui leur ont été communiqués, les participants ont pu constater que la radioprotection était effectivement une discipline parvenue à un stade avancé de maturité. Vu le caractère approfondi et la portée de la doctrine qui la sous-tend, le niveau des connaissances scientifiques sur les effets des rayonnements et le comportement des substances radioactives dans l'organisme humain et l'environnement, ainsi que les progrès réalisés dans les technologies de protection et les méthodes de mesure et d'évaluation des rayonnements, il a été possible d'augmenter sensiblement les niveaux de protection des travailleurs et des personnes du public dans la plupart des pratiques et des situations.

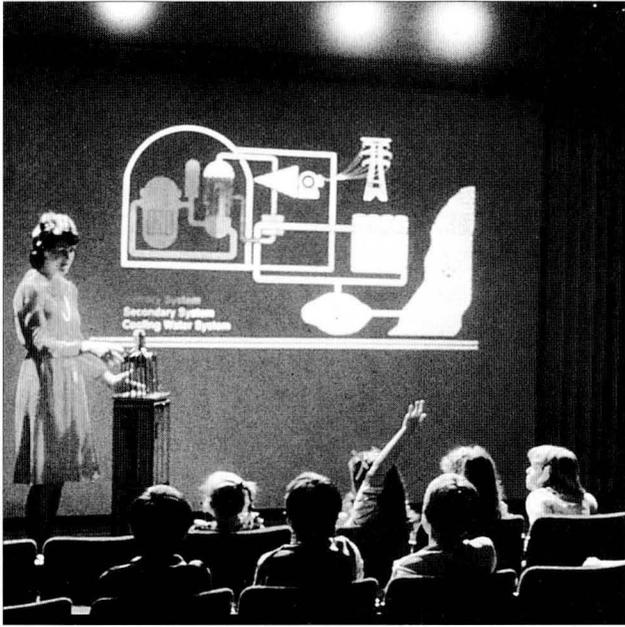
L'ampleur de ces résultats reste néanmoins inégale, en ce qui concerne aussi bien les progrès scientifiques et techniques que les niveaux de protection et de gestion des risques liés aux différentes pratiques. En outre, l'évolution actuelle de la recherche-développement, tant dans le domaine scientifique que dans la technologie des applications des rayonnements, est de nature à déboucher sur de nouveaux défis. Les participants à la réunion de travail ont passé en revue ces évolutions et perspectives et se sont mis d'accord sur les questions qui retiendront l'attention au cours des années à venir ainsi que sur les orientations à prendre dans le domaine de la radioprotection. Les conclusions de la réunion de travail fourniront une base solide pour l'élaboration de l'opinion collective que le CRPPH doit rendre publique au début de 1994.

Le compte rendu de cette réunion de travail sera publié par l'AEN.

## LES ENSEIGNANTS ET L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Tous les pays de l'OCDE ont intérêt à ce que les élèves soient sensibilisés à des problèmes de société, tels que l'énergie nucléaire, en raison des répercussions énormes qu'ils peuvent avoir sur l'avenir de nos sociétés. Cependant, dans de nombreux cas, il y a un manque de documentation ou de matériels appropriés que les enseignants pourraient utiliser dans le cadre des programmes d'enseignement des sciences fondamentales et sociales. De surcroît, les enseignants eux-mêmes ont rarement reçu l'information ou la formation nécessaires qui leur permettraient de discuter des faits et des questions dans un contexte suffisamment large et équilibré.

Sur cette toile de fond, et dans le cadre de son programme sur l'éducation et l'énergie nucléaire, l'AEN organisera, en juin 1993, un séminaire international sur "Les enseignants et l'énergie nucléaire". Ce séminaire réunira des enseignants



L'AEN va organiser un séminaire sur l'information et la formation des enseignants pour discuter de l'énergie nucléaire à l'école.

des écoles secondaires, des responsables des programmes scolaires, ainsi que des représentants de gouvernements dans le domaine de l'éducation et des spécialistes de l'information sur l'énergie nucléaire. Les objectifs principaux seront d'échanger les expériences nationales pour informer et assister les enseignants dans le cadre de discussions sur l'énergie nucléaire à l'école, et de définir le genre de matériel d'information qui pourrait leur être utile. Les participants examineront aussi les contributions respectives de la part des autorités nationales, de l'industrie et des institutions concernées dans cette tâche.

