

VOL. 42, Nr. 4, 2000  
VIENNE, AUTRICHE

# AIEA BULLETIN



REVUE TRIMESTRIELLE DE L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE

## UN ECODEBAT



A GREEN DEBATE

UN DEBATE VERDE

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ДЕБАТЫ

جدال أخضر

绿色辩论

Search



Login



OTB

## WORLD OF RESOURCES

WORLDATOM has become a timely and reliable resource about the IAEA and nuclear developments in Member States.

"...expansive UN Web resource, hosted by the International Atomic Energy Agency...This site is thorough in every respect.

*British Broadcasting Corporation (BBC)*  
[www.bbc.co.uk/webguide](http://www.bbc.co.uk/webguide)

"...the International Atomic Energy Agency, a powerful group."

*Yahoo!, the Internet Directory & Web Guide*  
[www.yahoo.com/new/981030.html](http://www.yahoo.com/new/981030.html)

"WORLDATOM gathers a host of resources...into one easily navigated site."

*The Scout Report, the Internet Guide to Resources*  
<http://scout7.cs.wisc.edu/00008606.html>

1997 Editor's Choice Award to [www.iaea.org](http://www.iaea.org) for high quality site

*LookSmart, Web Directory subsidiary of Readers Digest*  
[www.looksmart.com](http://www.looksmart.com)



[www.iaea.org](http://www.iaea.org)



International Atomic Energy Agency  
Division of Public Information  
P.O. Box 100  
Wagramer Strasse 5  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone: (+43-1) 2600-0  
Facsimile: (+43-1) 2600-29610  
Email: [worldatom@iaea.org](mailto:worldatom@iaea.org)

## THE "NUCLEAR WORLD"



Global issues and the "nuclear world" are re perspectives in areas and verification in the Annual Report. The overviews and a de figures ( ) on Agency program



## SOMMAIRE

### **AU COEUR DU DÉBAT SUR L'EFFET DE SERRE**

Réchauffement planétaire : Les questions énergétiques prennent de l'importance

2

### **SÉCURITÉ DE L'APPROVISIONNEMENT EN ÉNERGIE**

Le Livre blanc de la Commission européenne stimule le débat

6

### **L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE EN MUTATION**

Développement de l'énergie nucléaire : Perspectives et défis  
*Mohamed ElBaradei*

9

### **ÉCOLOGIE DE LA MER NOIRE**

Étude de la pollution du milieu marin en Turquie  
*Sayhan Topcuoglu*

12

### **LES BONS OUTILS ET SERVICES**

Les services d'instrumentation de l'AIEA à l'appui des applications nucléaires  
*Andrzej Markowicz, Miklos Gardos, Stefan Hollenthoner, et Stanislaw Wierzbinski*

15

### **LES TIMBRES DU DÉVELOPPEMENT**

Des timbres postaux illustrent l'histoire de l'uranium  
*Fathi Habashi*

20

### **VERS UN SIÈCLE NOUVEAU**

Le développement du nucléaire vu il y a 20 ans

22

### **COMPARAISON DES RISQUES D'ACCIDENT DANS DIFFÉRENTS SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES**

Commentaires de spécialistes russes

27

### **RUBRIQUES DU BULLETIN DE L'AIEA**

Actualités internationales...Données statistiques...  
Vacances de postes...Publications...Réunions

33

# AU COEUR DU DÉBAT SUR L'EFFET DE SERRE

## RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE : LES QUESTIONS ÉNERGÉTIQUES PRENNENT DE L'IMPORTANCE

**A** La Haye, en novembre 2000, des négociations capitales sur les politiques et mesures à adopter pour lutter contre les changements climatiques – notamment sur les façons de réduire les émissions de gaz à effet de serre – ont été suspendues après deux semaines d'intenses débats. Les pays comptent maintenant reprendre ces négociations en juin 2001, peut-être à Bonn (Allemagne).

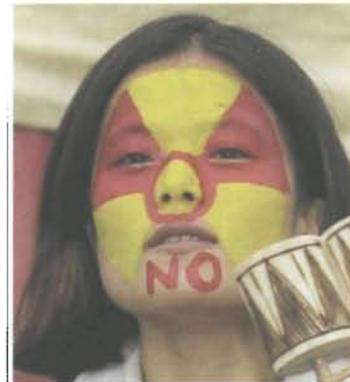
“Il est extrêmement décevant que les dirigeants politiques ne soient pas parvenus à trouver une solution et à formuler des recommandations concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre, surtout face à une telle attente du public”, a déclaré Jon Pronk, Ministre néerlandais de l'environnement et Président de la sixième Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CdP-6). “Cependant, je crois que la volonté politique de réussir est toujours présente”. Il est resté persuadé que les pays seront capables de parvenir à un accord se traduisant par des mesures efficaces visant à limiter les émissions et à protéger les pays les plus vulnérables contre les effets du réchauffement planétaire.

Les attentes étaient grandes car la Conférence avait pour but de fixer les détails opérationnels des engagements relatifs à la réduction des émissions de gaz à effet de serre conformément au Protocole de Kyoto de 1997 et de la mise en œuvre du Plan d'action de Buenos Aires adopté

en 1998. En vertu du Protocole de Kyoto, les pays industrialisés s'engageaient à limiter leurs émissions de gaz à effet de serre pendant la période 2008-2012. Ils ont également convenu de trois “mécanismes flexibles” qui établiraient un “marché” des réductions de gaz à effet de serre comportant des règles spécifiques, qui seraient fixées ultérieurement, probablement à la CdP-6.

Sur ces trois mécanismes, l'un, connu sous le nom de Mécanisme pour un développement propre (MDP), est ouvert aux pays en développement. En vertu de ce mécanisme, un pays industrialisé peut subventionner des activités visant à réduire les gaz à effet de serre dans un pays en développement, par exemple en finançant un projet remplissant les conditions (c'est-à-dire un projet qui n'aurait pas lieu autrement), puis en obtenant en contrepartie des crédits d'émission de carbone.

Un différend a vu le jour à propos des projets d'exploitation de l'énergie nucléaire dans le cadre du mécanisme pour un développement propre. À la CdP-6, le rôle que peut jouer le nucléaire dans le contexte des changements climatiques a été brièvement décrit dans une déclaration prononcée par David Waller, Directeur général adjoint de l'AIEA, et de façon plus complète lors d'une



manifestation parallèle consacrée à la question, où des études de cas ont été présentées (voir encadrés pages suivantes).

Les participants à la Conférence ont commencé à définir un ensemble de mesures de soutien financier et de transfert de technologies visant à aider les pays en développement à contribuer à la lutte mondiale contre les changements climatiques. Toutefois, les questions politiques clés – la mise au point d'un système international de négociation des émissions; le Mécanisme pour un développement propre; les règles à appliquer pour mesurer les réductions d'émissions imputables à des puits de carbone tels que les forêts; et la mise au point d'un régime de mise en conformité – n'ont pu être résolues. Les arbres – et non l'atome – se sont révélés être le principal point de désaccord autour duquel se sont articulées les différences d'opinion entre pays européens et États-Unis quant au rôle que les forêts

*Photo: On estime à 7 000 le nombre de personnes représentant 182 gouvernements, 323 organisations inter- et non gouvernementales et 443 médias ayant participé aux Pays-Bas à la sixième Conférence des Parties (CdP-6). Pendant la Conférence et lors de manifestations thématiques parallèles, les participants ont présenté leurs différents points de vue. (Crédit : Leila Mead/IISD)*

## MAINTENIR OUVERTE L'OPTION NUCLÉAIRE

Cinq pays intéressés par le rôle que l'énergie nucléaire pourrait jouer, dans le cadre du Mécanisme pour un développement propre, dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre ont présenté des études de cas à la CdP-6. Ces présentations ont eu lieu lors d'une manifestation parallèle animée par M. Hans-Holger Rogner (*photo*), qui dirige la Section de la planification et des études économiques au Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA. Des études de cas ont été présentées par M. R.B. Grover (Inde); M. Chaeyun Lim (République de Corée); M. Liu Deshun (Chine); M. Le Doan Phac (Viet Nam); et M. Muhammad Latif (Pakistan).

L'Inde a présenté ses plans de développement de la production d'électricité jusqu'en 2012, y compris par une augmentation de sa capacité nucléaire. M. Grover a déclaré que certains projets électronucléaires dépendaient de l'obtention d'un soutien financier au titre du Mécanisme pour un développement propre; ce soutien pourrait se justifier par l'implantation des centrales à proximité des principales mines de charbon du pays.

La présentation de la République de Corée a évoqué le coût de la réduction des émissions de carbone, notant que des réductions obtenues au moyen de l'énergie nucléaire coûteraient environ dix fois moins que des réductions obtenues à l'aide de centrales à gaz. L'énergie nucléaire contribuerait également à la sécurité énergétique du pays.

La présentation de la Chine a passé en revue les plans élaborés par le pays pour développer sa capacité nucléaire au cours des 20 prochaines années pour faire face à la demande croissante d'électricité, de nouvelles centrales étant prévues dans les régions côtières économiquement plus développées. Ce développement du nucléaire permettrait d'éviter, grâce à la réduction des émissions de dioxyde de carbone, la production d'environ 63 millions de tonnes de carbone. Près de 75 % de la production d'électricité du pays repose actuellement sur le charbon, ce qui pose d'importants problèmes d'environnement et de transport. Un soutien financier serait nécessaire pour exploiter plus pleinement l'option nucléaire.

La présentation du Viet Nam a, quant à elle, exposé plusieurs possibilités d'application du Mécanisme pour un développement propre, y compris la construction d'une centrale nucléaire qui permettrait, pour un faible coût,



de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Le Pakistan, pour sa part, a exposé ses plans visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre en recourant à des technologies plus propres, dont l'énergie nucléaire. M. Latif a noté que l'option nucléaire offrait des avantages tant économiques qu'écologiques, étant donné qu'en l'absence de mécanisme pour un développement propre, il faudrait construire des

centrales à charbon.

Parmi les différentes options analysées dans les études de cas, c'est l'énergie nucléaire qui permettrait de réduire les émissions de carbone au plus faible coût. Cependant, pour qu'un projet électronucléaire soit économiquement attrayant, il faudrait que le Mécanisme pour un développement propre soit en place pour permettre à chacun des cinq pays de vendre des réductions d'émission de carbone à des acheteurs industriels. Si le nucléaire devait être exclu du Mécanisme pour un développement propre, un pays pourrait opter pour une solution propre plus onéreuse si des pays industrialisés étaient disposés à payer au prix fort ses réductions d'émissions. Si ce prix était trop élevé, cependant, le choix économique serait celui de la production d'électricité à l'aide de charbon, production qui s'est révélée, dans les cinq pays, la plus polluante et la moins onéreuse (en l'absence de mécanisme pour un développement propre).

Le texte intégral des cinq études de cas est présenté dans une nouvelle brochure de l'AIEA intitulée *Nuclear Power for Greenhouse Mitigation*. Il peut être consulté sous forme électronique sur le site Internet *WorldAtom* à l'adresse [www.iaea.org](http://www.iaea.org). Dans une autre brochure intitulée *Climate Change and Nuclear Power*, l'AIEA examine le rôle que peut jouer l'énergie nucléaire dans le contexte du Protocole de Kyoto et des problèmes liés au réchauffement planétaire. Cette brochure peut également être consultée sur *WorldAtom*.

pourraient jouer en tant que "puits" de carbone et quant aux crédits d'émissions que les pays concernés pourraient revendiquer.

À la CdP-6, les efforts visant à exclure des mécanismes flexibles l'énergie nucléaire – ainsi que les grands projets hydroélectriques et de production d'électricité reposant sur une combustion propre du charbon – ont échoué. La question de savoir si l'énergie nucléaire pourrait valoir des crédits au titre du Mécanisme pour un développement propre se posera donc de nouveau lors des prochaines négociations relatives aux changements

climatiques, qui devraient reprendre à l'été 2001.

Le débat sur le fait de savoir quelles technologies pourraient valoir des crédits d'émission de carbone et quelles autres ne le pourraient pas évolue en permanence. Comme l'a souligné le Nuclear Energy Institute des États-Unis, l'énergie nucléaire ne figurait même pas à l'ordre du jour en 1997, lorsque les délégués se sont réunis à Kyoto (Japon) pour signer l'accord sur la réduction des gaz à effet de serre. "Le fait que l'énergie nucléaire fasse partie des compromis politiques est un signe de sa valeur incomparable pour ce qui est de

réduire les émissions, aussi bien aujourd'hui que dans un monde où les émissions de carbone seraient limitées", déclare Maureen Koetz, qui collabore étroitement avec le Forum nucléaire international, groupe officieux réunissant les principales associations de l'industrie nucléaire mondiale.

Bien que les États Membres de l'AIEA aient différentes opinions concernant le rôle de l'énergie nucléaire, ils ont soutenu, ces deux dernières années, des résolutions concernant l'assistance proposée par l'Agence aux pays en développement intéressés par cette option. En

## DÉCLARATION DE L'AIEA À LA SIXIÈME CONFÉRENCE DES PARTIES

*Le 20 novembre 2000, David Waller, Directeur général adjoint de l'AIEA, a pris la parole lors de la Conférence sur les changements climatiques. Le texte intégral de son intervention est le suivant :*

Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs les délégués, Mesdames et Messieurs,

Je voudrais vous transmettre, au nom de l'Agence internationale de l'énergie atomique, un message simple. Nous vous demandons, dans vos délibérations sur les changements climatiques, d'envisager l'énergie nucléaire précisément dans ce contexte – c'est-à-dire du point de vue de son impact sur les futurs changements climatiques.

L'AIEA compte 130 États Membres, qui sont pratiquement tous parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Notre mandat recèle trois objectifs fondamentaux : contribuer à assurer la sûreté nucléaire dans le monde; contribuer à prévenir la prolifération des armes nucléaires; et renforcer la contribution des techniques nucléaires à la satisfaction durable des besoins des États Membres – s'agissant non seulement de l'énergie nucléaire, mais aussi de domaines allant de l'agriculture à la médecine en passant par l'hydrologie, l'industrie et la protection de l'environnement. En outre, en 1999, nos membres – pour une grande part vous, les Parties à la Convention – nous ont spécifiquement priés d'aider nos États Membres en développement à étudier et à préparer, dans l'optique du Mécanisme pour un développement propre, d'éventuels projets électronucléaires.

Or, vous êtes saisis de propositions visant à exclure l'énergie nucléaire du Mécanisme pour un développement propre, de la mise en œuvre conjointe et/ou de l'échange de droits d'émission. De telles propositions, cependant, ne peuvent reposer sur des préoccupations liées au climat : le nucléaire est, en effet, indéniablement inoffensif.

Les craintes sous-jacentes que suscite le nucléaire ont trait au fait qu'il pourrait être dangereux, anti-économique ou lié à la production d'armes. Or, il nous semble que des négociations sur les changements climatiques ne sont pas le lieu approprié pour traiter de ces questions. S'agissant de la sûreté, la Convention sur la sûreté nucléaire offre un mécanisme international d'examen efficace. Qui plus est, il est communément admis, parmi les techniciens, que la plupart des réacteurs sont sûrs – les autres sont soit améliorés, soit mis hors service – et qu'il existe des moyens sûrs de gérer les déchets. En ce qui concerne les coûts, ce sont les investisseurs qui sont les mieux placés pour prévoir ce qui sera économiquement attractif en 2010. Quant à la prolifération, il existe le solide Traité sur la non-prolifération, quasi universel et prorogé pour une durée indéfinie, ainsi que l'adhésion



croissante au Protocole additionnel, qui renforce encore les accords de garanties conclus en vertu de ce traité. Enfin, on notera que l'énergie nucléaire est une technologie évolutive et que l'on met au point actuellement une nouvelle génération de réacteurs qui sont intrinsèquement sûrs, résistants à la prolifération et économiquement plus compétitifs.

La question qui se pose à vous est la suivante : comment réduire les futures émissions de gaz à effet de serre ? Vu le rythme soutenu de la croissance démographique et économique et l'augmentation des besoins des pays en développement, il est certain que la demande d'énergie va croître considérablement. L'énergie nucléaire est, aujourd'hui, une source importante d'approvisionnement énergétique de la planète et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Plus précisément, elle produit actuellement 16 % de l'électricité mondiale et, ce faisant, supprime 8 % d'émissions de gaz à effet de serre qui se produiraient autrement. Cela équivaut à environ 600 millions de tonnes de carbone produites en moins annuellement, soit environ ce que permet d'éviter l'hydroélectricité. L'une des raisons évidentes pour lesquelles le président Chirac a pu affirmer, ce matin, que les émissions de gaz à effet de serre par habitant sont, en France, "nettement inférieures à celles d'autres grands pays industrialisés" réside dans le programme électronucléaire avancé mis en place dans son pays. Qui plus est, l'énergie nucléaire recèle un important potentiel de développement – sans ajouter d'émissions de gaz à effet de serre.

Exclure, à ce point, quelque technologie que ce soit présentant, sur le plan climatique, des avantages aussi évidents ne peut que limiter les options, la flexibilité et le rendement. La meilleure façon d'instaurer un développement durable – c'est-à-dire de satisfaire aux besoins actuels sans compromettre l'aptitude des générations futures à satisfaire aux leurs – consiste à permettre à ces générations de prendre, les différentes options étant placées sur un pied d'égalité, leurs propres décisions en matière d'approvisionnement énergétique.

Je vous remercie de votre attention.

septembre 1999, la Conférence générale a prié l'Agence d'aider les pays en développement à étudier et à préparer, dans l'optique du Mécanisme pour un développement propre, d'éventuels projets électronucléaires. En septembre 2000, elle a adopté une résolution priant l'Agence d'aider les États Membres intéressés à accéder à toute information pertinente concernant le rôle que peut jouer l'énergie nucléaire dans l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et dans l'instauration d'un développement durable, à entreprendre des études de cas et à préparer d'éventuels projets.

L'Agence internationale de l'énergie de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), basée à Paris, continue de faire valoir le rôle positif du nucléaire. Dans son discours à la CdP-6, son Directeur exécutif, Robert Priddle, a souligné qu'on pouvait, en matière de production d'électricité, obtenir d'importants résultats en utilisant des sources renouvelables, en prolongeant la durée de vie des centrales nucléaires et en continuant, pour ce qui est du combustible, de délaissier le charbon au profit du gaz. Il a déclaré que, selon une étude récente, les trois régions de l'OCDE seraient très en deçà de leurs engagements contractés à Kyoto si l'on mesurait le respect de ces engagements uniquement sur le plan des émissions de dioxyde de carbone provenant du secteur énergétique. Il a également souligné qu'il faudrait associer de manière équitable les pays en développement à la lutte contre les changements climatiques.

## RÉFÉRENCES & INFORMATIONS EN LIGNE

On pourra consulter, s'agissant des changements climatiques, du développement durable et des tendances mondiales en matière d'énergie, les sites Internet suivants :

- **Commission du développement durable des Nations Unies**, <http://www.un.org/esa/sustdev>
- **Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques**, <http://www.unfccc.int>
- **Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat**, établi conjointement par l'Organisation météorologique mondiale et par le Programme des Nations Unies pour l'environnement, <http://www.ipcc.ch>
- **International Institute for Sustainable Development**, <http://www.iisd.ca/climate/cop6>
- **Conseil mondial de l'énergie**, <http://www.worldenergy.org>
- **Agence internationale de l'énergie de l'OCDE**, <http://www.iea.org>

Le Secrétaire général de l'OCDE, Donald Johnson, a récemment soutenu cette opinion. "Si nous voulons transmettre aux générations futures une planète qui satisfasse à leurs besoins comme nous avons satisfait aux nôtres", a-t-il déclaré, "cela ne pourra se faire qu'en incorporant l'option nucléaire".

**L'avenir.** L'année 2001 devrait voir les questions énergétiques prendre de l'importance dans le débat sur le réchauffement planétaire. Outre la reprise prévue des négociations de la CdP-6 avant l'été, plusieurs manifestations importantes sont prévues.

■ Du 16 au 27 avril 2001, la Commission du développement durable des Nations Unies tiendra sa neuvième session à New York. Parmi les principaux points inscrits à l'ordre du jour figureront – pour la première fois – l'énergie et les transports, deux parmi la trentaine de questions recensées dans le programme Action 21 adopté au Sommet "planète Terre" tenu à Rio de Janeiro (Brésil) en 1992. Dans ses différents chapitres, le programme Action 21 précise que toutes les sources d'énergie doivent être utilisées de façon à protéger à la fois l'atmosphère, la santé humaine et l'environnement.

■ Fin avril 2001, les derniers préparatifs du Sommet "planète Terre" 2002 vont s'intensifier. La

première réunion du Comité préparatoire Rio+10 devrait avoir lieu au Siège de l'Organisation des Nations Unies à New York. Elle devrait être précédée par un débat multipartite réunissant les représentants des principaux groupes associés au processus. Rio+10 sera une réunion au sommet à laquelle participeront des gouvernements, des citoyens et groupes intéressés, des organismes des Nations Unies et d'autres acteurs importants en vue d'évaluer les changements intervenus dans le monde depuis le Sommet "planète Terre" de 1992. L'Afrique du Sud a été choisie pour accueillir cette manifestation.

■ En octobre-novembre 2001, la septième Conférence des Parties à la CCNUCC (CdP-7) devrait avoir lieu à Marrakech (Maroc).

À mesure que les mois passent, les pressions sur les gouvernements vont probablement s'accroître pour les inciter à s'entendre sur des questions difficiles ayant trait à la fois aux changements climatiques et au développement durable. De nombreuses parties au Protocole de Kyoto avaient espéré voir l'accord entrer en vigueur en 2002, à temps pour le 10<sup>e</sup> anniversaire du Sommet "planète Terre". À tous égards, un travail considérable reste à accomplir. □

# SÉCURITÉ DE L'APPROVISIONNEMENT EN ÉNERGIE

## LE LIVRE BLANC DE LA COMMISSION EUROPÉENNE STIMULE LE DÉBAT

La dépendance croissante de l'Union européenne vis-à-vis des approvisionnements externes en énergie est le thème central d'un "Livre blanc" publié fin novembre 2000 par la Commission des Communautés européennes à Bruxelles. Intitulé "Vers une stratégie européenne de sécurité de l'approvisionnement en énergie", ce Livre blanc a pour vocation de stimuler le débat sur les politiques et stratégies énergétiques de l'Union européenne. Les États Membres européens sont "interdépendants", déclare le Livre blanc, "tant en raison de questions liées aux changements climatiques que de la création du marché interne de l'énergie. Toute décision de politique énergétique prise par un État Membre a inévitablement des répercussions sur le fonctionnement du marché d'autres États Membres. La politique énergétique revêt désormais une dimension nouvelle, communautaire".

Trois points principaux se dégagent du Livre blanc :

■ L'Union européenne deviendra de plus en plus dépendante de sources d'énergie externes; son élargissement ne modifiera pas cette situation. D'après les prévisions actuelles, la dépendance énergétique atteindra 70 % en 2030.

■ L'Union européenne a très peu de moyens d'influencer les conditions de l'approvisionnement en énergie; c'est essentiellement du côté de la demande que l'Union européenne peut intervenir, principalement en promouvant des économies d'énergie dans les secteurs du bâtiment et des transports.

■ Actuellement, l'Union européenne n'est ni en mesure de relever les défis liés aux changements climatiques, ni de respecter ses engagements, notamment ceux découlant du Protocole de Kyoto.

Le présent article reprend le résumé analytique du Livre blanc.

L'Union européenne consomme de plus en plus d'énergie et importe de plus en plus de produits énergétiques. La production communautaire ne suffit pas à répondre aux besoins énergétiques de l'Union. De ce fait, la dépendance externe en matière d'énergie augmente constamment.

L'augmentation vertigineuse des prix du pétrole, qui risque de compromettre le redressement de l'économie européenne et s'explique par le fait que le prix du pétrole brut a triplé depuis mars 1999, révèle une fois de plus les faiblesses structurelles de l'Union européenne en matière d'approvisionnement énergétique, à savoir la dépendance croissante de l'Europe en matière d'énergie, le rôle du pétrole en tant que facteur déterminant le prix de l'énergie et les résultats décevants des politiques visant à réglementer la consommation. Sans une politique énergétique active, l'Union européenne ne sera pas en mesure de se défaire de sa dépendance croissante en matière d'énergie.

Si aucune mesure n'est prise, dans les 20 à 30 prochaines années, 70 % des besoins énergétiques de l'Union, contre 50 % actuellement, seront couverts par des produits importés. Cette dépendance peut s'observer dans tous les secteurs de l'économie. Les transports, le secteur domestique et l'industrie électrique, par exemple, dépendent largement du pétrole et

du gaz et sont à la merci de variations erratiques des prix internationaux. L'élargissement va exacerber ces tendances. Sur le plan économique, cette dépendance a de lourdes conséquences. En 1999, elle a coûté à l'Union quelque 240 milliards d'euros, soit 6 % du montant total de ses importations. Sur le plan géopolitique, 45 % des importations de pétrole proviennent du Moyen-Orient et 40 % du gaz naturel de Russie. L'Union européenne ne dispose pas encore de tous les moyens nécessaires pour modifier le marché international.

La stratégie à long terme de l'Union européenne en matière de sécurité de l'approvisionnement en énergie doit viser à assurer, pour le bien-être de ses citoyens et le bon fonctionnement de l'économie, l'offre physique ininterrompue, sur le marché, de produits énergétiques à un prix qui soit abordable pour tous les consommateurs (privés et industriels), tout en respectant l'environnement et en favorisant un développement durable, comme le prévoient les articles 2 et 6 du Traité sur l'Union européenne.

La sécurité de l'approvisionnement ne vise pas à maximiser l'autosuffisance énergétique ou à réduire au maximum la dépendance, mais à réduire les risques liés à cette dépendance. Les objectifs visés sont notamment d'équilibrer et de diversifier (par produit et par

---

"Le Livre blanc : vers une stratégie européenne de sécurité de l'approvisionnement en énergie" a été publié le 29 novembre 2000 par la Commission des Communautés européennes à Bruxelles. Pour de plus amples renseignements, consulter le site Internet de la Commission à l'adresse [www.europa.eu.int/comm](http://www.europa.eu.int/comm).

région géographique) les différentes sources d'approvisionnement.

**Nouveaux défis.** L'Union européenne doit aujourd'hui relever de nouveaux défis caractéristiques d'une période de profonde mutation de l'économie européenne.

Dans la décennie à venir, les *investissements énergétiques*, à la fois pour remplacer les ressources existantes et pour satisfaire les besoins croissants en énergie, obligeront les économies européennes à choisir entre des produits énergétiques qui, étant donné l'inertie des systèmes énergétiques, conditionneront les 30 prochaines années.

Les *choix énergétiques* opérés par l'Union européenne sont conditionnés par le contexte mondial, par l'élargissement à peut-être 30 États Membres disposant de structures énergétiques différentes, mais avant tout par le nouveau cadre de référence du marché de l'énergie, à savoir la libéralisation du secteur et les préoccupations écologiques.

Les *préoccupations écologiques*, qui sont aujourd'hui partagées par la majorité du public et portent notamment sur les dommages causés par les systèmes d'approvisionnement en énergie, que ces dommages soient d'origine accidentelle (marées noires, accidents nucléaires, fuites de méthane) ou liés à des émissions de polluants, ont souligné les faiblesses des combustibles fossiles et les problèmes posés par l'énergie atomique. Quant à la lutte contre les changements climatiques, il s'agit là d'une tâche considérable, d'une bataille de longue haleine pour la communauté internationale. Les engagements pris dans le Protocole de Kyoto ne sont qu'une première étape.

L'Union européenne a atteint son objectif en 2000, mais les émissions de gaz à effet de serre sont en augmentation dans l'Union comme dans le reste du monde. Il est bien plus difficile d'inverser cette tendance qu'il ne le paraissait il y a trois ans. Le retour à une croissance économique soutenue des deux côtés de l'Atlantique et en Asie ainsi que le développement – conséquence de notre mode de vie – de notre structure de consommation d'énergie, principalement d'électricité et de moyens de transport, contribuent à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre et, en particulier, de dioxyde de carbone. Cette situation représente un important obstacle pour toute politique visant à protéger l'environnement.

De surcroît, la mise en place du *marché intérieur de l'énergie* a conféré à la demande une position et un rôle nouveaux. De nouvelles tensions apparaissent et nos sociétés vont devoir, pour les réduire, trouver des compromis valables. La chute des prix de l'électricité, par exemple, contrarie des politiques qui visent à freiner la demande croissante et à combattre les changements climatiques, tandis que la concurrence introduite par le marché intérieur modifie les conditions de compétitivité des différentes sources d'approvisionnement (charbon, nucléaire, gaz naturel, pétrole, sources d'énergie renouvelables).

Aujourd'hui, les *États Membres sont interdépendants* tant pour ce qui est de la lutte contre les changements climatiques que pour ce qui est de la mise en place du marché intérieur de l'énergie. Toute décision de politique énergétique prise par un État Membre aura inévitablement une

incidence sur le fonctionnement du marché des autres États Membres. La politique énergétique revêt désormais une nouvelle dimension – communautaire – sans que ce fait se traduise, cependant, par de nouveaux pouvoirs communautaires. Dans ce contexte, on pourrait envisager de concevoir une politique énergétique européenne d'un point de vue autre que celui du marché intérieur, de l'harmonisation, de l'environnement ou de la fiscalité.

L'Union européenne doit prendre davantage en mains sa destinée énergétique. Or, malgré les diverses crises qui ont secoué l'économie européenne ces 30 dernières années, il n'y a pas eu, reconnaissons-le, de débat réel concernant le choix de sources d'énergie, et encore moins de politique énergétique concernant la sécurité de l'approvisionnement. Aujourd'hui, la double pression des préoccupations écologiques et du nouveau fonctionnement du marché énergétique européen rend ce débat inévitable; la crise des prix du pétrole qui prévaut depuis 1999 le rend, quant à elle, urgent.

Ce débat devrait tenir compte du fait que la demande actuelle d'énergie est couverte à 41 % par le pétrole, à 22 % par le gaz, à 16 % par le charbon (anthracite, lignite et tourbe), à 15 % par le nucléaire et à 6 % par les sources d'énergie renouvelables. Si rien n'est fait, le tableau général de l'énergie, en 2030, continuera d'être dominé par les combustibles fossiles avec 38 % pour le pétrole, 29 % pour le gaz, 19 % pour les combustibles solides, 8 % pour les sources d'énergie renouvelables et à peine 6 % pour le nucléaire.

## DIVERSIFICATION DES SOURCES D'ÉNERGIE : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

Le Livre blanc note que, dans l'Union européenne, la demande d'électricité a augmenté bien plus rapidement que celle de tout autre type d'énergie et qu'elle continuera de suivre la croissance du produit intérieur brut jusqu'en 2020. Dans les pays candidats à l'adhésion à l'Union européenne, cette demande devrait augmenter encore plus rapidement, la demande d'électricité croissant de 3 % par an d'ici à 2020.

La capacité installée de production d'électricité de l'Union européenne devrait atteindre 800 à 900 gigawatts électriques (GWe) vers 2020, contre 600 GWe actuellement. Il sera installé, au cours des 20 prochaines années, environ 300 GWe de capacité simplement pour remplacer les centrales électriques en fin de vie, en plus des 200 à 300 GWe qui seront nécessaires pour répondre à la demande croissante.

En l'absence de tout progrès technologique majeur, il va falloir satisfaire la demande excédentaire à l'aide des sources d'énergie déjà disponibles : gaz naturel, charbon, pétrole, nucléaire et sources renouvelables. Actuellement, l'électricité est produite à

partir des sources suivantes : nucléaire (35 %), combustibles solides (27 %), gaz naturel (16 %), hydroélectricité et autres sources renouvelables (15 %), et pétrole (8 %). Les capacités nouvelles seront principalement produites à l'aide de gaz, tandis que le nombre de centrales alimentées au pétrole et aux combustibles solides continuera de diminuer.

Pour le moment, il semble improbable que l'énergie nucléaire connaisse un nouvel essor. À long terme, sa contribution dépendra de la mise en œuvre de politiques visant à combattre les changements climatiques, de sa compétitivité par rapport aux autres sources d'énergie, de son acceptation par le public, et de l'éventuelle résolution du problème des déchets nucléaires. Dans le contexte politique actuel, il semble que la contribution du nucléaire évoluera peu d'ici à 2020.

Dans les pays candidats à l'adhésion à l'Union européenne, le développement des installations nucléaires dépendra des efforts déployés par les États pour garantir la sûreté de ces installations.

**Stratégie énergétique.** Le Livre blanc esquisse les grandes lignes d'une stratégie énergétique à long terme en vertu de laquelle :

■ L'Union doit rééquilibrer sa politique d'approvisionnement en favorisant sans équivoque une action visant la demande. Étant donné les besoins, les marges de manœuvre, pour ce qui est d'augmenter l'offre communautaire, sont réduites; les possibilités d'action sur la demande semblent, en revanche, plus prometteuses.

■ S'agissant de la demande, le Livre blanc préconise un réel changement de comportement des consommateurs. Il souligne le rôle positif que peuvent jouer des mesures fiscales pour ce qui est d'orienter la demande vers une consommation mieux maîtrisée et plus respectueuse de l'environnement. On préconise d'utiliser la taxation ou les contributions indirectes pour pénaliser les effets nocifs de la consommation d'énergie sur l'environnement. Les transports et les industries du bâtiment vont devoir mener une politique active d'économie d'énergie et de diversification en faveur de sources d'énergie non polluantes.

■ En ce qui concerne l'offre, il faut accorder la priorité à la lutte contre le réchauffement planétaire. La clé du changement réside dans le développement de sources d'énergie nouvelles et renouvelables (dont les biocombustibles). D'ici à 2010, l'objectif est de doubler – de 6 % à 12 % – leur contribution à l'offre d'énergie et de porter de 14 % à 22 % leur part dans la production d'électricité. Si les conditions actuelles persistent, cette contribution stagnera, dans dix ans, autour de 7 %. Seules des mesures financières (aides, déductions d'impôts et soutien financier) pourraient aider à atteindre un but aussi ambitieux. L'une des possibilités que l'on pourrait envisager serait de faire appel à des sources d'énergie rentables telles que le pétrole, le gaz et le nucléaire pour financer le développement de sources d'énergie renouvelables qui, à la différence des sources traditionnelles, n'ont pas bénéficié d'un important soutien.

Il faudrait, également, analyser la contribution à moyen terme de l'énergie atomique. Parmi les questions qui alimenteront certainement le débat figureront la décision prise par la plupart des États

Membres d'abandonner ce secteur, la lutte contre le réchauffement planétaire, la sécurité de l'approvisionnement et le développement durable. Quelles que soient les conclusions de cette réflexion, il faudra poursuivre activement la recherche concernant les techniques de gestion des déchets et leur application dans les meilleures conditions de sûreté possibles.

En ce qui concerne le pétrole et le gaz, dont les importations croissent, il faudrait mettre sur pied un mécanisme plus vigoureux de constitution de stocks stratégiques et d'étude de nouvelles voies d'importation.

Chaque forme de progrès technologique contribuera à renforcer l'impact de cette ébauche de stratégie énergétique.

La Commission propose de lancer, au cours de 2001, un débat autour des questions essentielles qui éclairent les choix à opérer en matière d'énergie. Il ne s'agit pas de proposer une stratégie "clés en main" de sécurité des approvisionnements, mais de susciter un débat nouveau et approfondi sur les questions – principales et secondaires – qui peuvent être recensées. □

# L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE EN MUTATION

## DÉVELOPPEMENT DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE : PERSPECTIVES ET DÉFIS

MOHAMED ELBARADEI

Six grands défis, selon moi, influenceront grandement l'avenir de l'énergie nucléaire. L'AIEA met actuellement en œuvre des activités visant à relever chacun de ces défis.

### ■ Mise au point d'une nouvelle génération d'installations nucléaires.

Le premier défi consistera à résoudre l'important dilemme auquel nous sommes confrontés : d'une part, la conclusion du Conseil mondial de l'énergie selon laquelle il n'est pas viable de se fier totalement aux combustibles fossiles et aux grandes installations hydroélectriques, et selon laquelle il faudrait stabiliser la position actuelle de l'énergie nucléaire en se réservant la possibilité d'un développement futur; d'autre part, le scepticisme croissant du public vis-à-vis du nucléaire en tant que source d'énergie durable, avec pour résultat une diminution prévue de la part du nucléaire comme source d'approvisionnement de la planète en électricité.

À mon avis, la solution à ce dilemme passera très probablement par la mise au point de types nouveaux et innovants de réacteur et de technologie liée au cycle du combustible. Pour réussir, cette nouvelle technologie devra être intrinsèquement sûre, antiprolifération et économiquement compétitive. Elle devra donc reposer sur une technologie capable de produire de l'électricité à des prix compétitifs tout en satisfaisant à la fois la réglementation et les investisseurs; sur un recours accru aux systèmes de sûreté passive; et sur un contrôle passif des matières nucléaires grâce à de nouvelles configurations de

combustible. Pour répondre aux besoins nouveaux des pays en développement, ces techniques doivent également être adaptées ou adaptables à une grande diversité de contextes environnementaux et industriels. Les réacteurs de faible ou moyenne puissance, par exemple, peuvent convenir à la production d'électricité – ou au dessalement d'eau de mer et à la coproduction de chaleur – dans des zones reculées ou dans des pays disposant de réseaux électriques modestes.

Le rôle de l'Agence, dans l'élaboration de ces concepts novateurs et autres, est de faciliter l'échange d'informations, de coordonner la mise au point conjointe de techniques, et de faciliter l'établissement de critères internationaux et de normes de sûreté. En mai 2001, nous organiserons au Caire, en coopération avec l'Agence de l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques et avec l'Institut de l'uranium, un séminaire international sur "la situation et l'avenir des réacteurs de faible ou moyenne puissance". L'Agence prévoit également de constituer une équipe spéciale sur les types innovants de réacteur et de technologie liée au cycle du combustible, qui évaluerait les exigences techniques des futurs usagers, recenserait les types de réacteur et de technologie capables de satisfaire ces exigences, et recommanderait des moyens permettant de démultiplier les ressources et compétences existantes. Bien entendu, nous coopérerons étroitement avec

d'autres activités nationales et multinationales menées dans ce domaine.

■ **Stratégies mondiales clairement définies de stockage définitif des déchets.** Un deuxième défi consistera à élaborer des stratégies mondiales clairement définies de stockage définitif du combustible usé et des déchets radioactifs de haute activité. Tandis que les experts estiment que le stockage définitif dans les formations géologiques est sûr, techniquement réalisable et écologiquement rationnel, le volume de déchets de haute activité ne cesse d'augmenter et le public demeure sceptique. On ne pourra résoudre cette dichotomie qu'en élaborant des stratégies clairement définies et démontrables d'implantation, de construction et d'exploitation des dépôts géologiques.

L'ouverture aux États-Unis, en mars 1999, d'une usine pilote de confinement des déchets a représenté une étape importante pour ce qui est de la démonstration d'un stockage de déchets à longue période dans des formations géologiques – dans ce cas une formation salifère naturelle profonde de 700 m.

D'autres signes de progrès sont également perceptibles. Plusieurs pays se sont lancés dans l'étude de dépôts de stockage géologiques, concevant des installations de recherche souterraines ou publiant

---

*Le Dr ElBaradei est Directeur général de l'AIEA. L'article ci-après s'inspire du discours d'orientation prononcé par M. ElBaradei lors de la Conférence nucléaire du bassin du Pacifique, qui s'est tenue en novembre 2000 à Séoul (République de Corée).*

des projets d'étude d'impact environnemental. Des programmes de recherche-développement s'emploient activement à mettre au point de nouvelles techniques permettant de réduire la production d'actinides et plaçant l'accent sur la transmutation des déchets à longue période. D'autres programmes étudient la possibilité de retirer des déchets de dépôts géologiques après stockage – dans le cas où, par exemple, une meilleure solution serait trouvée ultérieurement, ou si la sûreté du dépôt suscitait des inquiétudes.

Le rôle de l'Agence dans ce domaine consistera à faciliter la coopération internationale en matière de recherche-développement et dans le cadre de projets de démonstration. À cet égard, j'ai le plaisir de signaler que le Gouvernement canadien m'a récemment informé de sa décision de mettre à disposition l'installation de recherche souterraine du Lac du Bonnet, au Manitoba, en vue de la mise en œuvre, sous les auspices de l'AIEA, d'activités internationales de recherche et de formation menées en coopération. L'Agence utilise également diverses conférences pour sensibiliser en permanence la communauté internationale à cette question, pour favoriser l'élaboration de plans d'action concrets, et pour combler le fossé qui existe en matière de perception entre les techniciens et le public. Le principal défi restera, cependant, d'accélérer et de soutenir la recherche de solutions éprouvées de gestion des déchets.

■ **Le débat relatif à une énergie durable.** Le troisième défi qui conditionnera l'avenir du nucléaire sera de comparer l'énergie nucléaire aux autres options énergétiques, notamment sur les plans de la compétitivité économique, de la protection de l'environnement, et

des besoins énergétiques nouveaux des pays en développement. La tâche de l'Agence, dans ce domaine, consistera à organiser des colloques consacrés à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, à aider les gouvernements à évaluer leurs futurs besoins énergétiques, et à élaborer des stratégies appropriées répondant à ces besoins.

Il importe de citer, à cet égard, la contribution de l'Agence à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Une controverse fait rage, actuellement, quant au fait de savoir si l'énergie nucléaire peut prétendre au rôle de technique de réduction des gaz à effet de serre au titre du "Mécanisme pour un développement propre" prévu dans le Protocole de Kyoto (1997). À la demande d'États Membres, le Secrétariat a organisé une série de séminaires d'information consacrés à cette question, et a aidé plusieurs pays en développement à réaliser des études de cas sur l'énergie nucléaire en tant que mécanisme pour un développement propre.

L'Agence contribue également à la 9<sup>e</sup> session de la Commission du développement durable des Nations Unies, qui, en avril 2001, abordera pour la première fois l'énergie et les transports en tant que questions liées au développement durable. Dans chacun de ces domaines, notre but est de fournir des informations objectives et de veiller à ce que l'énergie nucléaire bénéficie d'un traitement équitable et exhaustif.

■ **Le régime international de sûreté.** Le quatrième défi consistera à rester vigilants pour ce qui est de maintenir la sûreté d'exploitation des installations nucléaires. Si la sûreté est une responsabilité qui incombe à chaque pays, il s'est révélé indispensable d'instaurer dans ce domaine une coopération internationale. Les résultats positifs

continus obtenus grâce à la collaboration internationale dans le domaine de l'amélioration de la sûreté des installations nucléaires d'Europe orientale en sont un exemple typique.

Le régime international de sûreté comprend trois principaux éléments : des conventions internationales, un corps de normes de sûreté internationalement convenues, et des mécanismes d'application de ces normes. Les conventions, dans le domaine de la sûreté, visent à établir des normes de sûreté contraignantes couvrant les activités de l'ensemble du cycle du combustible. À ce jour, l'Agence a élaboré des conventions qui couvrent la sûreté des réacteurs de puissance, la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé, la notification rapide, l'assistance et la sécurité physique. L'Agence continue de recenser les domaines – tel celui de la sûreté des réacteurs de recherche et des installations du cycle du combustible – dans lesquels il faudrait adopter des normes contraignantes.

L'Agence a fait d'importants progrès, ces dernières années, pour ce qui est d'actualiser son ensemble de normes de sûreté – il sera produit, au total, près de 80 normes nouvelles ou révisées. Pour être efficaces, ces normes doivent être complètes, internationalement convenues et soumises à l'examen régulier de confrères. À mon avis, comme dans le domaine de l'aviation sous les auspices de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), ces normes, une fois convenues, doivent être uniformément appliquées par tous les États. Les services de sûreté offerts par l'Agence – évaluation de la sûreté des réacteurs en exploitation, examen de la conception ou examen de la réglementation – contribuent également de façon importante à

promouvoir, sous la forme d'examens réalisés par des confrères et d'échanges d'informations, une culture globale de sûreté nucléaire.

■ **Préservation des compétences liées au nucléaire.** Le cinquième défi, en ce qui concerne l'avenir, sera de préserver les compétences acquises dans le domaine nucléaire. Des personnels qualifiés et hautement spécialisés seront indispensables non seulement pour exploiter les centrales nucléaires qui produisent actuellement environ 16 % de l'électricité mondiale, mais également pour gérer les déchets, prolonger la durée de vie des centrales et déclasser celles-ci. Sur le seul plan de la sûreté, il importe de maintenir, dans un avenir immédiat, un important vivier de chercheurs, ingénieurs et techniciens nucléaires qualifiés, et ce indépendamment des stratégies à long terme de production d'électricité.

Il apparaît de plus en plus évident qu'une partie importante de la base de connaissances de l'industrie nucléaire sera bientôt menacée par les départs en retraite. Du côté de l'offre, la plupart des pays dotés de programmes nucléaires avancés signalent une diminution du nombre de nouveaux diplômés dans les spécialités liées au nucléaire. Aux États-Unis, par exemple, les statistiques font apparaître, par rapport à 1979, une diminution de plus de 60 % du recrutement dans les programmes de génie nucléaire. Du fait de certains malentendus et de l'absence relative de croissance de cette industrie, il est difficile d'inciter les jeunes à rejoindre le nucléaire. Ce scénario de succession mérite, par conséquent, une attention particulière.

L'Agence continuera d'appeler l'attention des États Membres sur cette question, et nous étudions divers moyens de contribuer à résoudre ce problème. Nous

## LE NUCLÉAIRE AU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE

L'AIEA contribue de façon importante à aider les pays à accéder à la prochaine génération de techniques nucléaires de production d'électricité. Dans le numéro de novembre 2000 de *Nuclear News*, le Directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei, passe en revue les efforts déployés au niveau international – y compris par l'Agence – pour mettre au point des techniques nucléaires novatrices. Cet essai est l'un de seize points de vue concernant l'avenir de l'énergie nucléaire exprimés par d'éminents auteurs du monde entier. Pour tout renseignement, consulter le site Internet de l'American Nuclear Society ([www.ans.org](http://www.ans.org)).

entendons promouvoir des stratégies de coopération qui aideront les organismes intéressés – installations nucléaires, programmes universitaires, centres de formation professionnelle et bailleurs de fonds – à élaborer des méthodes concrètes permettant d'attirer les jeunes vers des carrières liées au nucléaire. À cet égard, j'ai le plaisir d'annoncer que la République de Corée accueillera, en 2002, le deuxième Congrès nucléaire des jeunes, analogue à celui tenu en Slovaquie en avril dernier, et où les jeunes pourront échanger des vues et saisir l'importance des techniques nucléaires.

### ■ Ouverture vers la société civile.

Un dernier défi a trait à la compréhension des techniques nucléaires par le public et à notre aptitude à associer la société civile à une évaluation équitable des mérites relatifs de ces techniques. Il est impératif de mieux faire comprendre l'énergie nucléaire par le public en promouvant une prise de conscience plus posée des risques et avantages comparatifs des différentes sources d'énergie, de la nature et des effets des rayonnements, et des questions connexes. Cette communication améliorée peut s'effectuer en partie par des moyens traditionnels – réunions publiques, discours, articles de journaux; nous devons aussi, cependant, envisager d'utiliser efficacement les nouveaux outils dont nous disposons, tel l'Internet.

Pour accepter, le public doit d'abord comprendre. À l'AIEA, nous nous efforçons sans cesse

d'avantage d'aller à la rencontre de nos nombreux publics, conformément à une nouvelle politique de l'Agence qui vise à associer des partenaires tant traditionnels que non traditionnels. L'intérêt de cette nouvelle approche est illustré de façon encourageante par le nombre important de représentants d'organisations non gouvernementales ayant participé aux réunions scientifiques organisées pendant nos deux dernières conférences générales. Nous avons également parrainé des réunions très utiles au cours desquelles des cadres supérieurs de centres de recherche nucléaires et des représentants de l'industrie nucléaire ont pu échanger avec l'Agence des vues sur des questions d'intérêt commun. L'an dernier, l'Agence a également organisé quatre séminaires régionaux d'information sur le nucléaire, qui ont attiré un vaste public composé d'experts, de représentants des médias et de membres de la société civile.

Nous vivons une époque de changement – une époque où la communauté mondiale est confrontée à de nombreux et difficiles problèmes économiques et sociaux. Les techniques nucléaires, qu'elles soient liées à des applications énergétiques ou non, offrent des solutions optimales à nombre de ces problèmes. Selon moi, c'est à nous qu'il revient – en relevant les défis susmentionnés – de maintenir ces solutions à la disposition de la société. □



# ÉCOLOGIE DE LA MER NOIRE

## ÉTUDE DE LA POLLUTION DU MILIEU MARIN EN TURQUIE

SAYHAN TOPCUOGLU

La recherche scientifique fournit des réponses qui peuvent aider à protéger l'environnement de la mer Noire. Grâce à des projets soutenus par l'AIEA et par divers organes de coopération, les pays riverains de la mer Noire utilisent leurs compétences et leurs moyens pour améliorer la connaissance scientifique de la pollution chimique et radioactive locale.

La Turquie figure au nombre des pays qui participent à des études de la mer Noire liées, à divers titres, à des problèmes environnementaux, économiques et sanitaires. Le littoral de la mer Noire s'étend sur plus de 4 000 km, dont 1 400 km de côtes turques. La production halieutique du pays liée à la mer Noire s'élève annuellement à 454-500 milliers de tonnes. Le poisson pêché est constitué à plus de 80 % d'anchois, le reste étant essentiellement constitué de maquereau, de merlan, de bonite, de pomatomidés et d'autres espèces. La production de limaces de mer et de moules s'élève à environ 20 000 tonnes par an.

Dans l'ensemble de la région de la mer Noire, la consommation annuelle de poisson par adulte s'élève à environ 20 kg. La protection de la santé humaine est par conséquent la priorité absolue de l'étude scientifique des polluants présents dans le poisson et dans d'autres organismes marins comestibles. Cette étude scientifique n'est pas simple, car la pollution de l'environnement et les problèmes de santé qui en découlent dépendent de divers mécanismes. À titre d'illustration, certains tests effectués en Turquie sur des organismes marins ont

indiqué de faibles niveaux d'un polluant donné. Ce résultat ne signifie pas, cependant, que cet organisme est écologiquement sain, pas plus qu'il n'est possible de dire qu'on peut le destiner en toute sûreté à la consommation humaine sans l'analyser plus en détail pour déterminer chaque type de polluant.