### PROJET D'EXAMEN DE LA CUVE DE THREE MILE ISLAND

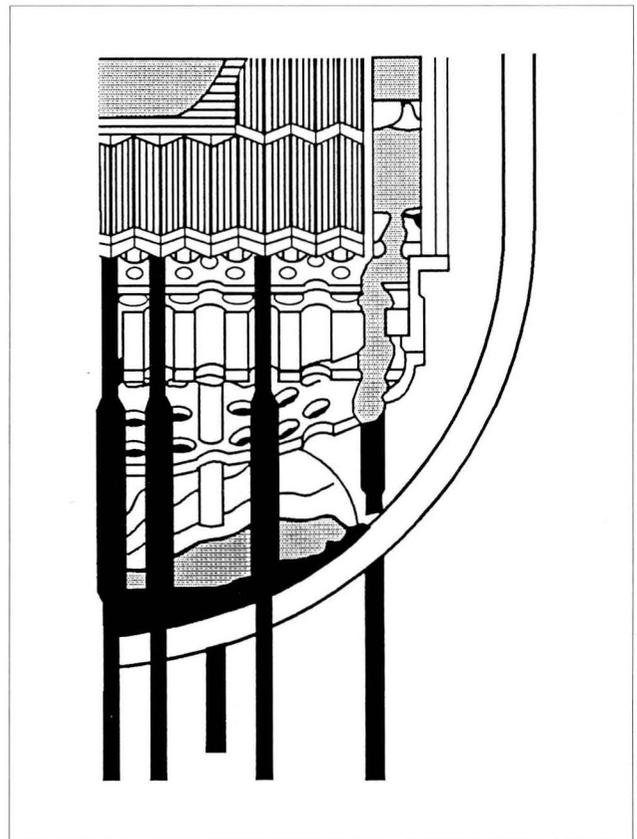
L'accident survenu dans la tranche-2 de la centrale de Three Mile Island en 1979 a fourni une occasion unique d'améliorer la compréhension des accidents graves à partir d'un cas réel ayant affecté une centrale nucléaire commerciale en exploitation.

Le Programme d'évaluation de l'accident de la tranche-2 de TMI a été lancé par le Département de l'énergie des Etats-Unis (DOE), puis élargi en partie pour constituer un projet international en coopération mené sous l'égide de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN). Il s'agissait principalement d'analyser la propagation des dommages subis par le coeur, de réaliser des études métallographiques des débris du coeur et des matériaux de structure, ainsi que d'étudier les mécanismes ayant déterminé le comportement des produits de fission pendant l'accident. Or, il est rapidement apparu que l'accident de

TMI-2 avait atteint un stade plus avancé qu'on ne le supposait. De grandes quantités de matériaux fondus du coeur se sont déplacées dans la partie inférieure de la cuve sous pression du réacteur, et les structures de l'instrumentation dans la partie inférieure de la cuve ont subi des dommages thermiques. C'est pourquoi la Commission de la réglementation nucléaire des Etats-Unis (NRC) a chargé l'AEN de mettre en place un nouveau projet international en coopération, le Projet d'examen de la cuve de TMI, afin d'étudier d'autres aspects qui n'avaient pas été abordés dans le programme initial.

Ce nouveau projet, lancé en 1988, avait pour but de déterminer si les matériaux situés dans la partie inférieure de la cuve du réacteur avaient subi d'importantes modifications du point de vue de leur résistance et de leur résilience. Les échantillons prélevés à cette fin devaient également servir à analyser les modes de défaillance hypothétiques, la propagation des dommages au coeur et le déplacement des débris du coeur dans la cuve du réacteur.

Le Projet TMI de l'AEN, maintenant achevé, a permis de mieux comprendre l'intégrité structurelle de la cuve sous pression des réacteurs dans des conditions d'accident grave. Les résultats du projet seront présentés au cours d'une rencontre internationale patronnée par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire et la NRC des Etats-Unis, qui sera organisée aux Etats-Unis en octobre 1993.



Représentation en diagramme du bas de la cuve de TMI-2.

Source : INEL, EG & G, Idaho, Inc., Etats-Unis.



### **ÉNERGIE NUCLÉAIRE : LE POINT SUR LES ASPECTS ÉCONOMIQUES ET TECHNOLOGIQUES**

ISBN 92-64-23798-4

100 pages

FF130 £23 US\$36 DM52

Établi à l'intention d'un public de non spécialistes s'intéressant aux questions d'énergie et d'environnement, ce rapport donne un aperçu du consensus actuel des experts concernant l'état d'avancement de la technologie de l'électronucléaire et sa situation économique. Il couvre la demande potentielle d'énergie nucléaire, sa compétitivité économique, et les aspects pertinents des bons résultats d'exploitation des réacteurs et des progrès technologiques futurs.

Ce rapport apporte des éléments objectifs au débat scientifique et politique en cours sur la contribution que l'énergie nucléaire peut offrir, aujourd'hui et à l'avenir, afin de satisfaire la demande mondiale croissante d'énergie et de parvenir à un développement économique durable.