Notre connaissance scientifique des problèmes liés à la pollution du milieu marin va probablement s'améliorer dans les années à venir. Les progrès de l'intégration de la biocinétique, de l'écotoxicologie et de l'analyse des risques à l'étude de l'environnement permettront, au bout du compte, de déterminer la sensibilité des populations humaines et des organismes marins aux polluants. De telles études intégrées sont menées actuellement par le Laboratoire de radioécologie du Centre de recherche nucléaire et de formation Çekmece (ÇNAEM, Turquie). Ce laboratoire a acquis une expérience considérable au fil des années, y compris grâce à sa collaboration, depuis 1970, avec le Laboratoire de l'environnement marin (LEM) de l'AIEA, situé à Monaco. Les projets de coopération technique et les programmes de recherche de l'Agence ont également profité au laboratoire. Le texte ci-après présente certaines études réalisées en Turquie sur la pollution tant radioactive que chimique de la mer Noire.

**Pollution radioactive.** Suite à l'accident de Tchernobyl, survenu en 1986, les radionucléides retombés en mer Noire ont été mesurés dans des échantillons de poisson chaque semaine et chaque mois pendant trois ans. Les

échantillons de poisson ont été sélectionnés parmi les espèces tant pélagiques que benthiques susceptibles d'être consommées par des humains. Des niveaux élevés d'activité gamma totale (iode 131, ruthénium 106, césium 134 et césium 137), de l'ordre de 37 à 65 Bq/kg, ont été relevés dans les échantillons de poisson en mai 1986. Les niveaux de radioactivité totale dans les échantillons de poisson ont progressivement diminué au cours des trois premiers mois. Par la suite, à l'exception du césium 137, les radionucléides imputables à l'accident de Tchernobyl n'ont plus été détectés.

Les radionucléides imputables à Tchernobyl ont également été étudiés, après l'accident, dans des échantillons de moules, de limaces de mer et de macro-algues. Les activités les plus élevées relevées pour le césium 134 et le césium 137 étaient de 142 Bq/kg et 289 Bq/kg de poids sec dans les tissus mous de moules en mai et juin 1986, respectivement. De faibles niveaux d'argent 110m ont été détectés dans des limaces de mer en 1986 et 1987. L'activité du strontium 90 était inférieure à 0,1 Bq/kg de poids sec dans tous les échantillons. Les résultats ont montré que la partie occidentale de la région turque de la mer Noire était moins contaminée que sa partie orientale.

---

*M. Topcuoglu travaille au Laboratoire de radioécologie du Centre de recherche nucléaire et de formation Çekmece (ÇNAEM, Turquie). Adresse électronique : stopcuoglu@superonline.com.*

Depuis quelque temps, l'étude des radionucléides naturels présents dans le milieu marin bénéficie d'une attention particulière. Cela s'explique par la découverte de niveaux accrus de certains radionucléides naturels provenant de l'industrie des combustibles fossiles, de l'industrie des phosphates, de l'industrie du pétrole et de l'utilisation d'engrais. Le Laboratoire de radioécologie participe à un projet de recherche de l'AIEA touchant ce domaine. Des spécialistes turcs s'emploient à mesurer les radionucléides artificiels – polonium 210, plomb 210, uranium 238, thorium 232 et potassium 40 – présents dans des échantillons de biote et de sédiments prélevés en sept endroits de la mer Noire depuis 1997. Des mesures de césium 137 artificiel ont également été réalisées.

Les résultats préliminaires ont montré que les concentrations d'uranium 238 et de polonium 210 dans les anchois étaient de l'ordre de 38 à 101 Bq/kg et 94 à 112 Bq/kg de poids sec, respectivement. Ces résultats confirment que l'essentiel de la contamination radioactive des poissons provient de radionucléides naturels, et que la contribution du césium 137 artificiel (provenant d'essais atmosphériques d'armes nucléaires et de l'accident de Tchernobyl) est négligeable (voir tableau ci-contre).

La biocinétique de l'américium 241, de l'argent 110m et du césium 137 a également été étudiée dans des moules, des berniques, des limaces de mer et des macro-algues de la mer Noire dans des conditions de laboratoire. En outre, le césium 137 présent dans les moules et les macro-algues a

### CONCENTRATIONS DE MÉTAUX DANS DES ÉCHANTILLONS DE BIOTE ET DE SÉDIMENTS DE LA MER NOIRE, 1997-1998

Métal	Macro-algue	Moule	Limace de mer	Anchois	Autres poissons	Sédiment
Cadmium	0,5-2,7	1,8-6,4	0,4-2,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,6-0,9
Cobalt	<0,05-6,5	1,8-2,9	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,4	5,2-17,2
Chrome	<0,05	2,2-7,6	0,5-0,6	0,3-0,8	0,2-0,3	22-122
Nickel	2,3-83,8	4,0-4,1	<0,01	<0,01	<0,01	2,2-69,1
Zinc	59-96	256-512	41-45	30-40	26-30	57-127
Fer	106-1 095	355-597	27-98	37-44	30-32	2,6-4,9
Manganèse	23-296	10,1-22,8	1,9-3,5	1,8-2,5	0,5-0,7	354-902
Plomb	<0,1-10,8	0,3-2,6	<0,01	<0,01	0,3-1,4	11-30
Cuivre	3,5-16,5	7,3-8,0	17-35	2,2-2,8	1,0-1,3	23-75

Notes : Les concentrations sont exprimées en microgrammes par gramme de poids sec. Les échantillons de macro-algues ont été prélevés en 1994-1995.

### CONCENTRATIONS DE RADIONUCLÉIDES DANS DES ÉCHANTILLONS DE BIOTE ET DE SÉDIMENTS DU SECTEUR TURC DE LA MER NOIRE, 1997-1998

(EN BECQUERELS PAR KILOGRAMME DE POIDS SEC)

	Polonium 210	Uranium 238	Thorium 232	Césium 137
Macro-algue	9-55	<13-744	<7-305	<3-25
Moule (partie molle)	100-162	140-240	<7	<3-20
Limace de mer (partie molle)	76-141	31-179	<7	<3-22
Anchois	94-112	38-101	<7	<3-10
Autres poissons	2-7	<13-198	<7	<3-25
Sédiment	5-216	<13-63	12-36	<3-138

été étudié dans les conditions d'une contamination de la mer Noire après l'accident de Tchernobyl. Les périodes biologiques du césium 137 présent dans les moules et les macro-algues se sont révélées être de 63 jours et 19 à 29 mois, respectivement.

Ces observations font suite aux résultats d'un programme de recherche coordonnée de l'AIEA mis en œuvre de 1993 à 1996 et concernant l'utilisation de traceurs dans l'étude des processus et de la pollution de la mer Noire. Ce programme a montré que les concentrations de radionucléides artificiels dans l'environnement de la mer Noire, bien que nettement supérieures à ce qu'elles sont dans d'autres océans de la planète, sont telles qu'aucune conséquence radiologique importante n'est à craindre pour le public\*.

La Turquie a également pris une part active dans des projets régionaux et nationaux de coopération technique de l'AIEA. Un projet régional, lancé en 1995 et intitulé "Évaluation du milieu marin dans la région de la mer Noire", associe des laboratoires de Turquie et de cinq autres pays de la région. Ce projet aide les pays riverains de la mer Noire à élaborer des programmes régionaux coordonnés de surveillance des radionucléides présents dans le milieu marin et d'intervention d'urgence, et à évaluer, au moyen de traceurs radioactifs, les processus clés qui régissent le devenir de polluants de la mer Noire.

\*Voir "Une mer aux fortunes changeantes : développement durable dans la région de la mer Noire", Bulletin de l'AIEA, Vol. 40, n° 3 (1998).

Un projet national de coopération technique approuvé en Turquie en 1997 vise à appliquer les techniques nucléaires à l'étude de la pollution des lacs et des océans. Des études se sont penchées sur la pollution du lac de Küçükçekmece, lac saumâtre où des chercheurs étudient les taux de sédimentation. Il est prévu d'appliquer la même technique de pièges à sédiments à l'analyse de la radioactivité des matières en sédimentation du littoral turc de la mer Noire.

**Pollution chimique.** Des métaux s'introduisent dans la mer Noire par l'intermédiaire des cours d'eau ou des rejets directs de déchets industriels. En outre, la pollution liée au pétrole et aux polluants atmosphériques accroît les niveaux de métaux lourds présents dans la mer Noire. De surcroît, la partie occidentale de la mer Noire a été polluée, par le passé, par des fûts de déchets chimiques rejetés de façon irresponsable par des navires étrangers.

Les concentrations de nombreux éléments mesurés dans des particules atmosphériques dans le cadre d'une étude se sont révélées deux fois plus élevées dans la partie occidentale de la mer Noire que les concentrations correspondantes mesurées dans la partie orientale. Cette même étude a également montré que l'Europe est la principale source des métaux artificiels présents dans l'atmosphère de la mer Noire.

Malgré les préoccupations croissantes que suscite la pollution de la mer Noire par les métaux, on ne dispose dans la région d'aucune donnée systématique pouvant servir à des fins d'évaluation ou de création d'une base de données. Pour combler cette lacune, le Laboratoire de radioécologie et l'Institut des sciences de la mer de l'Université d'Istanbul ont lancé, en collaboration, une étude des niveaux

de métaux mesurés dans l'environnement de la mer Noire depuis 1988. Ce projet a pour but de déterminer systématiquement les concentrations de métaux présentes dans des échantillons de macro-algues et de sédiments, et d'étudier les variations liées aux saisons et au choix des sites de prélèvement.

Dans le même temps, des études ont déterminé les concentrations de métaux dans différentes espèces de poissons de la mer Noire entre 1987 et 1989. Les résultats ont montré que, pendant les années en question, les concentrations de métaux dans les macro-algues ont progressivement augmenté dans les eaux littorales turques de la mer Noire. En revanche, les niveaux de métaux mesurés dans les poissons de la mer Noire n'ont pas changé au cours des dix dernières années. Dans le milieu marin, de nombreux métaux sont généralement liés à des matières sous forme de particules et les vitesses de dépôt sont relativement élevées. C'est la raison pour laquelle l'analyse des sédiments présente, comme indicateur des niveaux de contamination, un intérêt considérable (voir tableau page 13).

Les principaux polluants des eaux turques de la mer Noire sont les hydrocarbures de pétrole. La pollution par le pétrole a été la principale cause de la dégradation écologique observée entre 1970 et 1995 dans la partie occidentale de la mer Noire. Des blocs de pétrole ou de brut ont pénétré dans la mer Noire du fait des fuites et des rejets imputables aux transports maritimes, des rejets municipaux, des écoulements de rivières et des dégazages de pétroliers. Cette pollution a entraîné la mort de nombreuses mouettes et autres espèces d'oiseaux.

Dans le même temps, il est bien connu que les hydrocarbures de pétrole peuvent nuire aux organismes marins. Plus précisément, les produits pétroliers, à

faibles concentrations, peuvent freiner la croissance et la division cellulaire des phytoplanctons. À des concentrations élevées, ils peuvent entraîner un ralentissement de la division cellulaire et de la photosynthèse et, partant, la mort des algues. C'est ainsi que l'une des chaînes alimentaires (phytoplancton-zooplancton-anchois) de la mer Noire a été gravement menacée jusqu'en 1995. Cependant, cette chaîne alimentaire a progressivement récupéré après que des mesures préventives ont été appliquées par les garde-côtes turcs pour empêcher tout dégazage et tout rejet d'eaux de sentine.

Les concentrations de pesticides sont généralement plus élevées dans la partie orientale de la mer Noire que dans sa partie occidentale. Cette pollution est imputable aux applications de pesticides qui se produisent dans des habitats très divers, y compris des terres agricoles et des plantations de thé et de noisetiers. En 1974 et 1975, des résidus de pesticides ont été détectés, dans le cadre d'une étude, dans différentes espèces de poissons de la mer Noire. Il est maintenant prévu d'analyser les pesticides présents dans des espèces de poissons, de limaces de mer et de moules prélevées en différents endroits de la mer Noire entre 1997 et 1999.

Les concentrations d'azote sous forme d'ammoniac, d'orthophosphates et de détergents anioniques ont été mesurées en différents points de la mer Noire en 1997 et 1998. Les résultats indiquent généralement que le littoral de la mer Noire n'est pas eutrophique. En revanche, le taux d'eutrophisation augmente progressivement aux points chauds industriels situés à proximité d'émissaires d'évacuation d'eaux usées. Les études font également apparaître une pollution microbienne liée aux rejets urbains. □

# LES BONS OUTILS ET SERVICES

## LES SERVICES D'INSTRUMENTATION DE L'AIEA À L'APPUI DES APPLICATIONS NUCLÉAIRES

ANDRZEJ MARKOWICZ, MIKLOS GARDOS,  
STEFAN HOLLETHONER ET STANISLAW WIERZBINSKI

Les instruments scientifiques et techniques sont un élément indispensable des activités visant à élaborer et à appliquer efficacement les techniques nucléaires et radiologiques au développement social et économique. Sans les bons outils – et la bonne formation quant à leur sûreté d'utilisation, peu de progrès pourraient être faits pour obtenir les résultats voulus.

Au cours des 50 dernières années, une gamme d'instruments et d'équipements perfectionnés a été mise au point aux fins d'applications nucléaires pacifiques. Ces outils modernes et sensibles doivent, pour fonctionner correctement, être entretenus avec soin.

Utilisant ses laboratoires de Seibersdorf (Autriche), l'AIEA aide les pays à améliorer leurs compétences et leurs infrastructures de réparation et d'entretien d'instruments nucléaires, et à concevoir et construire des instruments spécialisés ainsi que des modules électroniques qui ne sont pas disponibles dans le commerce ou doivent satisfaire des besoins particuliers. Ces instruments sont utilisés dans divers domaines, y compris la surveillance de la pollution de l'environnement, la recherche et la fabrication industrielles, la santé humaine, et la production alimentaire et agricole. Les activités de l'Agence liées à l'instrumentation nucléaire sont mises en œuvre par le Service d'instrumentation des Laboratoires de Seibersdorf, qui

collaborent avec la Section de physique de l'Agence, établie au sein du Département des sciences et applications nucléaires. Tous les projets établissent de solides liens avec des programmes de coopération technique.

Le présent article passe en revue les services et activités liés à la mise au point d'instruments nucléaires, et les activités connexes de formation et de soutien technique. L'activité du Service d'instrumentation de l'AIEA consiste à concevoir et à construire différents types de kits de formation, souvent en collaboration avec des boursiers scientifiques de pays en développement où les instruments en question seront utilisés. En outre, à l'appui des programmes de coopération technique de l'AIEA, il est organisé des cours de formation spécialisée faisant appel à des équipements essentiels pour mener à bien des projets, et un soutien technique est offert pour ce qui est de la sélection et de l'évaluation d'instruments nucléaires. Parmi les autres services proposés aux laboratoires des États Membres figurent l'offre de pièces de rechange et de documents techniques, et un service de distribution de courrier électronique permettant l'échange d'informations sur l'instrumentation nucléaire.

Ces activités répondent à d'importants besoins. L'instrumentation nucléaire est un domaine qui évolue rapidement et est fortement influencé par les progrès et

innovations technologiques, qui introduisent sur le marché des outils et des équipements améliorés et perfectionnés. Ces facteurs soulignent la nécessité de fournir un soutien technique et des services de formation pour améliorer les compétences des pays qui utilisent des applications et outils nucléaires dans le cadre de leurs programmes nationaux de développement.

### CONCEPTION ET MISE AU POINT D'INSTRUMENTS

Les activités de l'AIEA consistent notamment à concevoir et à construire des instruments et des modules électroniques nécessaires à la mise en œuvre de projets dans les États Membres.

**Surveillance radiologique.** À l'appui de programmes mis en œuvre en Grèce, au Portugal et au Viet Nam, l'AIEA a mis au point un système de surveillance des cheminées destiné aux installations nucléaires. Ce système informatisé et monté sur chariot est conçu pour surveiller des échantillons gazeux de particules radioactives, d'iode et de gaz nobles émis par un réacteur ou toute autre installation nucléaire. Le moniteur comprend un détecteur de particules et un détecteur d'iode, tous deux placés dans une chambre d'échantillonnage compacte et blindée; un détecteur

---

*M. Markowicz dirige le Service d'instrumentation aux Laboratoires de l'AIEA à Seibersdorf, et MM. Gardos, Hollenthoner et Wierzbinski travaillent dans ce service.*

de gaz nobles monté à l'intérieur de la cheminée pour améliorer la sensibilité; une pompe à vide; un débitmètre d'air; des vannes de commande; un contrôleur logique programmable; un amplificateur; un analyseur monovoie; et des alimentations haute tension. L'ordinateur et l'imprimante peuvent être situés à 100 mètres de la cheminée.

Un ordinateur personnel est utilisé pour l'acquisition, le traitement, la présentation et l'enregistrement des données, la notification des résultats et l'émission d'avertissements et d'alarmes. Les résultats sont ou peuvent être imprimés en cas d'alarme ou de besoin. Le moniteur indique le débit d'air, la concentration de radioactivité au niveau du filtre des canaux correspondant aux particules et à l'iode, et les taux d'émission de particules radioactives, d'iode et de gaz nobles.

**Surveillance écologique.** À l'appui d'activités mises en œuvre dans le domaine de la surveillance de la pollution de l'environnement, il a été conçu un système de positionnement de changeur d'échantillons et de détecteur destiné à l'analyse par activation neutronique. L'analyse par activation neutronique est une technique fréquemment utilisée dans les laboratoires scientifiques, et le changeur d'échantillons veille à ce que les échantillons activés pour la mesure soient séparés et bien isolés du détecteur. Le changeur prélève les échantillons dans un compartiment de stockage (capable de contenir jusqu'à 100 échantillons) et les transporte sur une distance de 2,5 mètres avant de les placer dans un porte-échantillons rotatif situé devant un détecteur. La chambre de mesure, blindée au plomb, est

ensuite automatiquement fermée et la mesure commence. Lorsque la mesure est terminée, l'échantillon est automatiquement changé. L'ensemble de ce processus est commandé par un microprocesseur et par un programme qui permet à l'opérateur de préréglager les paramètres de mesure. Des fonctions de contrôle intégrées et des vérifications croisées permettent de s'assurer qu'aucun échantillon n'est perdu. Un système d'information en ligne maintient l'opérateur continuellement informé de l'état du système et permet de corriger les problèmes en cas de signalement d'erreur.

Le système de positionnement automatique du détecteur permet à l'opérateur de déplacer et de positionner le détecteur longitudinalement. Un programme dédié permet à l'opérateur de spécifier la séquence de mesures, par exemple la fréquence de mesure d'un échantillon à différentes distances. Cela revêt une importance particulière lors de l'étalonnage d'un système de spectrométrie gamma à des taux de comptage élevés, ce qui est souvent le cas dans l'analyse par activation neutronique.

**Analyse de matières.** Une méthode simple et puissante permettant d'analyser les matières environnementales, biologiques et géologiques est la spectrométrie par fluorescence X. Elle présente l'avantage de pouvoir s'appliquer facilement à des échantillons de natures très différentes et ne nécessite que peu ou pas de préparation de l'échantillon. Cette méthode est utilisée dans le monde entier pour l'analyse des matières géologiques et pour la surveillance de la pollution de l'environnement.

Ses vastes applications ont fait de la spectrométrie par

fluorescence X l'un des points forts du Service d'instrumentation de l'AIEA, qui a conçu et mis au point plusieurs systèmes de soutien, dont un changeur d'échantillons destiné à un spectromètre par fluorescence X à dispersion d'énergie basé sur un tube à rayons X haute tension. Le changeur d'échantillons peut contenir jusqu'à 12 échantillons. Lorsque le système de commande est enclenché, le changeur se place sur sa position zéro et attend de recevoir un signal de déplacement d'un analyseur multivoies. Ce signal enclenche la rotation du changeur et le déplace jusqu'à la position suivante. Chaque fois que des échantillons sont changés, l'analyseur multivoies reçoit un signal occupé. Dès que le signal disparaît, une nouvelle mesure commence. Le système signale l'achèvement d'un cycle complet par un signal occupé permanent à l'analyseur multivoies. Des affichages numériques, sur le panneau avant, informent l'opérateur de l'état du système. Le changeur d'échantillons peut facilement être adapté à d'autres spectromètres par fluorescence X dans les laboratoires nationaux d'analyse.

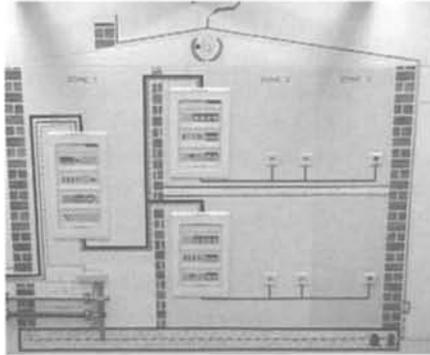
**Lutte contre les insectes.** La mouche méditerranéenne des fruits est l'un des insectes les plus nuisibles pour les récoltes, les économies agricoles et le commerce mondial car elle s'attaque à plus de 250 espèces de fruits et de légumes dans de nombreuses régions du monde. Une méthode efficace permettant d'éradiquer ou de combattre cette mouche, ainsi que d'autres types de ravageurs, est la technique de l'insecte stérile, qui est utilisée dans le cadre de campagnes intégrées d'éradication couvrant de vastes zones. Les mouches sont élevées en masse en laboratoire

puis irradiées par des rayonnements gamma, ce qui les stérilise tout en les laissant sexuellement actives. L'accouplement des mâles relâchés avec des insectes femelles est infructueux, ce qui supprime la population d'insectes dans le temps, de plus en plus de mâles stériles étant élevés et relâchés dans la zone d'éradication. Cette méthode a été utilisée avec succès dans de nombreuses parties du monde contre la mouche méditerranéenne des fruits, y compris au Chili, au Mexique et aux États-Unis.

À des fins de contrôle de la qualité et de rendement, l'AIEA a mis au point un trieur de pupes de mouche méditerranéenne des fruits utilisable dans leur élevage en laboratoire. Il trie et compte un échantillon de pupes en fonction de leur couleur (brun pour les mâles et blanc pour les femelles). Ce trieur se compose d'un système électromécanique et d'un compresseur portable. Jusqu'à 1 000 pupes peuvent être versées dans le bac d'alimentation en forme de bol. À mesure que les pupes s'approchent lentement du bord du bac, un capteur détecte leur couleur et active un jet d'air conçu pour souffler de côté les pupes blanches, séparant les mâles des femelles. Les pupes brunes et blanches peuvent alors être recueillies séparément et comptées avant d'être évaluées de façon plus poussée.

#### **Dosimétrie des rayonnements.**

Les instruments qui mesurent précisément les doses de rayonnement sont d'importants outils industriels et médicaux modernes faisant appel à des techniques nucléaires et



radiologiques. Le Service de dosimétrie des Laboratoires de Seibersdorf exploite un système de mesure de doses élevées utilisant l'alanine comme dosimètre de transfert, pour lequel le Service d'instrumentation a conçu un équipement spécial d'étalonnage conformément à des spécifications précises. L'étalonnage doit s'effectuer dans un radiateur Gammacell au cobalt 60 à différentes températures stables et contrôlées. La durée de l'irradiation est relativement élevée (jusqu'à quelques jours), et plusieurs dosimètres peuvent être placés dans la chambre et irradiés simultanément.

#### **OUTILS, COURS ET KITS DE FORMATION**

On ne saurait sous-estimer la nécessité d'une formation à la maintenance, à la réparation et à la conception d'instruments nucléaires. Il faut concevoir des

cours et du matériel de formation tenant compte des progrès technologiques qui ont eu lieu dans le domaine de l'électronique et des besoins en instrumentation des centres de recherche scientifique et nucléaire des pays en développement. Des outils et kits de formation ont été conçus à plusieurs fins.

**Conditionnement de l'alimentation électrique.** Une alimentation électrique ininterrompue est indispensable au bon fonctionnement d'instruments nucléaires et électroniques dans les pays en développement. Globalement, environ la moitié des dommages causés à des instruments est due à des perturbations de l'alimentation électrique : il est donc impératif de prendre des mesures de protection. Le Service d'instrumentation a mis au point une cloison électrique de démonstration visant deux objectifs :

- décrire l'alimentation électrique d'un bâtiment de laboratoire typique; les différents systèmes de mise à la terre et la construction de paratonnerres;

*Photos : en haut, des spécialistes des Laboratoires de l'AIEA réparent des modules électroniques à des postes de travail. En bas à gauche, panneau avant d'une cloison de formation au conditionnement de l'alimentation électrique; à droite, gros plan du trieur de pupes de mouche méditerranéenne des fruits. (Crédits : Laboratoires de Seibersdorf; Crédit : Calma/AIEA)*

l'installation de la triple protection et du système équipotentiel de mise à la terre; et la construction d'installations élémentaires de mise à la terre.