### **GESTION DES ACCIDENTS GRAVES : PRÉVENTION ET MITIGATION**

SBN 92-64-23781-X

51 pages

FF80 £13 US\$21 DM33

Grâce à une planification efficace, la gestion des accidents graves dans les centrales nucléaires peut permettre à la fois de réduire la fréquence de ces accidents et d'en atténuer les conséquences au cas où ils viendraient à se produire. Ce rapport donne un aperçu général des activités de gestion des accidents dans les pays de l'OCDE. Il présente également les conclusions d'un Groupe d'experts internationaux concernant la mise au point de méthodes de gestion des accidents, l'intégration de la planification de la gestion des accidents dans l'exploitation des réacteurs et les avantages découlant de la gestion des accidents.

### **LA RÉÉVALUATION PÉRIODIQUE DE LA SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES**

#### **La pratique dans les pays de l'OCDE**

ISBN 92-64-23788-7

50 pages

FF60 £10 US\$15 DM24

Ce rapport donne un aperçu général des principes et des pratiques réglementaires en vigueur dans les pays Membres de l'OCDE dotés d'un parc nucléaire et qui sont appliqués à l'examen périodique de sûreté des centrales nucléaires. Les bases législatives et les objectifs de ces examens, ainsi que les processus suivis, sont récapitulés dans le contexte des pratiques réglementaires propres à chaque pays.

Bien que les examens périodiques de sûreté soient déjà, ou ne tarderont pas à devenir, partie intégrante du processus réglementaire de la majorité des pays, on relève des différences considérables dans la façon dont chacun d'entre eux envisage ces examens. Ce rapport illustre, par de multiples exemples de

principes et de pratiques en vigueur dans les pays Membres, la diversité des voies adoptées pour atteindre l'objectif commun, à savoir maintenir et améliorer la sûreté nucléaire.

### **URANIUM 1991**

#### **RESSOURCES, PRODUCTION ET DEMANDE**

Rapport établi conjointement par l'Agence de l'OCDE pour l'Énergie

Nucléaire et l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique

ISBN 92-64-23662-7

267 pages

FF250 £34 US\$60 DM112

Dans le cycle du combustible nucléaire, les approvisionnements en uranium ont connu une évolution considérable ces dernières années.

La puissance nucléaire installée ne peut continuer à se développer que si l'offre finale d'uranium apparaît assurée. Ce rapport présente les données publiques relatives à la situation des ressources et de la production d'uranium en 1991. Il contient aussi des projections à court terme des besoins futurs en uranium naturel de l'industrie nucléaire et fait le point des activités de prospection, des ressources et de la production d'uranium dans l'ensemble du monde.

### **Uranium - Mise à jour statistique 1992**

Gratuit sur demande

56 pages

### **INCIDENCES ÉCONOMIQUES GÉNÉRALES DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE**

ISBN 92-64-23789-5

228 pages

FF250 £40 US\$62 DM95

La décision d'adopter, d'élargir ou de rejeter un programme nucléaire a des incidences qui vont au-delà des simples considérations économiques liées au coût de l'électricité produite. On trouvera dans le présent rapport un examen de la place que tiennent les facteurs macro-économiques dans le processus de décision de divers pays Membres et des incidences macro-économiques de l'énergie nucléaire sur l'emploi, la balance des paiements, la sécurité des approvisionnements ainsi sur l'environnement, la santé publique et le contexte socio-culturel.

### **ASSURER LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE**

#### **Amélioration de la conception et de l'exploitation des réacteurs nucléaires**

ISBN 92-64-23833-6

96 pages

FF95 £16 US\$22 DM39

Destiné à un public averti, mais non spécialiste, cet ouvrage retrace les efforts intenses effectués au cours des dernières années pour améliorer la sûreté de la conception et de l'exploitation des

réacteurs nucléaires dans les pays de l'OCDE. Les réacteurs actuellement en service dans ces pays ont largement bénéficié, en grande partie grâce à la coopération internationale, des leçons de l'expérience et de la mise en commun des ressources dans le domaine de la recherche et du développement en matière de sûreté.

L'ouvrage explique comment ces efforts ont abouti à une approche plus cohérente et plus logique de la sûreté qui a énormément progressé vers une réduction presque totale des risques de problèmes graves dans les réacteurs.

### Evacuation des déchets radioactifs : LA SORPTION DES RADIONUCLÉIDES DU POINT DE VUE DE L'ÉVALUATION DE LA SÛRETÉ

Compte rendu d'une réunion de travail de l'AEN  
Interlaken (Suisse) 16-18 octobre 1992 292 pages  
ISBN 92-64-03700-4  
FF180 £28 US\$46 DM73

La sorption est un des processus-clés qui retarde la migration des radionucléides entre un dépôt souterrain, la biosphère et l'homme. Ce compte rendu évalue comment les processus de

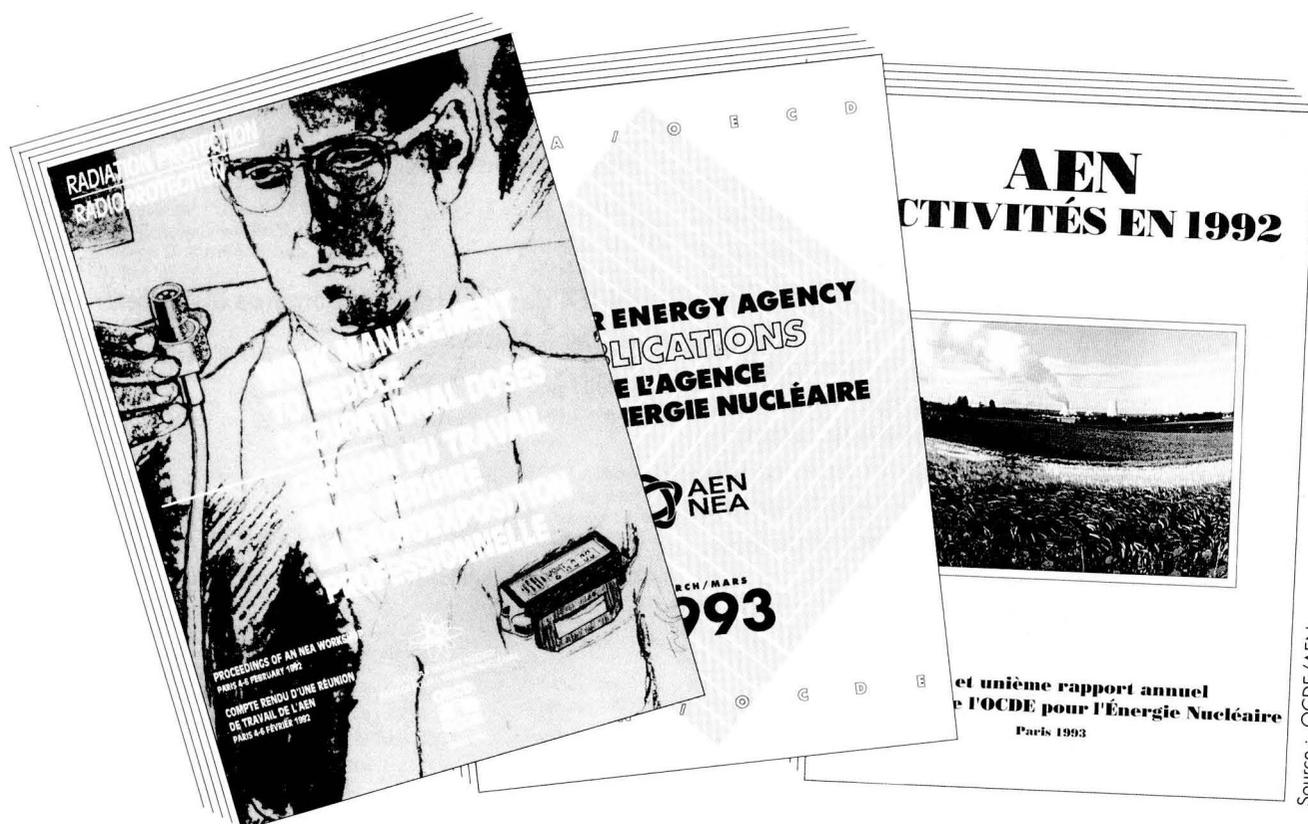
sorption sont incorporés dans les analyses de sûreté à long terme des dépôts de déchets radioactifs.

### GESTION DU TRAVAIL POUR RÉDUIRE LA RADIOEXPOSITION PROFESSIONNELLE

Compte rendu d'une réunion de travail de l'AEN  
Paris 4-6 février 1992 342 pages  
ISBN 92-64-037-12-8  
FF290 £48 US\$70 DM119

La maîtrise de la radioexposition professionnelle dans les installations nucléaires est une exigence importante pour la communauté nucléaire. La recommandation récente de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) d'abaisser les limites de dose a centré davantage l'attention sur cette question et a conduit à une application plus étendue du principe ALARA.

On trouvera dans ce compte rendu un exposé des résultats d'une réunion de travail organisée par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire pour examiner les effets de l'application de mesures de gestion des tâches à des situations impliquant une radioexposition. Il en ressort que le principe ALARA est désormais passé de la théorie à la pratique et qu'un encadrement



Source : OCDE/AEN.

responsable, des travailleurs motivés et un soutien réglementaire sont des éléments importants qui concourent au succès des programmes de maîtrise de la radioexposition.