■ réaliser des exercices sur différents systèmes de mise à la terre; et enseigner le fonctionnement de la protection contre les surtensions.

La cloison de formation est fixée sur une vaste plaque de contre-plaqué, dont l'avant montre la section d'un bâtiment et les raccordements électriques depuis un transformateur extérieur ainsi que le câblage interne entre les cartes de distribution. Ces dernières, les lignes équipotentielles et la triple protection contre les surtensions sont représentées à l'aide de composants réels.

#### **Postes de travail et outils de réparation de modules électroniques.**

Les laboratoires sont de plus en plus équipés d'instruments numériques et électroniques composant ce qu'on appelle la technologie SMT (surface mounted technology). L'entretien et la réparation de ces instruments est une tâche difficile qui requiert un ensemble spécifique d'outils, y compris de puissants microscopes. Le Service d'instrumentation a adapté des instruments aux fins de la formation à la réparation de modules et d'équipements SMT. Ces instruments sont notamment des instruments d'assemblage et de réparation simples; un poste de soudage équipé de fiches de soudage spéciales; et des postes de reprise à infrarouges. L'un des postes de reprise – qui peut être utilisé efficacement par un opérateur inexpérimenté – est un outil semi-automatique faisant appel à des émetteurs infrarouges sombres pour faire fondre la soudure. L'élément est d'abord pointé à l'aide d'un faisceau laser,

la soudure fondue aux infrarouges, puis l'élément est trempé à l'aide d'une pompe à vide.

L'Agence a également mis au point des kits de formation à la surveillance et au contrôle des alimentations électriques. Ces kits de formation ont été soit intégralement conçus et construits aux Laboratoires de l'AIEA, soit simplement adaptés à partir de kits d'évaluation disponibles dans le commerce. Ils sont non seulement utilisés dans le cadre du programme de formation dispensé aux Laboratoires de Seibersdorf, mais également prêtés à l'appui d'activités de formation mises en œuvre dans des pays en développement.

**Cours de formation.** Le Service d'instrumentation organise, sur six mois, un cours annuel de formation de boursiers à la maintenance d'instruments de spectroscopie nucléaire. Sont traités les points suivants : principes de détection des rayonnements; caractéristiques des systèmes de spectrométrie; dosimétrie et radioprotection; conditionnement de l'alimentation électrique; mesures électriques; fondements d'électronique numérique; microprocesseurs; alimentations électriques; traitement des signaux analogiques; analyseurs multivoies; interfaces standard; dépannage d'ordinateurs; et cartes spéciales d'ordinateur.

En outre, le Service organise des stages de formation individuels sur le tas portant sur la réparation et la conception d'instruments nucléaires, l'interface d'ordinateurs, les applications des microprocesseurs et le conditionnement des alimentations électriques.

D'autres activités visent notamment à faciliter l'organisation de cours et d'ateliers régionaux ou nationaux de

formation. De telles activités ont été organisées, par exemple, en Égypte, au Ghana, en Zambie, au Maroc, au Kenya, aux Philippines, en Jordanie, en Tunisie et en Éthiopie.

#### **SOUTIEN TECHNIQUE AUX PAYS**

L'un des principaux objectifs du soutien technique offert en matière d'instrumentation nucléaire consiste à aider les laboratoires scientifiques et les centres de recherche des pays en développement.

Dans le cadre d'un projet régional et de plusieurs projets nationaux de coopération technique, des pièces de rechange et des documents techniques sont fournis à 18 pays d'Afrique. Un soutien est également accordé en matière d'évaluation et de sélection d'instruments, dans le cadre tant de projets de coopération technique que d'autres programmes de l'AIEA. Ces dernières années, l'Agence a évalué des équipements aux fins des garanties et à l'appui de projets exécutés en Syrie, au Liban et en Zambie.

Dans le cadre d'une autre initiative, des informations techniques, des mises à jour et des conseils relatifs à l'instrumentation nucléaire sont distribués à des pays africains par messagerie électronique. Ce service a vu le jour à la suite de discussions tenues lors d'un Atelier régional sur les stratégies de maintenance des équipements scientifiques organisé à Khartoum (Soudan) en avril 1996. Actuellement, près de 50 participants d'Afrique (et d'autres régions) sont inscrits au service de distribution électronique, échangeant des données d'expérience et des informations qui profitent à leurs diverses applications des instruments nucléaires. □

## PRODUCTION D'URANIUM: UN COLLOQUE INTERNATIONAL EXAMINE LES PROBLÈMES CLÉS

Selon les experts mondiaux, l'offre d'uranium destiné aux centrales nucléaires devrait rester stable. Telle est la conclusion du Colloque international sur le cycle de production d'uranium et l'environnement organisé du 2 au 6 octobre 2000 à l'AIEA (Vienne). Ont participé à cette réunion des spécialistes d'une quarantaine de pays, l'Agence arabe de l'énergie atomique, la Commission européenne, l'Agence de l'énergie atomique de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), l'Office of Supervising Scientist, Environment (Australie), l'Organisation des Nations Unies, l'Institut de l'uranium, la Banque mondiale, le Conseil mondial de l'énergie et l'Institut de l'énergie nucléaire.

Les exposés présentés ont souligné que les ressources connues en uranium, qui sont de 4 millions de tonnes, devraient durer environ 65 ans au rythme actuel de consommation et sans retraitement. Les ressources potentielles estimées, non encore découvertes – 16 millions de tonnes – porteraient cette durée à environ 300 ans. Cependant, d'importantes activités de prospection sont nécessaires pour découvrir et convertir ces ressources en réserves. Au cours de la décennie écoulée, la production d'uranium déclarée est restée stable, à quelque 35 000 tonnes par an, 50 % environ provenant d'Australie et du Canada. Dans ces deux pays, les opérations ont débuté en 1999 : gisement à forte teneur de la rivière McArthur au Canada, avec une production escomptée de 4 200 tonnes en 2000 ; autorisation d'exploiter

le gisement à faible teneur de Beverly en Australie. En 1999, le prix sur place de l'uranium a continué de chuter et demeure faible.

Une grande attention a également été portée aux mesures à prendre pour assurer à long terme l'offre d'uranium nécessaire aux programmes électronucléaires compte tenu des préoccupations environnementales et sanitaires liées à la production de ce minerai.

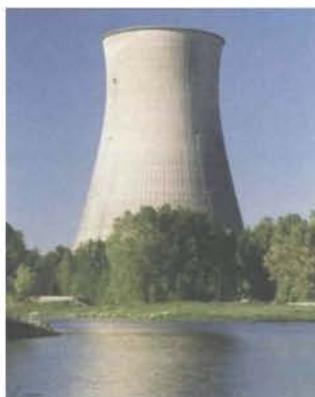
Un autre point important des discussions a été la nécessité d'accroître la participation locale à la planification et au contrôle des opérations de production d'uranium. Ont également été présentées les perspectives de l'offre d'uranium d'ici à 2050 ainsi que plusieurs mines et usines de traitement utilisant des techniques améliorées et innovantes pour accroître le rendement tout en satisfaisant aux normes environnementales rigoureuses en vigueur dans de nombreux pays. On a examiné la façon dont l'évaluation de l'impact sur l'environnement est utilisée en Australie, au Canada et aux États-Unis pour planifier et autoriser des projets actuels.

De l'avis général, l'extraction de l'uranium ne diffère pas des autres activités d'extraction. Or, les projets actuels d'extraction d'uranium sont soumis à un contrôle et à une réglementation plus rigoureux que les autres projets. Cela est principalement dû aux craintes qu'éprouve le public face à d'éventuels risques de rayonnements. Certaines installations de production d'uranium se sont distinguées comme figurant parmi les plus avancées

écologiquement et les plus sûres du secteur de l'extraction. Elles produisent depuis plusieurs années, notamment en Afrique, en Australie, au Canada et aux États-Unis, de l'uranium sans jamais provoquer d'accidents entraînant des arrêts de travail ou en n'ayant que peu ou pas d'impact sur l'environnement local. □

### ANALYSE DU MARCHÉ MONDIAL

La dernière analyse en date du marché mondial de l'uranium a été publiée conjointement en 2000 par l'AIEA et par l'Agence de l'énergie atomique de l'OCDE. Cette analyse, intitulée "Livre rouge", s'appuie sur des informations officielles communiquées par 49 pays, y compris des informations récentes provenant d'importants centres de production ou de traitement d'Afrique, d'Australie, d'Europe orientale et d'Amérique du Nord. Bon de commande : site Internet de l'AEN à l'adresse [www.nea.fr](http://www.nea.fr).



# LES TIMBRES DU DÉVELOPPEMENT

## DES TIMBRES POSTAUX ILLUSTRENT L'HISTOIRE DE L'URANIUM

FATHI HABASHI

Les timbres postaux sont devenus un moyen précieux de communication, faisant souvent office d'empreintes de l'histoire. Les pays les utilisent pour consigner d'importants événements, honorer d'éminentes personnalités, commémorer des hauts faits et mettre en lumière d'importants bouleversements. De nombreux faits historiques, parfois obscurs, sont représentés par des timbres; certains d'entre eux pourraient difficilement être trouvés dans un livre d'histoire ou de sciences naturelles. Souvent créés par des artistes, les timbres font connaître les réalisations de l'homme dans les domaines de la musique, de la peinture, de la photographie, de la sculpture et des sciences.

Une partie descriptive de la collection mondiale de timbres illustre l'évolution des ressources naturelles, de l'or à l'uranium. Ils dépeignent le rôle important que la prospection et l'extraction ont joué dans le développement national de nombreux pays. Un livre récemment publié au Canada (voir note de bas de page) présente des reproductions en couleur et agrandies d'environ 900 timbres évoquant l'extraction, la prospection, la métallurgie et les métaux. On trouvera ci-après une sélection de timbres émis dans divers pays et illustrant l'histoire de l'uranium, sa prospection et son extraction, ainsi que la science nucléaire.

*M. Habashi est professeur de métallurgie extractive au Département des industries extractives, de métallurgie et de génie des matériaux de l'Université Laval de Québec (Canada G1K 7P4). Il est coauteur, avec D. Hendricker et C. Gignac, de l'ouvrage intitulé Mining and Metallurgy on Postage Stamps (ISBN 2-980-3247-4-4), publié par Métallurgie Extractive Québec et distribué par la librairie de l'Université Laval.*

Adresse électronique : [Fathi.Habashi@arul.ulaval.ca](mailto:Fathi.Habashi@arul.ulaval.ca).



Aux États-Unis, un timbre émis en 1998 et intitulé "Western Mining Prospector" rend hommage au rôle joué par les mineurs dans le développement du pays. L'ouverture des États-Unis de l'Ouest, par exemple, a été due en grande partie au mineur solitaire qui a pris une ou deux mules et quelques jours de provisions pour partir prospecter l'or ou d'autres minerais.



Les ressources minérales du Canada ont été illustrées en 1946 par une série de timbres qui comprenait la représentation photographique du Great Bear Lake (Northwest Territories), montrant l'endroit où la pechblende a été découverte par Gilbert A. LaBine (1890-1977) en 1930. Il s'agit là des gisements à partir desquels, pendant de nombreuses années, tous les concentrés de radium et d'uranium du Canada ont été produits. LaBine a créé une raffinerie à Port Hope (Ontario) pour produire de l'uranium à partir de pechblende, mais a eu des difficultés à vendre le produit jusqu'à ce que la recherche sur les armes nucléaires pendant la seconde guerre mondiale ne crée une demande d'uranium. Le Gouvernement fédéral a pris le contrôle de son entreprise en 1942 et l'a nationalisée deux ans plus tard en la rebaptisant Eldorado Mining and Refining. LaBine l'a présidée jusqu'en 1947. Aujourd'hui, elle a été privatisée et est désormais connue sous le nom de Cameco.



En 1977, l'Afrique du Sud a émis un timbre intitulé "Uranium Development" pour marquer les 25 ans de mise au point de centrales nucléaires; le timbre présente le symbole atomique.



Le Portugal a émis en 1977 un timbre qui appelait l'attention sur ses gisements d'uranium.



Un autre timbre canadien consacré aux ressources naturelles a été émis en 1980. Intitulé "Uranium Resources", il montre la structure cristalline de l'oxyde d'uranium, qui est connu dans la nature sous le nom d'uraninite et a une structure de fluorine. Un gisement contenant 0,2% d'uranium est généralement considéré comme pouvant être exploité. Au Canada, certains gisements contiennent jusqu'à 15% d'uranium.



Le Gabon a émis, en 1965, un timbre montrant les activités mises en œuvre à Mounana. C'est là, à la mine d'Oklo, que le phénomène de fission naturelle a été découvert, ainsi que des traces de plutonium naturel.



En 1992, la Pologne a émis un timbre intitulé "Ra" pour radium, découvert par la chimiste franco-polonaise Marie Curie en 1898. Un autre timbre, intitulé "Po" pour polonium, premier élément



radioactif découvert et isolé par Marie Curie, a été émis en 1993. Elle a ainsi baptisé cet élément en l'honneur de son pays natal, qui à l'époque était partagé entre la Russie, la Prusse et l'Autriche.



Saint-Marin a émis un timbre honorant Madame Curie. Émis en 1982, il est intitulé "RaA", ce qui correspond à

radium A, nom historique d'un isotope de polonium. Le polonium et le radium sont tous deux des produits de décomposition de l'uranium.



L'ancienne Tchécoslovaquie a émis un timbre illustrant l'atome radioactif pour commémorer la mine historique de Joachimsthal. Un wagon ferroviaire chargé de résidus d'extraction d'uranium provenant de cette mine a été envoyé à Madame Curie pour lui permettre de mener des recherches sur les éléments radioactifs.



En 1967, la France a rendu hommage à Marie Curie (1867-1934) en émettant un timbre à l'occasion du 100<sup>e</sup> anniversaire de sa naissance. Ce timbre montre son portrait à côté du récipient en verre où elle fit évaporer la solution de chlorure de radium et le vit scintiller dans l'obscurité du fait de sa radioactivité.

Otto Hahn (1879-1968), chimiste allemand et lauréat du prix Nobel



en 1944, figure sur un timbre émis en 1979 par l'ancienne République démocratique allemande à l'occasion du 100<sup>e</sup> anniversaire de sa naissance. Ce timbre montre Hahn et l'équation de fission de l'uranium, réaction qu'il a découverte en 1938 avec son collègue Fritz Strassmann et qui a été à l'origine de la bombe atomique construite quelques années plus tard aux

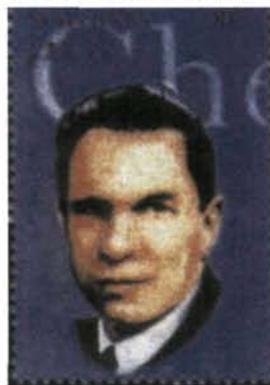
États-Unis. En 1917, Hahn a également découvert l'élément radioactif protactinium avec son collègue, le physicien autrichien Lisa Meitner (1879-1968).

L'Autriche a émis en 1978 un timbre rendant hommage à Lisa Meitner à l'occasion du 100<sup>e</sup> anniversaire de sa



naissance; ce timbre montre le modèle atomique proposé par Meitner et Rutherford en 1911. Le protactinium a été reconnu comme étant le produit de décomposition de l'uranium 235 et est le parent de l'actinium, qu'il forme par l'émission d'une particule alpha.

Les Maldives ont émis un timbre honorant les travaux de Glenn T. Seaborg (1912-1999), chimiste américain qui, avec plusieurs autres chercheurs, est connu pour avoir découvert les éléments transuraniens.



Outre les timbres présentés ici, l'Administration postale des Nations Unies a émis des timbres célébrant l'énergie atomique et l'AIEA. Consulter, à ce sujet, le site Internet de l'Administration à l'adresse [www.un.org/Depts/UNPA](http://www.un.org/Depts/UNPA). On pourra également consulter le site Internet [www.zillionsofstamps.com](http://www.zillionsofstamps.com) pour toute recherche de timbres et de collections.

# VERS UN SIÈCLE NOUVEAU

## LE DÉVELOPPEMENT DU NUCLÉAIRE VU IL Y A 20 ANS



*Lorsque le Dr Sigvard Eklund, deuxième Directeur général de l'AIEA, est décédé il y a à peine plus de deux ans, en janvier 2000, la communauté internationale a rendu hommage à une figure éminente et dévouée du développement pacifique du nucléaire. Son activité en tant que Directeur général pendant 20 ans – de 1961 à 1981 – a été louée par les États Membres de l'AIEA dans le monde entier. Lors de son départ en retraite en 1981, le Conseil des Gouverneurs lui a conféré le titre de Directeur général émérite de l'AIEA pour son bilan enviable d'homme d'État et de scientifique.*

*Dans l'une de ses dernières déclarations officielles en tant que Directeur général de l'AIEA, prononcée le 10 novembre 1981 à New York devant l'Assemblée générale des Nations Unies, le Dr Eklund a fait le point du paysage nucléaire mondial dans le contexte de l'activité de l'Agence. Des extraits choisis de cette intervention sont présentés ci-après en guise d'hommage à son riche héritage et à son action durable au service de l'AIEA et de la communauté internationale.*

**E**n 1961, les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire commençaient juste à faire montre de leurs promesses sous la forme de quelques petites centrales nucléaires en service dans quelques pays. À la fin de 1980, on recensait, dans 22 États Membres de l'AIEA, 253 centrales nucléaires en exploitation produisant 8 % de l'électricité mondiale. Il est possible de prévoir avec un degré élevé de probabilité que ce chiffre passera à 17 % d'ici à 1985. Cela correspond à ce que l'on pourrait produire en brûlant la production annuelle totale de pétrole de l'Arabie Saoudite connue à ce jour. Il est par conséquent évident que l'énergie nucléaire réduit dans une mesure considérable la nécessité de brûler des combustibles fossiles. L'énergie nucléaire aide à réduire la pression liée aux approvisionnements pétroliers.

Pendant ces deux décennies, une maturité comparable a été obtenue pour ce qui est de l'application d'autres techniques nucléaires à l'agriculture, à la médecine et à l'industrie. En outre, plusieurs pays ayant maîtrisé les problèmes techniques liés aux surgénérateurs, l'approvisionnement en énergie nucléaire devient virtuellement illimité. Le premier surgénérateur en vraie grandeur devrait devenir opérationnel dans les deux ans.

Nous commençons également à observer un intérêt renouvelé pour l'utilisation de réacteurs nucléaires comme sources de chauffage urbain capables de satisfaire près de la moitié des besoins en énergie des pays froids.

Les centrales nucléaires dépendent de services liés au cycle du combustible pour leur approvisionnement en combustible et pour le traitement du combustible usé et des déchets. En 1961, seuls quelques États dotés d'armes nucléaires avaient les moyens techniques d'enrichir l'uranium. Cette technologie était un secret jalousement gardé et, à l'époque, l'uranium enrichi n'était fourni à l'industrie électronucléaire que par l'un de ces pays. Aujourd'hui, une dizaine de pays ont mis ou mettent au point diverses techniques d'enrichissement et plusieurs d'entre eux offrent déjà des services commerciaux d'approvisionnement.

En 1961, seuls les quatre puissances nucléaires exploitaient des centrales de retraitement du combustible usé. Il s'agissait essentiellement d'obtenir du plutonium destiné aux armes nucléaires. Aujourd'hui, des activités pilotes ou commerciales de retraitement sont déjà en cours ou seront bientôt entreprises dans plus de dix pays pour répondre aux besoins en matière de cycle du combustible de programmes nucléaires à vocation pacifique.

Ici, il convient de rappeler que cette évolution s'est obtenue sans la perte d'une seule vie du fait de l'exploitation d'éléments nucléaires de centrales civiles et sans une seule émission grave de rayonnements dont aurait pâti le public même lors du pire accident recensé à ce jour.

Cependant, comme vous le savez tous, ces dernières années, l'avenir à long terme de l'énergie nucléaire est devenu incertain dans

plusieurs pays. Aux États-Unis, par exemple, pays qui a tant fait pour mettre au point l'énergie nucléaire, aucune nouvelle centrale nucléaire n'a été commandée ces quatre dernières années, plusieurs ont été annulées et aucune nouvelle commande n'est envisagée. Plusieurs autres pays industrialisés se heurtent à des situations analogues, le nombre de nouvelles commandes chutant et de nombreuses commandes étant repoussées ou annulées. Il est paradoxal que cela se produise alors que le paysage énergétique s'est assombri et que la nécessité de solutions de substitution au pétrole se fait de plus en plus criante.

Dans une grande mesure, le déclin du nucléaire pourrait être attribué à une croissance décevante de la demande d'électricité et à des taux d'intérêt élevés qui pénalisent des projets de construction lourds en investissements. Toutefois, dans le même temps, on ne peut nier que la résistance du public a joué un rôle certain dans le rejet de l'option nucléaire par certains pays et dans les importants retards que connaissent d'autres : il faut maintenant, par exemple, 12 à 14 ans pour construire une centrale nucléaire aux États-Unis, contre la moitié en France ou au Japon. Dans ces conditions, il n'est pas surprenant que l'électricité d'origine nucléaire coûte en France moitié moins que celle produite à l'aide de charbon, alors que c'est l'inverse qui se produit parfois aux États-Unis. Pour illustrer mon propos, permettez-moi de citer le Directeur de la Commission française de l'électricité, qui a récemment affirmé que parfois, durant l'été, seules fonctionnent les centrales nucléaires et hydro-électriques – en d'autres termes, que l'électricité consommée en France est parfois produite

uniquement à l'aide de centrales nucléaires et hydroélectriques.

Nulle part l'impact de la crise de l'énergie n'est ressenti aussi durement que dans les pays en développement, où le coût élevé du pétrole et du charbon a souvent inversé l'évolution de la croissance économique.

L'énergie nucléaire a peu fait, à ce jour, pour atténuer ce problème. L'an dernier, elle n'a fourni que 1 % de la production d'électricité des pays en développement. Actuellement, seuls quatre États Membres de l'Agence en développement exploitent des centrales nucléaires; d'ici à 1990, ce nombre pourrait atteindre au maximum dix unités. Les perspectives d'une introduction de l'énergie nucléaire dans les pays en développement s'amélioreraient, cependant, si l'on trouvait, sur le marché, des centrales nucléaires de taille plus modeste. L'Agence encourage cette évolution et l'on constate, dans l'industrie nucléaire, un intérêt renouvelé pour la conception de telles centrales.

Pendant ce temps, comme je l'ai mentionné à plusieurs occasions, un développement de l'énergie nucléaire dans les pays industrialisés pourrait contribuer à atténuer les pressions qui s'exercent sur la demande et sur le prix du pétrole, ce qui aiderait indirectement les pays en développement qui en sont pauvres. Cette réduction de la demande et du coût du pétrole aiderait les pays en développement à mettre en place des structures de production traditionnelles d'une taille et d'une maturité qui justifieraient l'introduction de l'énergie nucléaire.

Une autre question connexe a trait à la sûreté des centrales nucléaires. À cet égard, l'Agence a maintenant bien progressé dans la mise en œuvre d'un programme visant à fournir des directives

internationalement convenues concernant la conception, la construction et l'exploitation de centrales nucléaires. L'AIEA développe également ses activités de terrain et son aptitude à aider les États Membres en cas d'urgence nucléaire.

#### **Transfert de technologie.**

L'assistance technique ou, comme nous disons maintenant, la coopération technique est l'une des principales fonctions de l'AIEA; l'Agence a réussi de façon notable à aider les pays en développement à introduire une large gamme de techniques nucléaires dans les domaines de l'agriculture, de la médecine, de l'hydrologie et de l'industrie. Le développement récent du programme d'assistance technique de l'Agence, dont les dépenses doubleront presque entre 1980 (objectif : 10,5 millions de dollars) et 1983 (objectif : 19 millions de dollars), a été particulièrement gratifiant. L'évolution récente de l'AIEA montre que les pays en développement prennent désormais de plus en plus conscience de la contribution que la science et les techniques nucléaires peuvent apporter à leur progrès économique et social. Nombre de nos États Membres des régions en développement ont mûri sur le plan nucléaire et souhaitent désormais faire davantage entendre leur voix à l'Agence.

**Garanties.** Je voudrais maintenant évoquer un autre domaine d'action de l'Agence, à savoir les garanties. La responsabilité de l'Agence dans ce domaine tient à la fois à son Statut et au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP). Il y a quelques années, il semblait que le nombre de Parties au TNP avait atteint son plafond. Il s'est produit, cependant, quelques ajouts encourageants,

notamment de pays en développement. On citera, en particulier, Sri Lanka, le Bangladesh, l'Indonésie, la Turquie et, ce printemps, l'Égypte. Plusieurs de ces pays se situant dans des régions connaissant des tensions, leur souhait d'adhérer au TNP revêt une signification considérable. Il va sans dire qu'il est de la plus haute importance que le TNP ou des garanties généralisées soient universellement acceptés par tous les pays de la planète.

L'Agence fait maintenant appliquer ses garanties dans toutes les installations nucléaires recensées dans les États non dotés d'armes nucléaires et Parties au TNP, ainsi que dans toutes les installations nucléaires dont l'Agence a connaissance dans sept pays non parties au TNP.