### **LA SURETÉ DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE**

ISBN 92-64-23824-7

258 pages

FF280 £47 US\$65 DM115

Le cycle du combustible englobe l'approvisionnement et la préparation du combustible destiné aux centrales nucléaires, sa récupération et son recyclage après utilisation ainsi que le stockage sûr de tous les déchets produits par ces activités.

Les installations associées à ces activités bénéficient d'une importante expérience acquise dans le domaine de la sûreté au cours des quarante dernières années par les experts techniques et par les autorités de sûreté. Ce rapport constitue une analyse à jour de la sûreté du cycle du combustible nucléaire, fondée sur l'expérience des pays de l'OCDE. Il aborde les aspects techniques des activités du cycle du combustible, présente les pratiques d'exploitation et esquisse les perspectives d'avenir.

### **INFORMATION DU CORPS MÉDICAL ET RAYONNEMENTS IONISANTS**

Compte rendu d'un séminaire international organisé par l'Agence

de l'OCDE pour l'Énergie Nucléaire,  
Grenoble, France, 2-4 septembre 1992

ISBN 92-64-03718-7

363 pages

FF250 £44 US\$59 DM100

Dans la plupart des pays de l'OCDE, les applications des rayonnements ionisants se sont multipliées dans de nombreux domaines de la vie courante. Leur utilisation, à des fins médicales notamment, représente aujourd'hui plus de 90 pour cent de la dose au public provenant des rayonnements artificiels.

Etant donné la haute autorité morale dont bénéficient les professions médicales et leurs contacts directs avec le public, elles sont donc appelées à jouer à son égard un rôle croissant de conseil et d'information sur la nature et les effets des rayonnements ionisants. Il importe donc que l'ensemble de cette profession soit bien préparée à s'acquitter de cette tâche, notamment en cas d'urgence radiologique.

Cette publication rend compte des travaux d'un séminaire international organisé par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire sur les besoins et les moyens de formation et d'information du corps médical dans le domaine des rayonnements ionisants. Il comprend les textes des principales communications présentées et une synthèse des résultats de cette réunion.

### **EXERCICES D'APPLICATION HORS SITE DES PLANS D'URGENCE EN CAS D'ACCIDENT NUCLÉAIRE**

Compte rendu d'une réunion de travail de l'AEN

La Haye, Pays-Bas, 12-15 novembre 1991

ISBN 92-64-03716-0

193 pages

FF180 £30 US\$42 DM74

À la suite de l'accident de Tchernobyl, les dispositions prévues au plan national et international pour faire face aux accidents nucléaires ont pris un essor important. Les exercices d'intervention se sont révélés utiles pour tester l'efficacité des plans d'urgence, aussi sont-ils souvent exécutés dans les pays de l'OCDE. Ce compte rendu expose les résultats d'une réunion de travail tenue par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire en vue d'analyser l'expérience acquise lors d'exercices d'application hors site des plans d'urgence et de débattre de l'organisation de tels exercices à l'échelle internationale.

### **BULLETIN DE DROIT NUCLÉAIRE N° 50**

ISSN 1016-4995

Abonnement annuel - deux numéros et supplément.

FF190 £22 US\$42 DM84

### **INDEX des 50 premiers numéros du Bulletin de Droit Nucléaire**

(compris dans l'abonnement)

### **Rapport d'activités de l'AEN en 1992**

Catalogue des publications de l'AEN mars 1992



**MAIN SALES OUTLETS OF OECD PUBLICATIONS**  
**PRINCIPAUX POINTS DE VENTE DES PUBLICATIONS DE L'OCDE**

**ARGENTINA – ARGENTINE**

Carlos Hirsch S.R.L.  
 Galería Güemes, Florida 165, 4° Piso  
 1333 Buenos Aires Tel. (1) 331.1787 y 331.2391  
 Telefax: (1) 331.1787

**AUSTRALIA – AUSTRALIE**

D.A. Information Services  
 648 Whitehorse Road, P.O.B 163  
 Mitcham, Victoria 3132 Tel. (03) 873.4411  
 Telefax: (03) 873.5679

**AUSTRIA – AUTRICHE**

Gerold & Co.  
 Graben 31  
 Wien I Tel. (0222) 533.50.14

**BELGIUM – BELGIQUE**

Jean De Lannoy  
 Avenue du Roi 202  
 B-1060 Bruxelles Tel. (02) 538.51.69/538.08.41  
 Telefax: (02) 538.08.41

**CANADA**

Renouf Publishing Company Ltd.  
 1294 Algoma Road  
 Ottawa, ON K1B 3W8 Tel. (613) 741.4333  
 Telefax: (613) 741.5439

**Stores:**

61 Sparks Street  
 Ottawa, ON K1P 5R1 Tel. (613) 238.8985  
 211 Yonge Street  
 Toronto, ON M5B 1M4 Tel. (416) 363.3171  
 Telefax: (416) 363.59.63

Les Éditions La Liberté Inc.  
 3020 Chemin Sainte-Foy  
 Sainte-Foy, PQ G1X 3V6 Tel. (418) 658.3763  
 Telefax: (418) 658.3763

**Federal Publications**

165 University Avenue  
 Toronto, ON M5H 3B8 Tel. (416) 581.1552  
 Telefax: (416) 581.1743

**Les Publications Fédérales**

1185 Avenue de l'Université  
 Montréal, PQ H3B 3A7 Tel. (514) 954.1633  
 Telefax : (514) 954.1633

**CHINA – CHINE**

China National Publications Import  
 Export Corporation (CNPIEC)  
 16 Gongti E. Road, Chaoyang District  
 P.O. Box 88 or 50  
 Beijing 100704 PR Tel. (01) 506.6688  
 Telefax: (01) 506.3101

**DENMARK – DANEMARK**

Munksgaard Export and Subscription Service  
 35, Nørre Søgade, P.O. Box 2148  
 DK-1016 København K Tel. (33) 12.85.70  
 Telefax: (33) 12.93.87

**FINLAND – FINLANDE**

Akateeminen Kirjakauppa  
 Keskuskatu 1, P.O. Box 128  
 00100 Helsinki Tel. (358 0) 12141  
 Telefax: (358 0) 121.4441

**FRANCE**

OECD/OCDE  
 Mail Orders/Commandes par correspondance:  
 2, rue André-Pascal  
 75775 Paris Cedex 16 Tel. (33-1) 45.24.82.00  
 Telefax: (33-1) 45.24.81.76 or (33-1) 45.24.85.00  
 Telex: 640048 OCDE

OECD Bookshop/Librairie de l'OCDE :  
 33, rue Octave-Feuillet  
 75016 Paris Tel. (33-1) 45.24.81.67  
 (33-1) 45.24.81.81

Documentation Française  
 29, quai Voltaire  
 75007 Paris Tel. 40.15.70.00

Gibert Jeune (Droit-Économie)  
 6, place Saint-Michel  
 75006 Paris Tel. 43.25.91.19

Librairie du Commerce International  
 10, avenue d'Iéna  
 75016 Paris Tel. 40.73.34.60

Librairie Dunod  
 Université Paris-Dauphine  
 Place du Maréchal de Lattre de Tassigny  
 75016 Paris Tel. 47.27.18.56

Librairie Lavoisier  
 11, rue Lavoisier  
 75008 Paris Tel. 42.65.39.95

Librairie L.G.D.J. - Montchrestien  
 20, rue Soufflot  
 75005 Paris Tel. 46.33.89.85

Librairie des Sciences Politiques  
 30, rue Saint-Guillaume  
 75007 Paris Tel. 45.48.36.02

P.U.F.  
 49, boulevard Saint-Michel  
 75005 Paris Tel. 43.25.83.40

Librairie de l'Université  
 12a, rue Nazareth  
 13100 Aix-en-Provence Tel. (16) 42.26.18.08

Documentation Française  
 165, rue Garibaldi  
 69003 Lyon Tel. (16) 78.63.32.23

Librairie Decitre  
 29, place Bellecour  
 69002 Lyon Tel. (16) 72.40.54.54

**GERMANY – ALLEMAGNE**

OECD Publications and Information Centre  
 August-Bebel-Allee 6  
 D-W 5300 Bonn 2 Tel. (0228) 959.120  
 Telefax: (0228) 959.12.17

**GREECE – GRÈCE**

Librairie Kauffmann  
 Mavrokordatou 9  
 106 78 Athens Tel. 322.21.60  
 Telefax: 363.39.67

**HONG-KONG**

Swindon Book Co. Ltd.  
 13-15 Lock Road  
 Kowloon, Hong Kong Tel. 366.80.31  
 Telefax: 739.49.75

**HUNGARY – HONGRIE**

Euro Info Service  
 POB 1271  
 1464 Budapest Tel. (1) 111.62.16  
 Telefax : (1) 111.60.61

**ICELAND – ISLANDE**

Mál Mog Menning  
 Laugavegi 18, Pósthólf 392  
 121 Reykjavik Tel. 162.35.23

**INDIA – INDE**

Oxford Book and Stationery Co.  
 Scindia House  
 New Delhi 110001 Tel. (11) 331.5896/5308  
 Telefax: (11) 332.5993