Au cours des cinq dernières années, l'Agence a procédé à une analyse statistique détaillée et à l'évaluation de l'efficacité de ses activités liées aux garanties; jamais l'Agence n'a détecté d'écart indiquant un quelconque détournement de quantités importantes de matières soumises aux garanties. Elle a donc conclu que toutes ces matières continuaient de faire l'objet d'activités nucléaires pacifiques ou avaient dûment été répertoriées.

Je voudrais noter que, parmi les pays qui n'ont pas encore adhéré au TNP, certains mènent d'importantes activités nucléaires et ont effectivement ou potentiellement les moyens de produire des explosifs nucléaires. Ces activités, qui ne sont pas soumises aux garanties de l'AIEA, sont une importante source de préoccupation.

Je voudrais maintenant aborder une autre question, à savoir le problème de la prolifération des armes nucléaires. Il y a 20 ans, en 1961, on recensait quatre États

dotés d'armes nucléaires. En 1964, un cinquième État les a rejoints. Depuis, ce nombre est resté inchangé. En 1974, un autre pays a montré qu'il avait maîtrisé la technologie permettant de concevoir un engin explosif nucléaire. Pour garder un sens de la mesure, on doit se souvenir que les cinq États dotés d'armes nucléaires ont réalisé, depuis l'explosion solitaire réalisée en 1974 par un autre État, plus de 400 essais d'armes nucléaires.

Nous devons en conclure que les efforts internationaux visant à limiter la prolifération des armes nucléaires aux cinq États dotés d'armes nucléaires ont à ce jour, et je dis bien à ce jour, remarquablement réussi compte tenu du fait que pendant cette période, une vingtaine de pays ont considérablement accru leur potentiel nucléaire industriel. Globalement, on peut dire que ce résultat a essentiellement été dû à un climat politique international favorable. En 1961, les relations est-ouest étaient tendues et les tensions liées à la guerre froide qui marquaient les débats au sein de l'Agence ont freiné le lancement initial d'un système international de garanties. Heureusement, avec l'arrivée de la détente et l'amélioration de la compréhension mutuelle, un grand pas a pu être accompli avec la conclusion du TNP, qui est entré en vigueur en 1970.

Maintenant, j'estime qu'il est temps de rappeler l'importance fondamentale de la coopération entre les États dotés d'armes nucléaires et Parties au Traité, non seulement pour ce qui est de mettre en place un régime viable de non-prolifération, mais également pour ce qui est de faire respecter les engagements de maîtrise des armements nucléaires pris au titre de l'article VI du

Traité. Dans un sens plus large, un esprit de coopération est indispensable de toutes parts si l'on veut réussir à surmonter les problèmes de prolifération susceptibles de se produire à l'avenir et mener à bien la tâche qui incombe à l'AIEA, en vertu du TNP, de vérifier l'absence de détournement ou de détecter tout détournement qui pourrait avoir lieu. Permettez-moi d'ajouter qu'il faudrait véritablement considérer le TNP comme reposant, d'une part, sur la confiance mutuelle entre les États dotés d'armes nucléaires et les autres États et, d'autre part, sur le point d'appui que constitue la coopération internationale visant à soutenir et à renforcer le régime de non-prolifération.

**Défis.** Les principaux défis qu'il faudra relever dans les années à venir s'inscrivent dans trois directions :

Premièrement, il y a l'avenir de l'énergie nucléaire proprement dit. Si la tendance actuelle persiste, il se pourrait que l'intérêt que présente l'énergie nucléaire ne réside bientôt plus, dans certains pays, que dans ses applications militaires. J'espère que cela ne se produira pas. Comme je l'ai déclaré lors de la Conférence générale de l'Agence en septembre dernier, j'estime, en tant que membre de la communauté scientifique, qu'à long terme la logique et la raison doivent prévaloir. Ceux qui se préoccupent réellement de protéger l'environnement, notre santé et notre sûreté ne manqueront pas de percevoir que, parmi les choix énergétiques dont nous disposons aujourd'hui, l'option nucléaire est la moins néfaste pour l'environnement et la seule qui ne comporte aucun risque de changement climatique à long terme. J'espère donc que

considérant la situation à long terme, les inconvénients des autres solutions ainsi que la nécessité impérative d'un approvisionnement suffisant en énergie seront perçus, non seulement par les dirigeants politiques qui ont à plusieurs reprises réaffirmé, lors de récentes réunions au sommet, l'importance qu'ils attachent à l'énergie nucléaire, mais également par le public, dont les craintes ont été exploitées et à qui on a donné l'illusion qu'il existe des "voies douces" pour se sortir des problèmes énergétiques.

Ce point est également essentiel si l'on veut relever le deuxième grand défi, à savoir mettre la technologie nucléaire à la portée d'un nombre plus important de pays en développement et aider ceux qui l'ont déjà introduite dans leurs programmes nationaux. Leurs problèmes tiennent davantage à des questions de financement, d'infrastructure et de main-d'œuvre qu'à une éventuelle opposition de milieux écologistes. La façon dont nous relèverons ce défi dépendra dans une large mesure du fait de savoir s'il existe ou non une solide industrie nucléaire dans les pays industrialisés et une volonté de partager le progrès technologique avec les pays en développement.

Le troisième défi est celui que j'ai déjà évoqué, à savoir le soutien et le développement du régime viable de non-prolifération. De tous les services que l'AIEA peut proposer à la communauté internationale, celui-ci est, à mon avis, le plus important. N'oublions pas les risques que présente une prolifération. À long terme, ils ne le céderaient qu'au risque de guerre nucléaire. Le fait de savoir si l'on découragera efficacement toute prolifération dépendra principalement des mesures et

politiques adoptées par les pays les plus puissants. L'idéal serait une application pleine et universelle du régime de non-prolifération dans l'esprit comme dans la lettre, que ce soit par l'acceptation universelle du TNP, par des garanties généralisées ou par la pleine application de conventions régionales telles que le Traité de Tlatelolco. Les politiques nucléaires des pays qui exploitent aujourd'hui des installations non soumises à des garanties et capables de produire des matières utilisables dans des armes sont ancrées dans les tensions politiques aiguës qui prévalent dans ces régions. Les mesures de maîtrise et de réduction des armements prévues dans le TNP ne sont pas appliquées; en particulier, nous semblons encore éloignés de l'étape cruciale que représentera une interdiction complète qui, du fait de sa nature non discriminatoire, entraînera une large adhésion et, partant, renforcera le régime de non-prolifération.

Nous devons également conserver à l'esprit qu'il est possible qu'un jour un ou plusieurs pays non dotés d'armes nucléaires soient enclins, pour quelque raison que ce soit, à tester des explosifs nucléaires. Il est à espérer que les pays qui produisent ou pourraient bientôt produire des matières explosives nucléaires comprendront qu'une telle démarche, loin de contribuer à leur sécurité nationale, risque au contraire de lui nuire. Autrement dit, il faut espérer que la sagesse et la retenue prévaudront.

Considérant l'avenir, nous devons être réalistes et ne pas fermer les yeux sur la possibilité d'événements malheureux qui pourraient survenir dans l'industrie nucléaire. Par exemple, malgré toutes les mesures de

précaution existantes, l'éventualité d'un accident nucléaire majeur ne peut pas être totalement exclue.

**Points de vue personnels.** Puis-je maintenant vous faire part brièvement de mon point de vue de spécialiste du nucléaire ayant participé à la conception et à la mise au point de centrales nucléaires.

Dans le monde contemporain, la science et la technologie modernes ont profondément et irrémédiablement modifié notre mode de vie. Stimulant le changement et l'innovation, favorisant la naissance de nouvelles industries et le lancement de vastes projets nouveaux, la science et la technologie ont introduit une prospérité sans précédent dans une partie du monde et ont, pour la première fois de l'histoire, suscité des espoirs dans la partie la moins fortunée et la plus peuplée de la planète, qui peut désormais aspirer, également, à un niveau de vie décent. Je suis fermement convaincu que la science et la technologie nucléaires peuvent contribuer à satisfaire ces aspirations.

Dans le même temps, nous le savons tous, la science et la technologie nucléaires nous ont également donné les moyens de nous autodétruire. Ce sont des dizaines de milliers d'ogives nucléaires qui ont été conçues à des fins destructives. Si l'on ne freine pas la prolifération nucléaire et la course aux armements actuelle, nous risquons de bientôt voir le reste du monde exposé à un plus grand péril. En 25 ans seulement, la puissance explosive des arsenaux nucléaires a été multipliée plus de mille fois et représente une puissance nucléaire correspondant à quelque trois tonnes d'explosifs conventionnels par homme, femme et enfant de la planète. Par ailleurs, les dépenses

militaires – qui dépassent déjà 500 milliards de dollars chaque année dans le monde – continuent de croître à un rythme annuel dépassant 20 milliards de dollars, gaspillant de précieuses ressources matérielles et humaines ô combien nécessaires à l'amélioration des conditions de vie de la majorité de la population mondiale.

La science et la technologie, cela ne fait aucun doute, offrent – pour le meilleur et pour le pire – des possibilités illimitées, mais c'est à nous, les gens, qu'il revient de faire les choix moraux et politiques; et puisque la menace qui pèse sur l'humanité est le fait d'être humains, c'est à l'homme qu'il revient de se prémunir contre lui-même. Au fil des années, on a beaucoup parlé de maîtrise des armements nucléaires, mais en réalité peu a été fait. La tâche est sans aucun doute formidable, mais il n'en existe pas de plus prioritaire.

Aucun pays, petit ou grand, n'est si parfait qu'on lui confie une arme capable d'éliminer toute vie sur Terre. Dans un monde où les pays sont plus souvent mus par la passion que par la raison, divisés par la culture, la race ou l'idéologie ou par une méfiance profonde vis-à-vis de l'autre, l'existence d'importants arsenaux nucléaires n'est sûrement pas propice à la survie. On ne peut pas non plus, comme l'a souligné en 1978 le Document final de la première Session extraordinaire de l'Assemblée générale consacrée au désarmement, bâtir une paix et une sécurité internationales durables sur l'accumulation d'armements dans le cadre d'alliances militaires ou sur un équilibre précaire de dissuasion ou de doctrine de supériorité stratégique. Le monde d'aujourd'hui est au bord d'un abîme. Jamais auparavant

l'humanité n'a connu de péril aussi grave. Une guerre nucléaire signifierait la fin de la civilisation et peut-être l'extinction de la race humaine. C'est pourquoi il est évident que la première priorité de la diplomatie internationale doit être de veiller à ce que, par notre propre folie, nous ne franchissions pas le bord de l'abîme.

Je voudrais ici rappeler à votre souvenir le Manifeste Russell-Einstein de 1955. L'idée selon laquelle la communauté scientifique devrait se préoccuper vivement des dangers pour l'humanité que fait naître l'activité des scientifiques eux-mêmes a été conçue par Bertrand Russell et immédiatement approuvée par Albert Einstein. En fait, la signature du Manifeste a été l'un des derniers actes de sa vie. Tout en appelant les scientifiques à se réunir en conférence pour étudier les moyens d'éviter le danger, le Manifeste priait instamment les gouvernements de prendre conscience que l'humanité était entrée dans une nouvelle phase dans laquelle les différends doivent être réglés par des moyens pacifiques, car dans une guerre nucléaire, il n'y aura pas de vainqueur. Le Manifeste contenait également un appel puissant et émouvant au public : "Nous nous adressons à vous non en tant que représentants de tel ou tel pays, continent ou foi, mais en tant qu'êtres humains, membres de l'espèce humaine, dont l'existence même est en jeu ... Nous tenterons de n'employer aucun mot qui pourrait sembler s'adresser à un groupe plutôt qu'à un autre. Nous sommes tous, au même titre, en danger, et si ce danger est compris, nous pouvons espérer l'éviter collectivement".

Notre avenir, notre civilisation, sont en jeu. Si nous avons un

Bertrand Russell ou un Albert Einstein aujourd'hui, ils se sentiraient obligés de rédiger un nouveau Manifeste, un nouvel appel à la conscience du monde, en termes bien plus graves. Je note avec plaisir qu'il existe dans le monde, aujourd'hui, de nombreuses institutions saisies de ce problème; leurs activités doivent être soutenues. Le fait est qu'il faut mettre fin à la folie de la course aux armements nucléaires, mettre fin à la pente glissante qui mène à l'anéantissement. C'est là ma plus profonde conviction et je voudrais conclure mon dernier discours devant cette Assemblée en lançant un appel solennel, à vous et aux gouvernements que vous représentez, pour vous convaincre qu'il est de votre propre intérêt de subordonner, avant qu'il ne soit trop tard, tout autre objectif à celui d'une maîtrise des armements nucléaires.

Enfin, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à tous les États Membres de l'Organisation des Nations Unies pour la compréhension, la considération et la courtoisie sans faille dont ils ont fait preuve à mon égard durant les 20 années au cours desquelles j'ai eu l'honneur de prendre la parole devant l'Assemblée générale. Je suis certain que vous réserverez le même accueil à mon compatriote et successeur, le Dr Hans Blix.

À l'heure de prendre congé de vous, je vous adresse tous mes vœux de succès dans votre tâche collective qui est de préserver et de renforcer la paix et la sécurité mondiales, de promouvoir l'amitié, la compréhension et la bonne volonté entre les peuples, et de soutenir le progrès économique et social dans le monde en développement. □

## COMPARAISON DES RISQUES D'ACCIDENT DANS DIFFÉRENTS SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES : COMMENTAIRES DE SPÉCIALISTES RUSSES

Un article paru dans le Bulletin de l'AIEA (Vol. 41, n° 1, 1999), intitulé "Comparaison des risques d'accident dans différents systèmes énergétiques : qu'est-ce qui est acceptable ?", a suscité des commentaires du Ministère de l'énergie atomique de la Fédération de Russie. Ces commentaires ont été adressés au Bulletin par le Ministre de l'énergie atomique sous la forme d'une "Lettre à la rédaction" rédigée par L. A. Bolshov, membre correspondant de l'Académie russe des sciences et Directeur de l'Institut de sûreté nucléaire de l'Académie russe des sciences; B. A. Gabaraev, Directeur de l'Institut de recherche-développement en génie énergétique; L. A. Ilyin, membre de l'Académie des sciences médicales de la Fédération de Russie et Directeur de l'Institut national de recherche en biophysique; et A. F. Tsyb, membre de l'Académie des sciences médicales de la Fédération de Russie, Président de la Commission scientifique russe de radioprotection, et Directeur du Centre de recherche médicale de l'Académie russe des sciences médicales. Les commentaires sont repris ci-après accompagnés de la liste complète des références citées.

Les auteurs de l'article du Bulletin de l'AIEA – Andrzej Strupczewski, ancien fonctionnaire de la Division de la sûreté des installations nucléaires de l'AIEA et maintenant Président de la Commission de sûreté nucléaire de l'Institut de l'énergie atomique (Pologne), et Stefan Hirschberg, chef de la Section d'analyse des systèmes et de la sûreté à l'Institut Paul Scherrer (Suisse) – apportent ensuite (page 31) leur réponse aux commentaires.

De nombreux articles analysant les risques d'accidents liés à différents systèmes énergétiques par rapport à ceux liés à l'énergie nucléaire partagent certains stéréotypes. Par exemple :

■ Lorsqu'ils évaluent les risques liés à l'exploitation de ces installations, ils ignorent les améliorations des réacteurs RBMK introduites après l'accident de Tchernobyl.

■ Dans leur évaluation intégrée des conséquences radiologiques de l'accident de Tchernobyl, ils utilisent de nombreuses études contenant fréquemment des données peu fiables et des prévisions erronées, et ils ignorent de nombreux facteurs socio-politiques qui ont considérablement aggravé les dommages causés par l'accident.

Malheureusement, l'étude en question, malgré son actualité et son originalité, n'est pas dénuée de tels défauts.

**Amélioration des réacteurs RBMK.** Après l'accident de Tchernobyl, des mesures de reconstruction et d'amélioration de la sûreté ont été prises dans les centrales nucléaires équipées de réacteurs RBMK, mesures sans précédent dans la pratique mondiale et qui se sont poursuivies jusqu'à ce jour. D'après les études probabilistes de sûreté réalisées avec l'assistance d'experts internationaux [1, 2], la probabilité d'accident grave sur des réacteurs RBMK a diminué de moitié, voire plus, grâce aux mesures susmentionnées.

L'indice de sûreté pondéré moyen pour tous les réacteurs RBMK opérationnels est

de  $10^{-4}$  1/an et diminue grâce à la reconstruction en cours et prévue de toutes les tranches. Toutes les centrales nucléaires opérationnelles équipées de réacteurs RBMK sont donc au même niveau que les réacteurs soviétiques refroidis et modérés à l'eau, qui fonctionnent bien, et les réacteurs à eau bouillante et réacteurs à eau sous pression occidentaux, et satisfont aux recommandations de l'AIEA concernant le niveau de risque des centrales nucléaires de type ancien.

**Conséquences radiologiques de l'accident de Tchernobyl.** Les auteurs de l'article du Bulletin de l'AIEA donnent, s'agissant des conséquences radiologiques distantes de l'accident de Tchernobyl, des estimations comprises entre 10 000 et 30 000 cas fatals de cancer radio-induit, les textes spécialisés fournissant quant à eux des estimations encore plus extrêmes. Cependant, notre expérience de 14 années de surveillance dosimétrique et médicale de la population et du personnel de nettoyage nous incite à considérer de façon quelque peu critique ces estimations.

Toutes les estimations de ce type se fondent sur un modèle de non-seuil linéaire calculé par extrapolation linéaire de la dépendance dose-effet depuis les doses élevées jusqu'aux faibles doses. La validité de cette approche est fortement contestable. Toutes les données existantes (surveillance extensive de dizaines de milliers de travailleurs des industries nucléaires de différents pays et de membres de la cohorte des victimes des bombes atomiques lâchées sur le Japon) donnent à penser qu'il n'existe aucune

augmentation de l'incidence des tumeurs malignes pour des niveaux d'exposition à court terme du corps entier inférieurs à 0,1 Sv. Si l'on tient compte de l'atténuation de l'effet dans des conditions d'exposition chronique, ce niveau peut être fixé à 0,2-0,5 Sv. À ce jour, il n'existe aucune preuve suggérant la possibilité d'un excédent mesurable de tumeurs et de troubles génétiques en-dessous de ce seuil pratique [3].

Si l'on accepte ce seuil, on peut ignorer la pratique le concept de dose collective lorsqu'on évalue le risque d'effets stochastiques dans d'importantes populations à des doses faibles à ultrafaibles [3].

Étant donné les spécificités des doses reçues par le public et par le personnel de nettoyage de Tchernobyl, et les différences qui en résultent pour ce qui est des méthodes utilisées pour prédire et évaluer les conséquences radiologiques, celles-ci doivent être étudiées séparément.

**Conséquences radiologiques pour le public.** Pendant les premières années qui ont suivi l'accident, ses conséquences radiologiques pour le public ont été évaluées sur l'ensemble de la fourchette de doses, y compris dans les endroits les plus contaminés (ce qu'on a appelé la zone d'exclusion absolue, où vivaient environ 270 000 personnes), pour la population de neuf régions contaminées (15,6 millions d'individus) et pour la population de la partie européenne de l'URSS (74,9 millions d'individus) [4]. L'étude en question a utilisé des estimations de dose très prudentes produites en 1988. Ces estimations indiquaient

néanmoins qu'il ne se produirait pas d'augmentation notable de la mortalité du fait de néoplasmes radio-induits au-dessus du niveau spontané, à l'exception d'effets liés à l'exposition de la thyroïde. Par la suite, les estimations des doses reçues par le public ont été révisées à la baisse pour tenir compte de l'efficacité réelle des mesures de protection appliquées. Les doses externes et internes déjà réellement reçues par les individus ont commencé à jouer un rôle croissant dans la dose relative à la vie entière. Dans le même temps, on a commencé à utiliser, dans les évaluations du risque de mortalité supplémentaire, des coefficients plus élevés (Publication n° 60 de la Commission internationale de protection radiologique). Dans les années 90, la dose collective reçue par les 7,2 millions d'habitants de l'ancienne Union soviétique vivant à l'intérieur de l'isoligne de 37 kBq/m<sup>2</sup> (1 Ci/km<sup>2</sup>) a été estimée à environ 70 000 homme-Sv, le nombre de cas hypothétiques de cancer fatal prédits en utilisant l'hypothèse du non-seuil linéaire étant estimé à environ 3 500. Ce chiffre représente 0,35 % du million de cas spontanés de cancer fatal escomptés dans cette cohorte [5].

D'après les évaluations les plus récentes réalisées au cours des 13 années ayant suivi l'accident, les doses efficaces ne sont comparables aux doses cumulées totales imputables pendant la même période à des sources naturelles et médicales (> 50 mSv) que dans les zones les plus contaminées du Bélarus, de Russie et d'Ukraine (où la densité de contamination du sol par le césium 137 est supérieure à 555 kBq/m<sup>2</sup> (15 Ci/km<sup>2</sup>). Le

nombre total d'habitants présentant des doses cumulées supérieures à 50 mSv est d'environ 100 000. Si l'on considère que l'essentiel de la dose interne et externe a maintenant été reçu, on peut penser que la dose collective relative à la vie entière n'excèdera pas, pour cette cohorte, 7 000 homme-Sv. Si l'on suppose, pour le risque de cancer radio-induit fatal, un coefficient pour la vie entière de  $5 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ , le nombre hypothétique de cancers radio-induits fatals escomptés pourrait être de 350. Il faut garder à l'esprit que cette évaluation porte sur des doses individuelles reçues par le public, qui sont trois à cinq fois inférieures au seuil pratique de détection fiable d'effets distants.

L'immense majorité des 7,2 millions d'habitants susmentionnés de l'ancienne URSS vivent dans des régions où le niveau de contamination du sol par le césium s'élève à 30-70 kBq/m<sup>2</sup>. Chez ces individus, les doses cumulées et prévues vont de quelques fractions de mSv à quelques mSv et représentent une faible fraction de l'exposition globale imputable aux rayonnements naturels et aux procédures médicales (4 mSv/an, dont 2,8 mSv provenant de sources naturelles, et 1,2 mSv de pratiques médicales). Compte tenu de ce qui précède, il serait inapproprié d'inclure ce groupe dans la dose collective et dans les calculs d'évaluation des risques.

Comme prévu, quelques années après l'accident de Tchernobyl, on a observé une nette diminution (de dix fois) du nombre de problèmes thyroïdiens dans les groupes de population – enfants et jeunes –

qui avaient reçu les doses les plus élevées dans cet organe. Dans la région russe de Briansk, par exemple, 109 individus qui étaient enfants au moment de l'accident avaient développé, au début de 2000, un cancer de la thyroïde; un seul était décédé [6]. Le Registre national russe de dosimétrie médicale escompte 360 cas de cancer de la thyroïde d'ici à 2006 dans la cohorte d'individus qui étaient enfants ou jeunes au moment de l'accident. On a déterminé le rôle que joue le facteur d'irradiation dans le déclenchement des cancers de la thyroïde. Dans le cas de la Russie, il n'a été établi que pour les individus qui étaient enfants au moment de l'accident et que pour la région de Briansk : un tiers est imputable à l'exposition aux rayonnements, tandis que l'effet "dépistage" explique au moins 66 % de l'augmentation du nombre de cas de cancer de la thyroïde. On soulignera qu'à mesure que les statistiques s'accumulent, les estimations du rôle joué par les rayonnements diminuent : dans les publications antérieures, 85 % des cancers observés étaient attribués aux rayonnements [7].

En fait, il est confirmé que, depuis l'accident de Tchernobyl, on n'a relevé aucune différence notable, ni en ce qui concerne le taux de mortalité global, ni en ce qui concerne la mortalité par cancer, dans la population des régions contaminées de Russie. Le risque de décès par cancer, y compris par leucémie, caractérisant la population de la région de Briansk – région la plus contaminée de Russie – tant avant qu'après l'accident ne diffère pas sensiblement, sur le plan statistique, des chiffres de l'ensemble de la Russie.

L'incidence des cancers au sein de la population adulte des régions contaminées de Russie croît régulièrement, comme dans le reste de la Russie. Cependant, les comparaisons entre les périodes précédant et suivant l'accident et avec d'autres régions indiquent que le facteur Tchernobyl n'a eu aucune influence sur cette augmentation [8].

#### **Conséquences radiologiques pour le personnel de nettoyage.**

Les écarts de prédiction concernant l'augmentation de l'incidence des cancers et de la mortalité chez les nettoyeurs tiennent essentiellement aux différentes estimations du nombre de nettoyeurs présents au fil des années après l'accident et à la répartition des doses au sein de ces cohortes.

Actuellement, environ 600 000 individus détiennent, au Bélarus, en Russie et en Ukraine, des certificats de nettoyeur. En fait, près de trois fois moins d'individus ont participé à des opérations de nettoyage dans la zone de 30 km pendant les années où les doses peuvent avoir joué un rôle significatif pour la prédiction d'effets distants. Des doses supérieures à 100 mSv ne peuvent avoir été reçues en 1986-1987 que par quelques nettoyeurs, qui étaient au total moins de 250 000. D'après des estimations relativement prudentes du Registre national russe de dosimétrie médicale, la mortalité supplémentaire que l'on peut escompter du fait des cancers radio-induits est de l'ordre de 1 000 cas fatals (sur un total de 250 000 nettoyeurs) sur les trois pays [7]. On notera que toutes les estimations analogues utilisent les valeurs de dose officielles, c'est-à-dire la

valeur de dose externe officiellement confirmée pour chaque nettoyeur. Pour déterminer ces doses, on a utilisé aussi bien des méthodes instrumentales que les procédures officielles.

On dispose également d'évaluations plus détaillées des doses individuelles et collectives moyennes reçues par le personnel de nettoyage [9-11], qui tiennent compte de la façon dont la surveillance dosimétrique a été menée dans tous les organismes et départements participant à l'opération. D'après les données scientifiques [11], la dose moyenne reçue par les 117 000 nettoyeurs en 1986 s'élevait à 0,083 Gy, et la dose collective à 9 888 homme.Gy; en 1987, ces chiffres étaient de 0,047 Gy et 5 100 homme.Gy respectivement. Par conséquent, la dose collective reçue par le personnel de nettoyage en 1986-1987 (14 900 homme.Gy) risque de causer environ 600 cas supplémentaires de cancer fatal, si l'on utilise une hypothèse linéaire.

On peut ainsi prévoir 600 à 1 000 cas de cancer fatal imputables, en 1986-1987, dans les trois pays, à l'accident de Tchernobyl parmi le personnel de nettoyage.

Le nombre d'années écoulées depuis l'accident nous permet de nous fier davantage aux résultats de la surveillance médicale menée auprès de la cohorte des nettoyeurs. Au total, depuis 1986-1989, 180 000 nettoyeurs russes ont été surveillés par le Registre national russe de dosimétrie médicale. Les faits montrent que le taux global de mortalité chez les nettoyeurs a été, sur toutes les années qui ont suivi l'accident, statistiquement

inférieur à celui du groupe témoin représentant le public. Ce fait peut être partiellement attribué à l'effet "travailleur en bonne santé", au meilleur traitement médical reçu, etc. Aucune relation n'a été observée entre la dose et la mortalité.

Nous avons prévu une mortalité supplémentaire par cancer supérieure de 3 à 4 % au niveau spontané [3, 7]. On ne peut donc parler de preuves statistiquement fiables d'un excédent lié à Tchernobyl que dans le cas de types rares de cancer (leucémie et cancer de la thyroïde), et seulement après avoir mené une étude épidémiologique approfondie reposant, en particulier, sur une comparaison exacte des effets observés dans les groupes étudiés et témoin.

Les faits corroborent notre thèse. On n'observe aucune augmentation statistiquement significative de l'incidence des cancers et de la mortalité au-dessus du niveau spontané.

On dispose de preuves statistiquement fiables d'une augmentation de la mortalité par leucémie chez les nettoyeurs russes. D'après le Registre, 48 cas de leucose ont été vérifiés dans la cohorte de nettoyeurs russes en 1986-1987, et l'on a estimé qu'un cas sur deux était lié aux rayonnements. On soulignera ici que l'incidence des leucoses radio-induites a culminé quatre à cinq ans après l'accident [10].

Ainsi, le nombre global de cas hypothétiques de cancer fatal parmi le public et les nettoyeurs se situe probablement, si l'on adopte une approche de non-seuil linéaire, entre 1 000 et 4 500. Ce chiffre est inférieur à l'évaluation minimale fournie par les auteurs (10 000 à

30 000 cas) dans l'article en question. Partant, le degré de risque d'accident pour les réacteurs RBMK (en termes de décès/GWe.a (cf. *Bulletin de l'AIEA*, Vol. 41, n° 1, page 27) différera également. En appliquant à l'évaluation des risques proposée le seuil pratique (0,1 Sv pour l'irradiation aiguë et 0,2-0,5 Sv pour l'irradiation chronique), on réduit ces chiffres de 10 à 10<sup>2</sup> fois.

Mis à part la difficulté méthodologique qu'il y a à déterminer la signification sociale de risques aussi faibles, il convient de prendre en compte ce qui suit : les cohortes en question sont exposées à de nombreux autres risques, y compris des risques radiologiques, qui peuvent pour la plupart être considérablement réduits. Ces facteurs comprennent les risques liés aux procédures médicales, au radon domestique, à la pollution chimique de l'environnement, à la qualité des aliments, au mode de vie et aux traitements médicaux. □

#### Références :

1. *Baselina Project, Phase 3, Summary Report, Ignalina Unit 2, Probabilistic Safety Analysis* (juin 1994).
2. *Étude probabiliste et déterministe de la sûreté de la tranche 2 de la centrale nucléaire de Leningrad, compte rendu analytique, LPR 150* (janvier 1999). En russe.
3. Il'in, L.A., *Radiobiologie et médecine radiologique – Problèmes et possibilités d'interaction dans le contexte des activités réglementaires relatives aux rayonnements ionisants*, Med., radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost' 1 (1998), 8-17. En russe.
4. Il'in, L.A., et. al., *Radiocontamination Patterns and Possible Health Consequences of the Accident at the Chernobyl*

*Nuclear Power Plant*, J. Radiol. Prot. 10, 1 (1990), 3-29.

5. Il'in, L.A., *Réglementation de l'impact des rayonnements, irradiation du public et impact sanitaire de l'accident de Tchernobyl*, Med., radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost' 12 (1991), 9-18. En russe.

6. Ivanov, V.K., Gorsky, A.I., Tsyb, A.F., Maksuytov, M.A., Rastopchin, E.M., *Dynamics of Thyroid Cancer Incidence in Russia Following the Chernobyl Accident*, J. Radiol. Prot. 19, 4 (1999), 305-318.

7. Tsyb, A.F., *Conséquences médicales de l'accident de Tchernobyl*, Med., radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost' 1 (1998), 18-23. En russe.

8. Linge, I.I., Melikhova, E.M., Gubanov, V.A., *Taux de mortalité en Russie et énergie nucléaire en tant que facteur de risque*, Izvestiya Akademii Nauk: Energetika 1 (1999), 100-120. En russe.

9. *Dosimétrie rétrospective des nettoyeurs du site de Tchernobyl*, SEDA-STIL', Kiev (1996), 234. En russe.

10. Tsyb, A.F., Ivanov, V.K., *Évaluation des conséquences médicales de l'accident de Tchernobyl sur la base des données du Registre national russe de dosimétrie médicale*, International Journal of Radiation Medicine 1 (1999), 3948. En russe.

11. Il'in, L.A., Kryuchkov, V.P., Osanov, D.P., Pavlov, D.A., *Irradiation des nettoyeurs du site de Tchernobyl en 1986 et 1987 et vérification des données dosimétriques*, Radiatsionnaya biologiya i radioekologiya, 35, 6 (1995), 803-82. En russe.

#### Contact :

M. B. Gabaraev, Research and Development Institute of Power Engineering, P.O. Box 788, Moscou, 101000, Fédération de Russie. Télécopie : +(095) 975-2019. Mél : tam-gonti@etek.ru / Ministère russe de l'énergie atomique : ul. Bolshaya Ordynka, 24/26, Moscou, 109107, Fédération de Russie.

## RÉPONSE DES AUTEURS AUX COMMENTAIRES DES SPÉCIALISTES RUSSES

**N**ous remercions les spécialistes russes pour leurs commentaires concernant notre article. Nous prenons acte des progrès accomplis en matière de réduction des risques liés aux réacteurs RBMK et nous nous félicitons des récentes observations relatives aux conséquences radiologiques de l'accident de Tchernobyl. Néanmoins, nous maintenons que notre article est correct, et en particulier :

- nous notons un malentendu concernant la méthodologie que nous avons utilisée pour l'évaluation comparative;
- nous contestons la déclaration relative à la sûreté de tous les RBMK et selon laquelle celles-ci sont "au même niveau que les réacteurs à eau bouillante et réacteurs à eau sous pression occidentaux";
- nous insistons sur le fait que l'écart entre notre rapport et l'évaluation russe des conséquences radiologiques est dû à l'utilisation d'une hypothèse différente pour l'estimation des conséquences sanitaires des faibles doses de rayonnement.

Pour toute précision concernant notre analyse, nous renvoyons à l'étude originale réalisée par l'Institut Paul Scherrer (PSI) (Suisse) [1].

**Méthode d'étude.** L'étude comparative PSI repose principalement sur l'évaluation de données d'expérience historiques recueillies lors d'accidents survenus entre 1969 et 1996. Les importantes améliorations apportées à la sûreté des RBMK n'entrent pas en ligne de compte dans cette évaluation car l'étude PSI (et notre rapport) n'avait pas pour objet de décrire

le niveau *le plus récent* de sûreté de ces réacteurs, et se limitait, en tout état de cause, à la période 1969-1996. Les mêmes règles ont été appliquées pour l'évaluation de la performance des systèmes à combustibles fossiles et hydro-électriques, c'est-à-dire qu'il *n'a pas* été spécialement tenu compte des dernières améliorations de sûreté qui ont pu être introduites. Pour les réacteurs nucléaires occidentaux, l'étude a recouru à une étude probabiliste de sûreté de niveau 3, car il n'existe, heureusement, aucune donnée d'expérience concernant, pour ces centrales, des accidents graves ayant entraîné des décès. Ce type d'étude probabiliste de sûreté a également été utilisé en raison des différences radicales qui existent sur les plans de la conception et de l'exploitation, par rapport à la centrale de Tchernobyl et aux RBMK. Aucune étude probabiliste de sûreté de niveau 3 n'était disponible pour les RBMK lors de la réalisation de l'étude PSI, et à notre connaissance, il n'en existe toujours aucune. Dans le cas contraire, elle aurait bien entendu été prise en compte.

**Sûreté des réacteurs RBMK.** La fréquence des dommages causés au cœur des RBMK a été grandement réduite par rapport aux niveaux élevés initiaux. Il s'agit là d'une évolution bienvenue et nécessaire. Les quelques études probabilistes de sûreté sur les RBMK réalisées récemment fournissent des renseignements utiles pour ce qui est de déterminer les faiblesses de conception et d'exploitation et de fixer des priorités d'amélioration. Ces études, cependant, continuent d'avoir une portée limitée pour ce qui concerne les événements à

l'origine d'accidents potentiels (les événements externes importants ne sont pas pleinement traités) et ne prennent pas en compte les périodes de faible charge et d'arrêt des réacteurs. En outre, il existe d'importantes différences entre les centrales nucléaires d'Ignalina et de Leningrad tant sur les plans de la fréquence estimative des dommages causés au cœur que du degré de mise en œuvre réelle des améliorations de sûreté.

Bien que le système de localisation d'accident des RBMK, notamment des réacteurs de troisième génération, se soit encore amélioré, les RBMK ne sont toujours pas intégralement confinés comme le sont les réacteurs à eau ordinaire. Cela a d'importantes implications en ce qui concerne la probabilité d'importants rejets de radioactivité en cas de dommage causé au cœur. Les RBMK ne sont pas, non plus, équipés d'un système d'arrêt secondaire pleinement indépendant. Ainsi, la déclaration généralisatrice selon laquelle les RBMK "sont au même niveau que les réacteurs à eau bouillante et réacteurs à eau sous pression occidentaux" est, de notre point de vue, pour le moins contestable.

### Conséquences radiologiques de l'accident de Tchernobyl.

Notre estimation de 9 000 à 33 000 cas latents de cancer fatal se fondait principalement sur l'évaluation CE/AIEA/OMS [2] et sur les observations du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) [3]. Nos travaux ont en outre été étayés par l'étude de textes spécialisés, à savoir environ 140 références, dont de nombreux articles d'auteurs russes. Dans notre article, nous avons souligné que l'estimation fournie était prudente.

Les spécialistes russes, d'après leurs commentaires, arrivent à une estimation comprise entre 1 000 et 4 500, chiffres environ dix fois inférieurs aux nôtres. Ces spécialistes indiquent qu'aucune augmentation des cancers tardifs n'a été observée et que la mortalité des nettoyeurs est inférieure à celle de la population générale. Ces déclarations, venant des autorités russes compétentes en matière de médecine des rayonnements, sont très importantes. Les spécialistes soulignent aussi qu'en règle générale, il n'existe aucune preuve d'excédent mesurable des cancers ou des troubles génétiques en dessous de la dose de 0,1 Sv pour les irradiations aiguës et de 0,2 Sv pour les irradiations chroniques.

Nous approuvons ces déclarations et soutenons la conclusion selon laquelle l'introduction d'un "seuil pratique" dans les calculs de dose réduirait considérablement les conséquences sanitaires potentielles estimatives de l'accident. Cependant, l'évaluation donnée dans notre article reposait sur l'utilisation de l'hypothèse du non-seuil linéaire. Cette hypothèse, malgré son caractère prudent, est la base recommandée par des organismes aussi compétents que la Commission internationale de protection radiologique (CIPR).

L'hypothèse du non-seuil linéaire n'est suivie dans les estimations fournies par les spécialistes russes ni pour les limites basses, ni pour les limites hautes qu'ils fournissent. L'approche suivie par les spécialistes russes ne prend pas en compte les contributions aux doses individuelles inférieures à 50 mSv. Cette omission signifie qu'ils ne tiennent pas compte des conséquences sanitaires éventuellement subies par les personnes évacuées; par une partie des populations de la

zone d'exclusion; par les 6,8 millions d'habitants de l'ancienne Union soviétique qui vivaient dans les zones contaminées; par les secouristes qui ont travaillé sur place en 1988-1990; et par la population de l'ensemble de l'hémisphère Nord, qui a reçu de faibles doses de rayonnement après l'accident.

Dans l'estimation supérieure de l'évaluation CE/AIEA/OMS des cancers fatals latents, 23 000 sur une estimation totale de 33 000 cas concernent la population de l'hémisphère Nord. L'étude PSI note que le nombre estimatif de décès diminuerait considérablement si l'on prenait comme hypothèse un seuil de dose individuelle de 50 mSv par an ou une dose relative à la vie entière de 0,1 Sv.

Ainsi, le principal écart entre l'évaluation CE/AIEA/OMS et les commentaires fournis par les spécialistes russes ne provient pas des estimations de dose. Il provient plutôt de l'approche – les spécialistes russes ne tiennent pas compte des doses de rayonnement comparables à celles reçues pendant la vie entière du fait de pratiques médicales ou de l'exposition aux rayonnements naturels, tandis que l'évaluation CE/AIEA/OMS et l'étude PSI les prennent en compte.

*L'approche russe, qui repose sur une hypothèse de seuil, peut être correcte, et nous pensons personnellement qu'il est raisonnable de l'appliquer pour fournir les meilleures estimations.*

Cependant, notre rapport publié dans le *Bulletin de l'AIEA* reposait sur l'évaluation CE/AIEA/OMS. Il appliquait l'hypothèse du non-seuil linéaire et fournissait, s'agissant des cancers fatals latents, une estimation supérieure prudente correspondant à des hypothèses générales retenues

dans des études comparatives de systèmes énergétiques.

Pour résumer, nous considérons la réaction des experts russes non pas comme une remise en cause de notre article et de ses conclusions générales, mais comme une occasion d'approfondir notre dialogue professionnel sur la justification de l'approche du non-seuil linéaire. Cette question va bien au-delà de l'estimation du nombre de décès potentiels qui pourraient être attribués à l'accident de Tchernobyl, et a une incidence sur le débat concernant l'avenir de l'énergie nucléaire. □

#### Références :

1. Hirschberg S., Spiekerman G., et Dones R., "Severe Accidents in the Energy Sector", *PSI Report Nr. 98-16*, Villigen, Suisse (1998).
2. "Background Papers 1-8" of the *EC/IAEA/WHO International Conference: "One Decade after Chernobyl -- Summing up the Consequences of the Accident"*, Vienne, 8-12 avril 1996, AIEA collection *Comptes rendus*, Vienne (1996).
3. *Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR), "1993 Report to the General Assembly, with scientific annexes"*, Publication des Nations Unies, n° de vente E.94.IX.2, New York (1993).

#### Contact :

Stefan Hirschberg, Institut Paul Scherrer, CH-5232 Villigen PSI, Suisse. Mél. : stefan.hirschberg@psi.ch

Andrzej Strupczewski, Institute of Atomic Energy, 05-400 Otwock-Swierk, Pologne.

Mél. : A.Strupczewski@cyf.gov.pl

*Pour les lecteurs ayant accès à l'Internet, l'article sur l'analyse comparative des risques peut être consulté sur le site Internet WorldAtom de l'AIEA à l'adresse [www.iaea.org](http://www.iaea.org). Se reporter à la section "Periodicals". L'adresse Internet précise de l'article est la suivante : [www.iaea.org/worldatom/Periodicals/Bulletin/Bull411/index.html](http://www.iaea.org/worldatom/Periodicals/Bulletin/Bull411/index.html).*

## CONFÉRENCE GÉNÉRALE 2000 DE L'AIEA : UN ORDRE DU JOUR AMBITIEUX EN MATIÈRE DE COOPÉRATION NUCLÉAIRE

Les États réunis à la Conférence générale de l'AIEA à Vienne ont fixé, en matière de coopération nucléaire internationale pour le XXI<sup>e</sup> siècle, un ordre du jour ambitieux axé sur les questions de la sûreté et de la sécurité dans le monde et du développement durable. Ils ont adopté des résolutions approuvant les programmes mis en œuvre par l'Agence pour renforcer les activités menées dans ses trois principaux domaines d'action – vérification nucléaire, sûreté et technologie; ces activités sont étroitement liées aux grands défis que doit relever la planète. La Conférence générale, qui s'est tenue du 18 au 22 septembre, a réuni des hauts responsables gouvernementaux des 130 États

Membres de l'Agence. Ont notamment été prises les mesures suivantes :

■ Les États Membres ont approuvé des mesures de coopération visant à renforcer la contribution des techniques nucléaires et de leurs applications pacifiques à la satisfaction des besoins élémentaires des humains et au développement durable. Tout au long de la semaine, de nombreux États ont décrit comment ils appliquaient les techniques nucléaires et radiologiques à la production d'électricité, à la gestion de l'eau, à la prévention des maladies et aux soins de santé, à la protection de l'environnement, à l'alimentation, à la nutrition et à l'agriculture. La Conférence générale a adopté des résolutions visant à renforcer



M. Ibrahim Othman (Syrie) a été élu Président de la Conférence générale. (Crédit : Calma/AIEA).

davantage le programme de coopération technique de l'Agence ainsi que ses activités liées aux sciences et techniques nucléaires et aux applications visant la production d'électricité et d'autres fins. Les résolutions adoptées concernaient le dessalement nucléaire de l'eau de mer et la mise au point de réacteurs de faible ou moyenne puissance à des fins de

*suite page 41*

## CONSEIL DES GOUVERNEURS DE L'AIEA



À sa réunion de décembre 2000, le Conseil des gouverneurs de l'AIEA a approuvé le Programme de coopération technique de l'Agence pour 2001-2002. Les projets relatifs à la sûreté des rayonnements, à la sûreté nucléaire et à la sûreté des déchets radioactifs représentent, cumulés, près de 21 % des activités du programme; les projets liés à la santé humaine et au développement alimentaire et agricole occupent également une place importante.

En ce qui concerne les activités de l'Agence liées aux garanties, le Conseil a approuvé deux nouveaux protocoles additionnels, le premier avec Andorre, le second avec la Lettonie. Depuis l'adoption du modèle de Protocole en mai 1997, le Conseil a approuvé au total, avec les États, 57 protocoles additionnels (voir tableau page 34). Afin d'accélérer la conclusion et l'entrée en vigueur d'accords de garanties et de protocoles additionnels, l'Agence a spécialement amélioré son plan d'action. Ce plan renforcera la communication, la formation et l'assistance afin d'utiliser au mieux toutes les ressources de l'Agence pour aider les États Membres à traiter toutes les questions juridiques, techniques et administratives intéressant la conclusion et l'application d'accords de garanties et de protocoles additionnels. Sont notamment prévus des séminaires et des ateliers nationaux et régionaux.

Pendant l'exercice 2000-2001, le Conseil de l'AIEA est présidé par M. I.H. Umar, gouverneur représentant le Nigeria (photo). M. Umar est Directeur général de la Commission de l'énergie du Nigeria. Ont été élus vice-présidents les gouverneurs représentant l'Autriche et la Pologne. Il s'agit de Mme Irene Freudenschuss-Reichl, gouverneur et représentant permanent de l'Autriche auprès de l'AIEA et des organisations internationales à Vienne, et de M. Jerzy Niewodniczanski, président de l'Agence polonaise de l'énergie atomique.

Les États Membres représentés au conseil de l'AIEA pendant l'exercice 2000-2001 sont l'Afrique du Sud, l'Algérie, l'Allemagne, l'Argentine, l'Australie, l'Autriche, le Bélarus, la Bolivie, le Brésil, le Canada, la Chine, Cuba, l'Égypte, l'Espagne, les États-Unis d'Amérique, la Fédération de Russie, la Finlande, la France, le Ghana, l'Inde, l'Indonésie, l'Irlande, la Jamahiriya Arabe Libyenne, le Japon, le Mexique, le Nigeria, le Pakistan, le Pérou, la République Arabe Syrienne, la République de Corée, le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, la Suisse, la Thaïlande et l'Ukraine.

**ÉTAT DES PROTOCOLES ADDITIONNELS**

État	Approbation Conseil AIEA	Signature	Entrée en vigueur
Allemagne <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	*
Andorre	12-7-00		
Arménie	9-23-97	9-29-97	
Australie	9-23-97	9-23-97	12-12-97
Autriche <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	
Azerbaïdjan	6-7-00	7-5-00	11-29-00
Bangladesh	9-25-00		
Belgique <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	
Bulgarie	9-14-98	9-24-98	10-10-00
Canada	6-11-98	9-24-98	9-8-00
Chine	11-25-98	12-31-98	
Chypre	11-25-98	7-29-99	
Croatie	9-14-98	9-22-98	7-6-00
Cuba	9-20-99	10-15-99	
Danemark <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	
Équateur	9-20-99	10-1-99	
Espagne <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	*
Estonie	3-21-00	4-13-00	
États-Unis	6-11-98	6-12-98	
Finlande <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	*
France <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	
Géorgie	9-23-97	9-29-97	
Ghana	6-11-98	6-12-98	provisoire
Grèce <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	*
Hongrie	11-25-98	11-26-98	4-4-00
Indonésie	9-20-99	9-29-99	9-29-99
Irlande <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	
Italie <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	
Japon	11-25-98	12-04-98	12-16-99
Jordanie	3-18-98	7-28-98	7-28-98
Lettonie	12-7-00		
Lituanie	12-08-97	3-11-98	7-5-00
Luxembourg <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	
Monaco	11-25-98	9-30-99	9-30-99
Namibie	03-21-00	3-22-00	
Nouv.-Zélande	9-14-98	9-24-98	9-24-98
Norvège	3-24-99	9-29-99	5-16-00
Nigeria	6-7-00		
Ouzbékistan	9-14-98	9-22-98	12-21-98
Pays-Bas <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	*
Pérou	12-10-99	3-22-00	
Philippines	9-23-97	9-30-97	
Pologne	9-23-97	9-30-97	5-5-00
Portugal <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	
Rép. de Corée	3-24-99	6-21-99	
Rép. tchèque	9-20-99	9-28-99	
Roumanie	6-9-99	6-11-99	7-7-00
R.-U. <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	
Russie	3-21-00	3-22-00	
Saint-Siège	9-14-98	9-24-98	9-24-98
Slovaquie	9-14-98	9-27-99	
Slovénie	11-25-98	11-26-98	8-22-00
Suède <sup>1</sup>	6-11-98	9-22-98	*
Suisse	6-7-00	6-16-00	
Turquie	6-7-00	7-6-00	
Ukraine	6-7-00	8-15-00	
Uruguay	9-23-97	9-29-97	
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>53</b>	<b>18</b>

<sup>1</sup>Les 15 États de l'UE ont tous conclu des protocoles additionnels avec EURATOM et avec l'Agence.  
<sup>2</sup>Ces États ont informé l'AIEA qu'ils satisfont à leurs propres conditions internes d'entrée en vigueur.  
 Cependant, comme stipulé dans les protocoles additionnels conclus avec les États non dotés d'armes nucléaires de l'UE et d'EURATOM, "le protocole additionnel entrera en vigueur à la date à laquelle l'AIEA recevra des États et d'EURATOM notification que leurs conditions respectives d'entrée en vigueur sont réunies."  
 État en décembre 2000. Dates indiquées en mois/jour/année.

**GARANTIES RENFORCÉES DE L'AIEA**

Des accords visant à renforcer l'aptitude de l'Agence à vérifier la nature exclusivement pacifique des matières et activités nucléaires sont récemment entrés en vigueur dans cinq États supplémentaires – l'Azerbaïdjan, la Croatie, la Lituanie, la Roumanie et la Slovénie. Quatre autres États – Andorre, la Lettonie, la Turquie et l'Ukraine – ont signé de tels accords – appelés protocoles additionnels – au cours des derniers mois. En décembre 2000, 57 protocoles additionnels avaient été approuvés par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA (voir tableau).