17 Park Street  
 Calcutta 700016 Tel. 240832

**INDONESIA – INDONÉSIE**

Pdii-Lipi  
 P.O. Box 269/JKSMG/88  
 Jakarta 12790 Tel. 583467  
 Telex: 62 875

**IRELAND – IRLANDE**

TDC Publishers – Library Suppliers  
 12 North Frederick Street  
 Dublin 1 Tel. 74.48.35/74.96.77  
 Telefax: 74.84.16

**ISRAEL**

Electronic Publications only  
 Publications électroniques seulement  
 Sophist Systems Ltd.  
 71 Allenby Street  
 Tel-Aviv 65134 Tel. 3-29.00.21  
 Telefax: 3-29.92.39

**ITALY – ITALIE**

Libreria Commissionaria Sansoni  
 Via Duca di Calabria 1/1  
 50125 Firenze Tel. (055) 64.54.15  
 Telefax: (055) 64.12.57

Via Bartolini 29  
 20155 Milano Tel. (02) 36.50.83

Editrice e Libreria Herder  
 Piazza Montecitorio 120  
 00186 Roma Tel. 679.46.28  
 Telefax: 678.47.51

Libreria Hoepli  
 Via Hoepli 5  
 20121 Milano Tel. (02) 86.54.46  
 Telefax: (02) 805.28.86

Libreria Scientifica  
 Dott. Lucio de Biasio 'Aeiou'  
 Via Coronelli, 6  
 20146 Milano Tel. (02) 48.95.45.52  
 Telefax: (02) 48.95.45.48

**JAPAN – JAPON**

OECD Publications and Information Centre  
 Landic Akasaka Building  
 2-3-4 Akasaka, Minato-ku  
 Tokyo 107 Tel. (81.3) 3586.2016  
 Telefax: (81.3) 3584.7929

**KOREA – CORÉE**

Kyobo Book Centre Co. Ltd.  
 P.O. Box 1658, Kwang Hwa Moon  
 Seoul Tel. 730.78.91  
 Telefax: 735.00.30

**MALAYSIA – MALAISIE**

Co-operative Bookshop Ltd.  
 University of Malaya  
 P.O. Box 1127, Jalan Pantai Baru  
 59700 Kuala Lumpur  
 Malaysia Tel. 756.5000/756.5425  
 Telefax: 757.3661

**MEXICO – MEXIQUE**

Revistas y Periodicos Internacionales S.A. de C.V.  
 Florencia 57 - 1004  
 Mexico, D.F. 06600 Tel. 207.81.00  
 Telefax : 208.39.79

**NETHERLANDS – PAYS-BAS**

SDU Uitgeverij  
 Christoffel Plantijnstraat 2  
 Postbus 20014  
 2500 EA's-Gravenhage Tel. (070 3) 78.99.11  
 Voor bestellingen: Tel. (070 3) 78.98.80  
 Telefax: (070 3) 47.63.51

**NEW ZEALAND  
 NOUVELLE-ZÉLANDE**

Legislation Services  
 P.O. Box 12418  
 Thorndon, Wellington Tel. (04) 496.5652  
 Telefax: (04) 496.5698

**NORWAY – NORVÈGE**

Narvesen Info Center – NIC  
 Bertrand Narvesens vei 2  
 P.O. Box 6125 Etterstad  
 0602 Oslo 6 Tel. (02) 57.33.00  
 Telefax: (02) 68.19.01

**PAKISTAN**

Mirza Book Agency  
 65 Shahrah Quaid-E-Azam  
 Lahore 54000 Tel. (42) 353.601  
 Telefax: (42) 231.730

**PHILIPPINE – PHILIPPINES**

International Book Center  
 5th Floor, Filipinas Life Bldg.  
 Ayala Avenue  
 Metro Manila Tel. 81.96.76  
 Telex 23312 RHP PH

**PORTUGAL**

Livraria Portugal  
 Rua do Carmo 70-74  
 Apart. 2681  
 1117 Lisboa Codex Tel.: (01) 347.49.82/3/4/5  
 Telefax: (01) 347.02.64

**SINGAPORE – SINGAPOUR**

Information Publications Pte. Ltd.  
 41, Kallang Pudding, No. 04-03  
 Singapore 1334 Tel. 741.5166  
 Telefax: 742.9356

**SPAIN – ESPAGNE**

Mundi-Prensa Libros S.A.  
 Castelló 37, Apartado 1223  
 Madrid 28001 Tel. (91) 431.33.99  
 Telefax: (91) 575.39.98

**Libreria Internacional AEDOS**

Consejo de Ciento 391  
 08009 – Barcelona Tel. (93) 488.34.92  
 Telefax: (93) 487.76.59

**Llibreria de la Generalitat**

Palau Moja  
 Rambla dels Estudis, 118  
 08002 – Barcelona  
 (Subscriptions) Tel. (93) 318.80.12  
 (Publicacions) Tel. (93) 302.67.23  
 Telefax: (93) 412.18.54

**SRI LANKA**

Centre for Policy Research  
 c/o Colombo Agencies Ltd.  
 No. 300-304, Galle Road  
 Colombo 3 Tel. (1) 574240, 573551-2  
 Telefax: (1) 575394, 510711

**SWEDEN – SUÈDE**

Fritzes Fackboksföretaget  
 Box 16356  
 Regeringsgatan 12  
 103 27 Stockholm Tel. (08) 690.90.90  
 Telefax: (08) 20.50.21

**Subscription Agency-Agence d'abonnements**

Wennergren-Williams AB  
 P.O. Box 1305  
 171 25 Solna Tel. (08) 705.97.50  
 Téléfax : (08) 27.00.71

**SWITZERLAND – SUISSE**

Maditec S.A. (Books and Periodicals - Livres  
 et périodiques)  
 Chemin des Palettes 4  
 Case postale 2066  
 1020 Renens 1 Tel. (021) 635.08.65  
 Telefax: (021) 635.07.80

**Librairie Payot S.A.**

4, place Pépinet  
 1003 Lausanne Tel. (021) 341.33.48  
 Telefax: (021) 341.33.45

**Librairie Unilivres**

6, rue de Candolle  
 1205 Genève Tel. (022) 320.26.23  
 Telefax: (022) 329.73.18

**Subscription Agency - Agence d'abonnement**

Dynapresse Marketing S.A.  
 38 avenue Vibert  
 1227 Carouge Tel.: (022) 308.07.89  
 Telefax : (022) 308.07.99

**See also – Voir aussi :**

OECD Publications and Information Centre  
 August-Bebel-Allee 6  
 D-W 5300 Bonn 2 (Germany) Tel. (0228) 959.120  
 Telefax: (0228) 959.12.17

**TAIWAN – FORMOSE**

Good Faith Worldwide Int'l. Co. Ltd.  
 9th Floor, No. 118, Sec. 2  
 Chung Hsiao E. Road  
 Taipei Tel. (02) 391.7396/391.7397  
 Telefax: (02) 394.9176

**THAILAND – THAÏLANDE**

Suksit Siam Co. Ltd.  
 113, 115 Fuang Nakhon Rd.  
 Opp. Wat Rajbopith  
 Bangkok 10200 Tel. (662) 251.1630  
 Telefax: (662) 236.7783

**TURKEY – TURQUIE**

Kültür Yayınları Is-Türk Ltd. Sti.  
 Atatürk Bulvarı No. 191/Kat 13  
 Kavaklıdere/Ankara Tel. 428.11.40 Ext. 2458  
 Dolmabahçe Cad. No. 29  
 Besiktas/Istanbul Tel. 260.71.88  
 Telex: 43482B

**UNITED KINGDOM – ROYAUME-UNI**

HMSO  
 Gen. enquiries Tel. (071) 873 0011  
 Postal orders only:  
 P.O. Box 276, London SW8 5DT  
 Personal Callers HMSO Bookshop  
 49 High Holborn, London WC1V 6HB  
 Telefax: (071) 873 8200

Branches at: Belfast, Birmingham, Bristol, Edinburgh, Manchester

**UNITED STATES – ÉTATS-UNIS**

OECD Publications and Information Centre  
 2001 L Street N.W., Suite 700  
 Washington, D.C. 20036-4910 Tel. (202) 785.6323  
 Telefax: (202) 785.0350

**VENEZUELA**

Libreria del Este  
 Avda F. Miranda 52, Aptdo. 60337  
 Edificio Galipán  
 Caracas 106 Tel. 951.1705/951.2307/951.1297  
 Telegram: Libreste Caracas

Subscription to OECD periodicals may also be placed through main subscription agencies.

Les abonnements aux publications périodiques de l'OCDE peuvent être souscrits auprès des principales agences d'abonnement.

Orders and inquiries from countries where Distributors have not yet been appointed should be sent to: OECD Publications Service, 2 rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

Les commandes provenant de pays où l'OCDE n'a pas encore désigné de distributeur devraient être adressées à : OCDE, Service des Publications, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2 rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16  
IMPRIMÉ EN FRANCE  
(68 93 01 2) ISBN 92-64-23854-9 - n° 46570 1993



(68 93 01 2) ISBN 92-64-23854-9  
ISSN 0255-7495

Abonnement (2 numéros par an) : FF 120  
(Pas de vente au numéro)