Des états actualisés sont publiés sur le site Internet *WorldAtom* de l'AIEA à l'adresse [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

**SITUATION EN RPDC**

Un nouveau cycle de discussions techniques entre la République populaire démocratique de Corée (RPDC) et l'AIEA s'est déroulé à Vienne en novembre 2000. Comme l'a indiqué le Directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei, aux réunions du Conseil des gouverneurs tenues en décembre, les discussions ont porté sur les mesures à prendre pour que l'AIEA puisse vérifier que toutes les matières nucléaires faisant l'objet de garanties en RPDC ont été déclarées à l'Agence et sont soumises aux garanties, ainsi que sur la nécessité, pour la RPDC, de coopérer pleinement, ce qui n'a pas été le cas jusqu'à présent.

Comme suite à une demande faite par l'Organisation de développement énergétique de la Péninsule de Corée (KEDO), l'AIEA prévoit d'étudier la sûreté de conception du modèle de centrale nucléaire standard coréenne que l'Organisation doit fournir à la RPDC. Un accord devrait bientôt pouvoir être signé entre l'Agence et l'Organisation.

## FORUM SCIENTIFIQUE SUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS : TRANSFORMER LES CHOIX EN SOLUTIONS

Un Forum scientifique international organisé pendant la Conférence générale s'est penché sur les résultats obtenus et les défis qui restent à relever dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs. Dans un rapport à la Conférence générale décrivant les résultats du Forum, l'AIEA a été



Le Dr Jackson, qui a présidé le Forum scientifique.  
(Crédit : Calma/AIEA)

instamment priée de faciliter l'échange international de données d'expérience concernant certaines questions techniques et sociales, la collaboration pour ce qui est de créer des possibilités de recherche et de développement, et la poursuite de l'examen, par des confrères, de programmes et d'activités mis en œuvre dans les États Membres.

Ont participé au Forum des experts internationaux, des responsables gouvernementaux des États Membres de l'AIEA et des représentants de plusieurs organisations. Les participants ont examiné la situation de la gestion des déchets radioactifs dans le monde; étudié des questions techniques et liées à la sûreté; et présenté divers points de vue sur les problèmes, les solutions et les prochaines mesures qui pourraient être prises.

Dans son discours d'ouverture, le Dr Shirley Jackson, qui présidait le Forum, a appelé l'attention sur ce qu'elle a décrit comme étant les trois réalités constituant le cœur du débat sur la gestion des déchets radioactifs – la réalité physique, la réalité technologique et la réalité sociale. Chaque type de réalité, a-t-elle dit, pose à la communauté internationale des problèmes pour ce qui est d'avancer des solutions qui soient applicables à tous les pays. Le Dr Jackson, qui a autrefois dirigé la Commission de la réglementation nucléaire des États-Unis, préside actuellement le Rensselaer Polytechnic Institute de New York (États-Unis).

Dans sa déclaration d'ouverture, le Directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei, a souligné la nécessité de transformer les choix en solutions. "Il est impératif, pour l'avenir de la technologie nucléaire, que nous mettions au point, en matière de gestion des déchets radioactifs, des solutions acceptables par le public", a-t-il précisé.

Le Forum s'est terminé par un débat qui a porté sur des questions intéressant les futures orientations et sur le rôle de la coopération régionale et interna-



tionale. Ont notamment été soulignés les points suivants :

- Il existe des solutions techniques permettant de gérer en toute sûreté les déchets radioactifs, mais elles doivent être acceptées par le public;
- Il faut mettre en place, pour la prise de décisions, un processus de participation structuré;
- Il est peu probable que toutes les parties parviennent à un consensus; il est donc indispensable de mettre en place un processus de prise de décisions structuré, transparent et associant le public;
- Le processus de prise de décisions doit prévoir la possibilité d'inverser des décisions ultérieurement;
- Les groupes influents chargés des décisions politiques n'ont pas encore pris part au débat;
- Des progrès restent à faire au niveau national, en particulier pour ce qui est de l'implantation des dépôts;
- Il importe de disposer d'un cadre juridique et réglementaire stable;
- Pour la mise au point de techniques et de normes de sûreté, une coopération internationale peut compléter les programmes nationaux;
- Il est nécessaire, dans le contexte du stockage définitif, de clarifier les notions de "possibilité de reprise" et de "réversibilité".

Ont participé à la discussion, qui était présidée par le Dr Jackson, M. Roger Clarke, Président de la Commission internationale de protection radiologique; M. Alec Baer, Président du Groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire; M. K. Balu, du Centre de recherche atomique de Bhaba (Inde); M. Simon Carroll, de Greenpeace International; M. George Dials, de TRW Environmental Systems, Inc. (États-Unis); M. A.-C. Lacoste, de la Direction de la sûreté des installations nucléaires (France); et M. Huating Yang, de la Société nucléaire nationale de Chine.

On trouvera des renseignements complets concernant le Forum sur le site Internet *WorldAtom* de l'AIEA à l'adresse [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

## ACTIVITÉS DE VÉRIFICATION MENÉES PAR L'AIEA AU TITRE DE L'INITIATIVE TRILATÉRALE

Evgueni Adamov, Ministre de l'énergie atomique de la Fédération de Russie, le Général John Gordon, Administrateur de la National Nuclear Security Administration des États-Unis, et Mohamed ElBaradei, Directeur général de l'AIEA, se sont réunis à Vienne le 18 septembre 2000 pour faire le point des progrès accomplis dans le cadre de l'Initiative trilatérale. Cette initiative a été lancée en 1996 afin de mettre au point un nouveau système de vérification, par l'AIEA, des matières d'origine militaire signalées comme étant retirées du service par les programmes de défense des États-Unis ou de la Fédération de Russie. Le retrait de matières fissiles d'origine militaire des programmes de défense de ces États s'effectue en vertu des obligations qu'ils ont contractées au titre de l'article VI du Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP). Les activités de vérification menées par l'AIEA au titre de l'Initiative ont pour but de convaincre la communauté internationale de ce que les matières fissiles soumises par l'un ou l'autre des deux États aux vérifications de l'Agence sont retirées de façon irréversible des programmes d'armement nucléaire.

Le système de vérification et les méthodes à appliquer doivent – c'est là l'une de leurs spécifications essentielles – permettre à l'AIEA

de tirer des conclusions crédibles et indépendantes pour garantir que les objectifs de la vérification sont atteints. Dans le même temps, chaque État doit, conformément aux obligations qu'il a contractées au titre de l'article I du TNP, veiller à ce que l'AIEA n'obtienne aucune information concernant la conception ou la fabrication de telles armes.

D'importants progrès ont été accomplis vers l'achèvement d'un Modèle d'accord de vérification devant servir de base aux accords bilatéraux conclus entre l'AIEA et chacun des États. Le Modèle d'accord de vérification ainsi que des recommandations de financement et des devis concernant les activités que l'AIEA devra entreprendre au titre des nouveaux accords seront présentés en temps voulu au Conseil des gouverneurs de l'AIEA.

Dans le domaine technique, les trois parties élaborent et testent, en collaboration, des équipements spéciaux destinés à vérifier des formes classifiées de plutonium. Ces équipements comprendront des systèmes de mesure de neutrons et de rayonnements gamma, qui seront utilisés dans le cadre d'un système de "barrières d'informations" conçu pour permettre aux inspecteurs d'obtenir des informations suffisantes pour garantir la crédibilité et l'indépen-

dance de la vérification, tout en les empêchant d'accéder à des informations classifiées.

On s'emploie actuellement à parvenir à un accord concernant les modalités de vérification à appliquer à certaines installations recensées par la Fédération de Russie et les États-Unis où les nouveaux accords s'appliqueraient. Dans la Fédération de Russie, quatre cycles de discussions ont eu lieu concernant les méthodes de vérification à appliquer au Centre de stockage de matières fissiles Mayak, situé à Ozersk. Aux États-Unis, des discussions entre les experts américains et ceux de l'AIEA s'agissant des modalités d'inspection applicables à la zone de stockage K située sur le site de Savannah River progressent bien.

MM. Adamov, Gordon et ElBaradei ont fixé pour leurs organisations respectives, pour l'année à venir, un programme de travail visant l'achèvement du Modèle d'accord de vérification, l'essai de systèmes spécialisés de vérification et de surveillance, l'élaboration de procédures d'inspection, et l'adoption des mesures techniques de base liées à la vérification des matières fissiles couvertes par l'Initiative. Ils ont décidé que les dirigeants des trois organisations se réuniraient de nouveau en septembre 2001 pour planifier la mise en œuvre de l'Initiative trilatérale.

## L'AIEA SOUTIEN LA MISE EN ŒUVRE DES CONVENTIONS ET PLANS D'ACTION RELATIFS AUX MERS RÉGIONALES

L'AIEA a accueilli à Monaco, en novembre 2000, les participants à la 3<sup>e</sup> Réunion mondiale des conventions et plans d'action relatifs aux mers régionales. Cette manifestation a réuni plusieurs experts de différents organismes des Nations Unies en vue d'inten-

sifier les activités visant à protéger le milieu marin.

Seul laboratoire marin du système des Nations Unies, le Laboratoire de l'environnement marin (LEM) de l'AIEA était idéalement placé pour accueillir la réunion. Plusieurs questions essen-

tielles ont été abordées à cette réunion des conventions relatives aux mers régionales, et les plans d'action se sont révélés présenter un intérêt et une pertinence considérables pour le LEM. Il s'agit notamment du Programme mondial d'action pour la

protection du milieu marin contre la pollution d'origine tellurique, des conventions de l'Organisation maritime internationale (OMI) relatives aux polluants chimiques et de l'instrument juridiquement contraignant relatif aux polluants organiques persistants.

Le LEM a été fondé en 1961 avec le soutien vigoureux de la Principauté de Monaco. Ce soutien s'est poursuivi, comme en a témoigné la mise à disposition, il y a deux ans, de locaux plus vastes nouvellement rénovés sur le port de Monaco. Le laboratoire a initialement été créé pour étudier les effets des essais d'armes nucléaires sur le milieu marin. L'AIEA reste l'institution compétente des Nations Unies pour ce qui est de la radioactivité marine et de l'utilisation des radionucléides aux fins de l'étude des processus qui interviennent dans le milieu marin. Cependant, le LEM a étendu ses

activités à d'autres aspects de la pollution marine pour répondre aux demandes et aux besoins d'autres organismes des Nations Unies, notamment le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'UNESCO. Le LEM dispose ainsi de compétences dans l'étude des métaux lourds, des hydrocarbures pétroliers, des polluants organiques persistants et des biocides marins.

Les conventions et plans d'action relatifs aux mers régionales revêtent une importance particulière pour le LEM. Ce dernier a une longue histoire de collaboration avec le PNUE et avec le Programme relatif aux mers régionales, notamment dans le cadre de ses activités d'assurance de la qualité et de chimie analytique appliquées au milieu marin. Le laboratoire a soutenu le

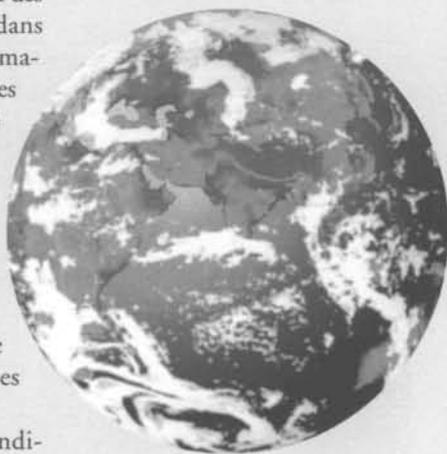
Programme grâce à l'acquisition d'une base de données comprenant des mesures fiables et comparables concernant un large éventail de polluants marins tant organiques qu'inorganiques. Aujourd'hui, le LEM coopère étroitement avec le Plan d'action pour la Méditerranée, le Programme pour l'environnement de la mer Noire, et le Plan d'action de Koweït. Le laboratoire aide actuellement le Programme pour l'environnement de la mer Caspienne à étudier les polluants présents dans les sédiments de cette région.

La réunion a permis de relancer le Programme relatif aux mers régionales et de resserrer les liens noués au niveau international. Ayant coordonné le Programme interorganisations (associant l'AIEA, le PNUE, la COI et l'UNESCO) sur la pollution marine, le LEM s'est félicité de ces initiatives.

## UTILISATION DES TECHNIQUES ISOTOPIQUES DANS L'ÉTUDE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Des spécialistes de l'utilisation des techniques isotopiques dans l'étude des changements climatiques et d'autres phénomènes environnementaux se réuniront à Vienne en avril 2001 dans le cadre d'une conférence internationale. Les résultats de leurs études aident à améliorer les modèles scientifiques qui permettent de comprendre et de prévoir les changements climatiques.

Les isotopes sont des indicateurs de paramètres liés au climat tels que la température de l'air de surface, l'humidité relative de l'atmosphère et les précipitations. En outre, la dynamique et les processus de transport et de mélange atmosphériques qui régissent les conditions clima-



tiques et les échanges air-mer peuvent être étudiés en mesurant les radio-isotopes. Les recherches se sont développées dans le but de prévoir les phénomènes climatiques. On peut comprendre l'évolution actuelle de l'environ-

nement, en particulier celle des conditions climatiques, en mesurant des données historiques dans les concentrations d'archives naturelles que sont les carottes glaciaires, les sédiments lacustres et marins, les coraux, les eaux fossiles, les dépôts de cavernes et les cernes d'arbres.

La Conférence internationale sur l'étude des changements climatiques à l'aide de techniques isotopiques doit se tenir à Vienne du 23 au 27 avril 2001. Elle sera coordonnée par la Division des sciences physiques et chimiques de l'AIEA et par le Laboratoire de l'environnement marin de Monaco. Pour tout renseignement, on peut s'adresser à l'AIEA ou consulter le site Internet *WorldAtom* de l'Agence à l'adresse [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

## FERMETURE DE TCHERNOBYL : LA SÛRETÉ, PRIORITÉ DE L'AIEA

Depuis la fermeture de la centrale nucléaire de Tchernobyl le 15 décembre 2000, l'AIEA attache une grande importance à de nouveaux projets techniques qui aideront le pays à mettre la centrale hors service sans danger et à gérer en toute sûreté ses déchets radioactifs.

Ces nouveaux projets sont les derniers exemples en date de la participation de l'Agence à des phases clés de la vie de la centrale de Tchernobyl depuis l'accident catastrophique qui y est survenu en avril 1986.

■ Peu après l'accident, début mai 1986, le Directeur général s'était rendu sur le site de la centrale de Tchernobyl, jetant les bases du premier examen faisant, à ce sujet, autorité dans le monde et dont les conclusions seraient présentées lors d'une réunion internationale organisée à l'AIEA en août 1986.

■ En octobre 1989, l'AIEA a coordonné une étude internationale portant sur les conséquences radiologiques, environnementales et sanitaires de l'accident. Entre mars 1990 et juin 1991, il a été organisé, au total, 50 missions de terrain menées par 200 experts provenant de 25 pays, de sept organisations et de 11 laboratoires.

■ En avril 1996, l'AIEA a coparrainé avec l'Organisation mondiale de la santé et la Commission européenne une conférence internationale où a été dressé un bilan des conséquences de Tchernobyl dix ans après l'accident. Ont participé à cette conférence 800 experts provenant de 71 pays et de 20 organisations.

■ Depuis 1990, l'AIEA a dépensé plus de 3 millions de dollars pour étudier l'impact social et humain des conséquences de l'accident. Une attention spéciale a été accordée à la mise en œuvre, au

Bélarus, en Ukraine et en Russie, de projets de remise en état et autres, comme la création de centres de surveillance radiologique et la régénération de terres agricoles contaminées.

**Phase de déclassement.** La nouvelle phase – dite de déclassement – entamée à la centrale comprendra une série de mesures échelonnées sur plusieurs années. L'Agence proposera des services techniques et des conseils en matière de gestion afin de faciliter la planification et la mise en œuvre du projet de déclassement, qui porte sur trois réacteurs de type RBMK. Le projet lui-même, exécuté par une nouvelle entreprise créée par le Gouvernement ukrainien, devrait englober les activités de décontamination des bâtiments, des sols et des eaux ainsi que d'extraction du combustible usé des réacteurs, opération qui devrait prendre une dizaine d'années.

D'autres nouveaux projets mis en œuvre par l'AIEA en Ukraine ont trait à la gestion sûre des

déchets radioactifs, à l'offre de services de sûreté des centrales nucléaires et à la planification énergétique. L'Agence propose notamment d'étudier des techniques rationnelles de traitement des déchets et des solutions de stockage fiables, et de faciliter la gestion des combustibles contenant des matières radioactives. Un nouveau projet vise à soutenir les efforts déployés autour du sarcophage – ou massif de protection – enveloppant le quatrième réacteur de Tchernobyl, détruit lors de l'accident de 1986. Un autre projet vise à améliorer l'efficacité de la réglementation nucléaire ukrainienne et à fournir les équipements nécessaires pour conformer les centrales nucléaires ukrainiennes toujours opérationnelles aux normes de sûreté internationalement acceptées.

**Des mesures de sûreté bienvenues.** Les nouveaux projets mis en œuvre en Ukraine s'inscrivent dans le cadre du Programme de coopération

*En août 2000, le Directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei (centre) et des hauts fonctionnaires de l'Agence ont visité la centrale de Tchernobyl.*



technique de l'Agence pour 2001-2002, qui a été approuvé en décembre 2000 par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA. Le Directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei, a souligné l'importance de ces mesures.

“L'AIEA a toujours veillé à aider l'Ukraine à exploiter de façon sûre et fiable ses centrales nucléaires, et à faire face aux conséquences de l'accident de Tchernobyl”, a-t-il déclaré. “Nous restons disposés à aider, pour autant que nos ressources nous le permettent, les autorités ukrainiennes à déclasser en toute sûreté les réacteurs de Tchernobyl.”

Le Dr ElBaradei a souligné que l'Agence recherchait des fonds supplémentaires pour compléter les crédits limités alloués à ses programmes techniques. Ces fonds seraient utilisés, a-t-il précisé, pour poursuivre d'autres activités prévues en rapport avec Tchernobyl – surveillance, dans les régions les plus touchées par l'accident, du niveau de radioactivité des aliments, et aide à l'établissement d'un centre ukrainien de formation à la radioécologie, qui contribuerait à offrir au personnel de la centrale fermée de nouvelles possibilités d'emploi et de formation.

Le Directeur général, qui s'est rendu en Ukraine et sur le site de la

centrale de Tchernobyl en août 2000 afin de discuter, notamment, de sûreté nucléaire avec les responsables du pays, a déclaré que l'Agence notait avec satisfaction que la décision prise par l'Ukraine de fermer la centrale était justifiée par des motifs de sûreté. Il a ajouté qu'il était encourageant de constater, dans la demande d'assistance technique adressée à l'Agence, que la politique nucléaire du pays accordait une grande importance à la sûreté. Il a également annoncé que le Directeur général adjoint de l'AIEA chargé de la sûreté nucléaire, M. Zygmund Domaratzki, participerait en Ukraine à la cérémonie de fermeture de la centrale prévue le 15 décembre.

**Réunion d'information sur Tchernobyl.** Le 7 décembre 2000, à l'AIEA, des responsables ukrainiens ont présenté différents aspects de la fermeture de la centrale de Tchernobyl. Sont intervenus, à cette occasion, M. Olexander Smychlialev, vice-ministre de l'environnement et des ressources naturelles et chef du Département de la réglementation nucléaire, et M. Vadim Gryschenko, chef adjoint de ce département.

Confirmant la fermeture de la centrale de Tchernobyl, M. Smychlialev s'est félicité de l'approbation, par le Conseil de

l'AIEA, de nouveaux projets d'assistance technique. Il a souligné, toutefois, qu'une tâche “colossale” s'annonçait alors que l'Ukraine continuait de dépendre fortement du soutien financier de la communauté internationale, tant pour ce qui est de mettre en place de nouvelles sources d'électricité que de déclasser la centrale en toute sûreté. Il a ajouté que le Parlement ukrainien, lors d'auditions récemment consacrées à la fermeture de Tchernobyl, avait appelé tous les pays à contribuer au financement de ces activités. On estime que la première phase de déclassement des trois réacteurs, prévue pour durer cinq ans, coûtera environ 85 millions de dollars par an, les activités consistant principalement à extraire les déchets et le combustible nucléaire. En ce qui concerne l'impact social de la fermeture, M. Smychlialev a déclaré qu'environ 10 000 travailleurs de Tchernobyl perdraient leur emploi à la fermeture de la centrale. Il a précisé que le Parlement ukrainien avait affecté des crédits au recyclage et à la satisfaction d'autres besoins sociaux, mais que, de par leur ampleur, les demandes escomptées nécessiteraient un soutien financier plus important.

## DÉCLARATION DU DIRECTEUR GÉNÉRAL DEVANT L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DES NATIONS UNIES

En novembre 2000, le Directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei, a pris la parole devant l'Assemblée générale des Nations Unies, appelant l'attention sur les points forts de l'activité menée par l'AIEA dans les domaines de la technologie, de la vérification et de la sûreté.

Dans le domaine de la technologie, le Directeur général a souligné la nécessité d'encourager, en matière de réacteurs et de cycle du

combustible, les évolutions innovantes associant sûreté intrinsèque, rendement satisfaisant, flexibilité dimensionnelle et protection efficace contre les détournements ou les usages impropres de matières nucléaires. L'Agence prévoyait d'instituer, en 2000, une équipe spéciale sur les réacteurs innovants chargée d'évaluer les besoins des usagers, d'examiner les initiatives nationales et internationales et de recenser les domaines dans lesquels

il faudrait encourager des activités supplémentaires de recherche-développement.

Évoquant l'utilisation d'autres techniques nucléaires aux fins d'un développement durable, M. ElBaradei a noté qu'en 2025, près des deux tiers de la communauté mondiale seraient confrontés à des pénuries d'eau potable. Outre l'étude de techniques de dessalement, l'Agence commençait par conséquent à examiner comment

l'on pourrait utiliser des accélérateurs avancés à faisceaux d'électrons pour décontaminer et désinfecter les eaux usées et l'eau d'alimentation.

Dans un autre domaine d'application, on exploitait, avec l'aide de l'AIEA, les rayonnements ionisants pour purifier les émissions de cheminées de centrales à charbon, des projets spécifiques étant mis en œuvre en Bulgarie, en Chine, au Japon et en Pologne.

Abordant le domaine de la vérification, le Directeur général a noté qu'il restait à 51 États parties au Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TNP) à mettre en vigueur les accords de garanties généralisées conclus avec l'AIEA, et qu'à ce jour, un nombre relativement faible d'États mettaient en œuvre un protocole additionnel à de tels accords accordant aux inspecteurs de l'AIEA un accès élargi aux informations et aux sites. Il a instamment prié les États qui ne l'avaient pas encore fait à conclure et à mettre en vigueur des accords de garanties et des protocoles.

S'agissant de la République populaire démocratique de Corée (RPDC), le Directeur général a indiqué que l'AIEA n'avait jamais été en mesure de vérifier que toutes les matières nucléaires présentes dans le pays et soumises aux garanties avaient été déclarées. Étant donné que l'Agence aurait besoin de trois à quatre ans pour réaliser une évaluation complète, les activités de vérification devraient commencer immédiatement si l'on voulait que le projet de construction d'un réacteur conformément à l'accord-cadre conclu avec les États-Unis progresse comme prévu. Le Directeur général a ajouté : "Vu les événements positifs survenus récemment sur la péninsule coréenne, j'espère que la RPDC sera bientôt disposée à engager à cette fin une coopération

## LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE 2000 EN LIGNE

On trouvera sur Internet divers renseignements concernant la Conférence générale 2000 de l'AIEA : documents, rapports, déclarations, communiqués de presse, clips d'actualité et sélection de photographies d'expositions, manifestations, séances et participants. On peut également consulter, sur le site Internet *WorldAtom* de l'Agence, les archives de conférences générales précédentes. Le texte intégral des déclarations du Directeur général – tant à la Conférence générale qu'à l'Assemblée générale des Nations Unies – peut être consulté sur le site Internet *WorldAtom* à l'adresse [www.iaea.org](http://www.iaea.org).

active avec l'Agence". (voir également page 34)

Dans le domaine de la sûreté, enfin, M. ElBaradei a déclaré que l'Agence continuait de placer l'accent, au niveau international, sur la question des déchets nucléaires afin d'accélérer l'adoption de solutions éprouvées et de réduire les écarts de perception qui existent entre les techniciens – qui estiment que le stockage dans des formations géologiques est sûr, réalisable et écologiquement rationnel – et le public, qui reste sceptique.

Pour conclure, le Directeur général a déclaré que l'AIEA continuerait de veiller à ce que les avantages liés aux techniques nucléaires profitent à l'ensemble de la planète, à ce que les activités nucléaires pacifiques soient menées en toute sûreté, et à ce que la communauté internationale dispose d'un cadre solide et crédible lui permettant de limiter la prolifération des armes nucléaires et de progresser vers le désarmement nucléaire.

**Résolution de l'Assemblée générale des Nations Unies.** En novembre 2000, l'Assemblée générale des Nations Unies a adopté une résolution relative aux activités de l'AIEA. Cette résolution prie

## NEWS CLIPS



- Clip 1 [Quicktime](#) | [AVI](#)  
DG's Statement
- Clip 2 [Quicktime](#) | [AVI](#)  
Radioactive Waste
- Clip 3 [Quicktime](#) | [AVI](#)  
Plenary Scenes
- Clip 4 [Quicktime](#) | [AVI](#)  
Nuclear Cooperation



instamment les États de s'efforcer d'instaurer une coopération internationale efficace et harmonieuse pour aider l'Agence à promouvoir l'utilisation de l'énergie nucléaire et l'application de mesures destinées à renforcer encore la sûreté des installations nucléaires afin de réduire les risques pour la vie, la santé et l'environnement; améliorer les activités d'assistance technique et de coopération proposées aux pays en développement; et assurer l'efficacité et l'efficience du système de garanties de l'AIEA.

S'agissant des garanties, les auteurs de la résolution se sont déclarés vivement préoccupés par le non-respect de celles-ci par la RPDC et ont instamment prié ce pays de coopérer pleinement avec l'Agence. En ce qui concerne l'Iraq, la résolution a souligné à la fois la nécessité d'une pleine application, par l'Iraq, de toutes les résolutions pertinentes du Conseil de sécurité et d'une reprise sans délai des activités permanentes de surveillance et de vérification.

Pour de plus amples renseignements, consulter le site Internet de l'Organisation des Nations Unies à l'adresse [www.un.org](http://www.un.org).

## CONFÉRENCE GÉNÉRALE 2000 DE L'AIEA

*suite de la page 33*

production d'eau potable; l'application de la technique de l'insecte stérile; l'application éventuelle de techniques nucléaires à la localisation des mines terrestres; et le rôle de l'énergie nucléaire dans l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

■ Les États Membres ont approuvé des mesures visant à renforcer le système des garanties, et l'application de protocoles additionnels renforçant l'aptitude de l'Agence à détecter les matières et activités nucléaires non déclarées. Tout au long de la semaine, des États Membres ont fait état de progrès vers la conclusion d'un protocole additionnel avec l'Agence (voir tableau page 34). Se félicitant de ces mesures, la Conférence générale s'est de nouveau déclarée convaincue que les garanties de l'Agence peuvent permettre d'instaurer une plus grande confiance entre les États et contribuer ainsi à renforcer leur sécurité collective.

Dans une résolution distincte consacrée aux mesures de lutte contre le trafic illicite de matières nucléaires et d'autres sources radioactives, la Conférence s'est félicitée des efforts constants déployés par l'Agence et a appelé les États à renforcer davantage encore leurs moyens de lutte contre le trafic illicite.

■ Les États Membres ont souligné la contribution importante de l'AIEA à l'amélioration de la sûreté nucléaire, de la sûreté radiologique et de la sûreté des déchets et à la promotion d'une coopération internationale dans ce domaine. La Conférence générale a adopté plusieurs résolutions visant à renforcer le cadre international de sûreté, y compris l'ensemble de normes de sûreté de l'Agence et les

conventions internationales relatives à la sûreté. Ont notamment été adoptées des résolutions concernant la sûreté de la gestion des déchets radioactifs; la formation théorique et pratique à la radioprotection, à la sûreté nucléaire et à la gestion des déchets; la sûreté du transport des matières radioactives; les critères radiologiques applicables aux radionucléides à longue période présents dans les biens de consommation, en particulier les aliments et le bois; la sûreté des réacteurs de recherche nucléaires; et les conventions internationales de sûreté relatives à la planification et à l'assistance d'urgence, ainsi qu'à la notification rapide d'un accident nucléaire.

■ Les États Membres ont soutenu la mise en œuvre intégrale des activités de vérification menées par l'AIEA en Iraq et en République populaire démocratique de Corée (RPDC). La Conférence générale a adopté une résolution appelant l'Iraq à appliquer pleinement toutes les résolutions pertinentes du Conseil de sécurité et à coopérer pleinement afin de permettre à l'Agence de mener à bien les activités de surveillance et de vérification nucléaires qui lui avaient été confiées; elle a noté avec préoccupation que les dernières inspections menées par l'Agence conformément à un mandat du Conseil de sécurité remontaient à décembre 1998. L'Iraq a été instamment prié de présenter sans autre délai les déclarations semestrielles requises par le plan de vérification.

S'agissant de la RPDC, la Conférence a adopté une résolution priant cette dernière de respecter pleinement les termes de



son accord de garanties et de prendre toutes les mesures jugées nécessaires par l'Agence pour conserver les informations utiles à sa vérification. On s'est félicité des évolutions positives notées en Asie du Nord-Est et la résolution a exprimé l'espoir qu'elles ouvriraient la voie à des progrès vers la pleine application des garanties en RPDC.

■ Les États Membres ont prié le Directeur général de l'AIEA d'organiser une réunion sur l'application des garanties au Moyen-Orient. La décision de la Conférence générale prie spécifiquement le Directeur général de prendre des dispositions en vue d'organiser une réunion où les participants du Moyen-Orient et d'autres parties intéressées pourraient prendre connaissance de l'expérience d'autres régions, y compris dans le domaine des mesures de confiance à prendre en vue de l'établissement d'une zone exempte d'armes nucléaires.

■ Des progrès ont été signalés dans le domaine de la vérification, par l'AIEA, de matières nucléaires provenant de programmes militaires américains et russes. Pendant la semaine de la Conférence générale, des discussions ont eu lieu entre le Ministre russe Evgueny Adamov, le Général américain John Gordon et le Directeur général de l'AIEA, Mohamed ElBaradei (voir page 36).

■ **Nominations à l'AIEA.** Ont récemment été nommés à l'AIEA : M. Kwaku Aning (Ghana), Secrétaire des organes directeurs au Bureau des relations extérieures et de la coordination des politiques; M. Manfred Boemeke (Allemagne), Chef de la Section d'édition des publications à la Division des services de conférence et de la documentation; et Mme Catherine Monzel (États-Unis), Chef de la Section du recrutement et du perfectionnement du personnel à la Division du personnel.

■ **Lutte contre les infections.** Une nouvelle brochure, intitulée *Combating Infection in Developing Countries*, décrit comment les techniques nucléaires sont utilisées dans la lutte contre les maladies infectieuses, qui causent chaque année environ 13 millions de décès. Or, il serait possible de prévenir un grand nombre de ces décès si l'on disposait localement de moyens de diagnostic rapides et de traitements efficaces. La brochure présente les principales maladies, y compris la maladie de Chagas, l'hépatite, le paludisme et la tuberculose, et rend compte des activités mises en œuvre par l'Agence pour aider les pays à utiliser les techniques nucléaires à des fins diagnostiques et thérapeutiques. Des exemplaires de cette brochure, qu'on peut consulter en

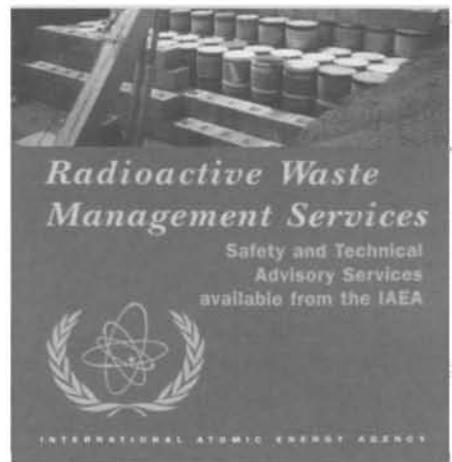
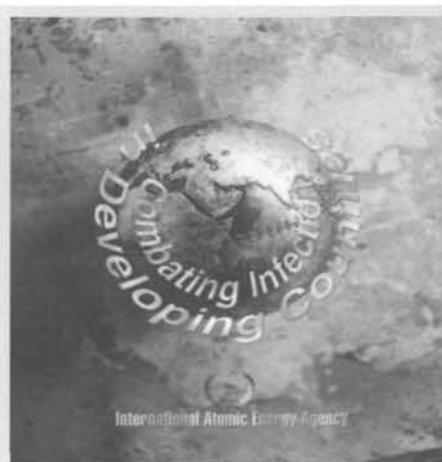
ligne sur le site Internet *WorldAtom*, peuvent être obtenus auprès de la Division de l'information de l'AIEA.

■ **Assistance et développement.** Les efforts déployés par l'AIEA pour élargir la coopération aux fins du développement des applications pacifiques du nucléaire visent à combler certains écarts critiques. Dans des entretiens publiés dans *EarthTimes* et *ICTP News*, Mohamed ElBaradei, Directeur général de l'AIEA, a passé en revue les futurs défis et opportunités. Ces deux entretiens peuvent être consultés sur *WorldAtom*.

■ **Modifier les garanties internationales.** Dans un discours d'orientation prononcé aux États-Unis, M. Pierre Goldschmidt, Directeur général adjoint chargé des garanties, a examiné l'évolution du système des garanties de l'AIEA. Le système de l'AIEA évolue et évoluera probablement encore davantage dans les années à venir face aux défis politiques, technologiques et financiers qui se poseront, a-t-il déclaré. Le texte intégral de ce discours – prononcé lors de la réunion annuelle de l'Institute of Nuclear Materials Management – est publié en ligne sur le site *WorldAtom* (section consacrée aux garanties).

■ **Nouveaux Membres de l'AIEA.** L'adhésion de trois États – le Tadjikistan, l'Azerbaïdjan et la République centrafricaine – a été approuvée par la Conférence générale de l'AIEA en septembre 2000. Cette adhésion prendra effet lorsque les instruments juridiques requis auront été déposés auprès de l'Agence. L'AIEA compte actuellement 130 États Membres.

■ **Services de gestion des déchets radioactifs de l'AIEA.** Les services consultatifs techniques proposés par l'Agence dans le domaine de la sûreté de la gestion des déchets radioactifs sont présentés dans une brochure récente intitulée *Radioactive Waste Management Services*. Ces services sont notamment les suivants : examens par des confrères, études de sûreté, aide au déclassement, études de remise en état de sites, aide à l'utilisation de méthodes de démonstration de la gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif, et aide au conditionnement de sources de rayonnements scellées retirées du service. Sont également présentées des informations concernant les procédures de sollicitation des services et de l'assistance de l'Agence. Cette brochure est disponible auprès de la Division des publications de l'AIEA.



**Satellite Imagery Specialist,** Director's Office, Division of Safeguards Information Technology, Department of Safeguards (2001/021). This P-5 position is responsible for the successful implementation of a limited satellite imagery capability and geographic information laboratory, in line with the needs of the Department of Safeguards. To establish a capability for using commercial satellite imagery and other geographic information derived from geographic data, photos, commercial satellite imagery, tabular data and open source data. The post requires a university degree or equivalent in computer science, information management or a related field; at least 15 years of practical experience, including at least 5 years of recent experience, in information management, analysis tools and the use of computers for large information systems; recent experience in nuclear related research either in the nuclear industry or international/government service; and proficiency in English.  
*Closing Date: 15 June 2001*

**Satellite Imagery Database Administrator,** Director's Office, Division of Safeguards Information Technology, Department of Safeguards (2001/901). This P-2 position is responsible for the successful implementation of a limited satellite imagery capability and geographic information laboratory, in line with the needs of the Department of Safeguards and assisting in establishing a capability for using commercial satellite imagery and other geographic information derived from

maps, aerial and ground photos, tabular data and open source data. The post requires a university degree in computer science or equivalent practical experience, including at least 4 years of experience in using HTML and JavaScript programming skills; recent experience using FLASH technology in the development of on-line systems; desktop publishing and report preparation skills using industry standard tools such as Adobe Photo shop, Corel draw and MSOffice; at least 2 years' experience in geographical systems applications and data archiving and proficiency in English.  
*Closing Date: 15 June 2001*

**Regional Project Manager,** Latin America Section, Division for Europe, Latin America and West Asia, Department of Technical Cooperation (2001/803). This P-4 position will be responsible for planning and co-ordinating fruit fly related programme activities in six countries: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua and Panama; for operation assistance in the field, and seeking extra-budgetary sources of funding from governments and potential donor institutions. The position requires an advanced university degree in entomology or equivalent; at least 10 years' experience in the planning and management of fruit fly projects, including hands-on experience with: quarantines (regulations, exclusion and host treatments), detection tools (traps and fruit sampling), control technologies (baits, SIT (sterile insect technique, parasitoids), environmental monitoring and

mass rearing; proficiency in English and Spanish.  
*Closing Date: 15 June 2001*

**Safeguards Inspector (two posts).** Two positions, one at the P-4 level (2001/SGO-3) and the other at P-3 (2001/SGO-4) are being recruited through the year 2001.

**NOTE**

Les avis de vacances de postes (résumés ci-dessus) sont publiés à l'intention des lecteurs souhaitant se renseigner sur le genre de postes d'administrateur à pourvoir à l'AIEA. Ils ne constituent pas des avis officiels et sont susceptibles d'être modifiés. L'AIEA en envoie fréquemment aux centres et bureaux d'information de l'ONU ainsi qu'aux organes gouvernementaux et organismes de ses États Membres (ministère des affaires étrangères et autorité chargée de l'énergie atomique). Il est conseillé aux personnes intéressées par une éventuelle candidature de se tenir en rapport avec ces derniers. Les postes sont ouverts aux candidats, hommes ou femmes, possédant les qualifications appropriées. *De plus amples renseignements sur les possibilités d'emploi à l'AIEA peuvent être obtenus en écrivant à la Division du personnel, B.P. 100, A-1400 Vienne (Autriche).*

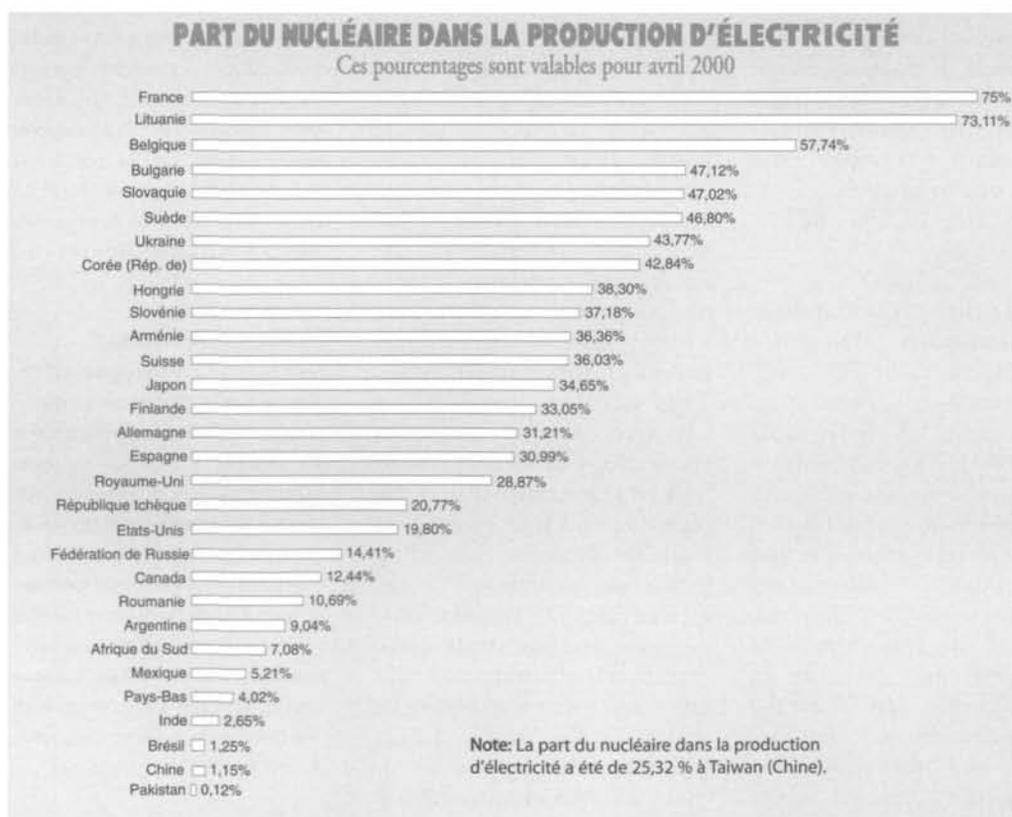
**AVIS DE VACANCES DE POSTES SUR INTERNET**

Les avis de vacances de postes d'administrateur de l'AIEA ainsi que les formulaires de candidature sont disponibles sur Internet à l'adresse suivante: <http://www.iaea.or.at/worldatom/jobs> On peut également obtenir des renseignements généraux sur les conditions d'emploi à l'AIEA ainsi qu'un spécimen du formulaire de candidature. Veuillez noter que les candidatures ne peuvent être transmises par voie électronique mais doivent être adressées par écrit à la Division du personnel de l'AIEA, B.P.100, A-1400 Vienne (Autriche).

## SITUATION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE DANS LE MONDE

	EN SERVICE		EN CONSTRUCTION	
	NOMBRE DE TRANCHES	TOTAL MWe	NOMBRE DE TRANCHES	TOTAL MWe
AFRIQUE DU SUD	2	1 842		
ALLEMAGNE	19	21 122		
ARGENTINE	2	935	1	692
ARMÉNIE	1	376		
BELGIQUE	7	5 712		
BRÉSIL	1	626	1	1 229
BULGARIE	6	3 538		
CANADA	14	9 998		
CHINE	3	2 167	7	5 420
CORÉE, RÉP. DE	16	12 990	4	3 820
ESPAGNE	9	7 470		
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE	104	97 145		
FINLANDE	4	2 656		
FRANCE	59	63 103		
HONGRIE	4	1 729		
INDE	11	1 897		
IRAN			3	606
JAPON	53	43 691	2	2 111
LITUANIE	2	2 370	4	4 515
MEXIQUE	2	1 360		
PAKISTAN	1	125	1	300
PAYS-BAS	1	449		
RÉPUBLIQUE TCHÈQUE	4	1 648	2	1 824
ROUMANIE	1	650	1	650
ROYAUME-UNI	35	12 968		
RUSSIE, FÉD. DE	29	19 843	3	2 825
SLOVAQUIE	6	2 408	2	776
SLOVÉNIE	1	632		
SUÈDE	11	9 432		
SUISSE	5	3 182		
UKRAINE	14	12 115	4	3 800
<b>TOTAL MONDIAL</b>	<b>433</b>	<b>349 063</b>	<b>37</b>	<b>31 128</b>

\* Ce total inclut Taïwan (Chine), où six réacteurs totalisant 4 884 MWe sont opérationnels. Deux tranches sont en construction. Le tableau reflète la situation signalée à l'AIEA en avril 2000.



## LIEUX DE VENTE DES PUBLICATIONS DE L'AIEA

Dans les pays ci-après, les publications de l'AIEA sont en vente aux adresses indiquées ci-après ou par l'intermédiaire des principales librairies locales.

Le paiement peut être effectué en monnaie locale ou en coupons de l'UNESCO.

## ALLEMAGNE

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH  
Poppelsdorfer Allee 55, D-53115 Bonn  
Téléphone: +49 228 94 90 20  
Facsimilé: +49 228 21 74 92  
Web site: <http://www.uno-verlag.de>  
Courrier électronique: [unoverlag@aol.com](mailto:unoverlag@aol.com)

## AUSTRALIE

Hunter Publications  
58A Gipps Street, Collingwood, Victoria 3066  
Téléphone: +61 3 9417 5361  
Facsimilé: +61 3 9419 7154  
Courrier électronique: [jpdavies@ozemail.com.au](mailto:jpdavies@ozemail.com.au)

## BELGIQUE

Jean de Lannoy  
avenue du Roi 202, B-1190 Bruxelles  
Téléphone: +32 2 538 43 08  
Facsimilé: +32 2 538 08 41  
Courrier électronique: [jean.de.lannoy@infoboard.be](mailto:jean.de.lannoy@infoboard.be)  
Web site: <http://www.jean-de-lannoy.be>

## BRUNEI

voir Malaisie

## CHINE

Publications de l'AIEA en chinois:  
Nuclear Information Center, Translation Service  
P.O. Box 2103, Beijing 100037

## DANEMARK

Munksgaard Subscription Service,  
Nørre Søgade 35, P.O. Box 2148  
DK-1016 Copenhagen K  
Téléphone: +45 33 12 85 70  
Facsimilé: +45 33 12 93 87  
Courrier électronique:  
[subscription.service@mail.munksgaard.dk](mailto:subscription.service@mail.munksgaard.dk)  
Web site: <http://www.munksgaard.dk>

## ESPAGNE

Diaz de Santos, Lagasca 95,  
E-28006 Madrid  
Téléphone: +34 1 431 24 82  
Facsimilé: +34 1 575 55 63  
Courrier électronique: [madrid@diazdesantos.es](mailto:madrid@diazdesantos.es)  
Diaz de Santos, Balmes 417-419  
E-08022 Barcelone  
Téléphone: +34 3 212 86 47  
Facsimilé: +34 3 211 49 91  
Courrier électronique: [balmes@diazsantos.com](mailto:balmes@diazsantos.com)  
Courrier électronique: [librerias@diazdesantos.es](mailto:librerias@diazdesantos.es)  
Web site: <http://www.diazdesantos.es>

## ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Bernan Associates  
4611-F Assembly Drive, Lanham MD 20706-4391, EE UU  
Téléphone: 1-800-274-4447 (sans taxe)  
Facsimilé: (301) 459-0056/  
1-800-865-3450 (sans taxe)  
Courrier électronique: [query@bernan.com](mailto:query@bernan.com)  
Web site: <http://www.bernan.com>

## FRANCE

Nucléon, Immeuble Platon, Parc les Algorithmes  
F-91194 Gif-sur-Yvette, Cedex  
Téléphone: +33 1 69 353636  
Facsimilé: +33 1 69 350099  
Courrier électronique: [nucléon@wanadoo.fr](mailto:nucléon@wanadoo.fr)

## HONGRIE

Librotrade Ltd., Book Import  
P.O. Box 126, H-1656 Budapest  
Téléphone: +36 1 257 7777  
Facsimilé: +36 1 257 7472  
Courrier électronique: [books@librotrade.hu](mailto:books@librotrade.hu)

## ISRAËL

YOZMOT Ltd.  
3 Yohanan Hasandlar St.

P.O. Box 56055, IL-61560 Tel Aviv  
Téléphone: +972 3 5284851  
Facsimilé: +972 3 5285397

## ITALIE

Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biasio "AEIOU",  
Via Coronelli 6, I-20146 Milan  
Téléphone: +39 2 48 95 45 52 or 48 95 45 62  
Facsimilé: +39 2 48 95 45 48

## JAPON

Maruzen Company, Ltd.  
P.O. Box 5050, 100-31 Tokyo International  
Téléphone: +81 3 3272 7211  
Facsimilé: +81 3 3278 1937  
Courrier électronique: [yabe@maruzen.co.jp](mailto:yabe@maruzen.co.jp)  
Web site: <http://www.maruzen.co.jp>

## MALAISIE

Parry's Book Center Sdn. Bhd.  
60 Jalan Negara, Taman Melawati, 53100 Kuala Lumpur  
Téléphone: +60 3 4079176, 4079179, 4087235, 4087528  
Facsimilé: +60 3 407 9180  
Courrier électronique: [haja@pop3.jaring.my](mailto:haja@pop3.jaring.my)  
Web site: <http://www.mol.net.my/~parrybook/parrys.htm>

## PAYS-BAS

Martinus Nijhoff International  
P.O. Box 269, NL-2501 AX The Hague  
Téléphone: +31 793 684 400;  
Facsimilé: +31 793 615 698  
Courrier électronique: [info@nijhoff.nl](mailto:info@nijhoff.nl)  
Web site: <http://www.nijhoff.nl>  
Swets and Zeitlinger b.v.,  
P.O. Box 830, NL-2160 SZ Lisse  
Téléphone: +31 252 435 111;  
Facsimilé: +31 252 415 888  
Courrier électronique: [infoho@swets.nl](mailto:infoho@swets.nl)  
Web site: <http://www.swets.nl>

## POLOGNE

Foreign Trade Enterprise, Ars Polona, Book Import Dept.  
7, Krakowskie Przedmieście Street  
PL-00-950 Warsaw  
Téléphone: +48 22 826 1201 ext. 147, 151, 159  
Facsimilé: +48 22 826 6240  
Courrier électronique: [ars\\_pol@bevy.hsn.com.pl](mailto:ars_pol@bevy.hsn.com.pl)  
Web site: <http://www.arspolona.com.pl>

## ROYAUME-UNI

The Stationary Office Ltd, International Sales Agency  
51 Nine Elms Lane, London SW8 5DR  
Téléphone: +44 171 873 9090;  
Facsimilé: +44 171 873 8463  
Courrier électronique: [book.orders@theso.co.uk](mailto:book.orders@theso.co.uk)  
Renseignements: [ipa.enquiries@theso.co.uk](mailto:ipa.enquiries@theso.co.uk)  
Web site: <http://www.the-stationery-office.co.uk>

## SINGAPOUR

Parry's Book Center Pte. Ltd.,  
528 A MacPHERSON Road, Singapore 1336  
Téléphone: +65 744 8673;  
Facsimilé: +65 744 8676  
Courrier électronique: [haja@pop3.jaring.my](mailto:haja@pop3.jaring.my)  
Web site: <http://www.mol.net.my/~parrybook/parrys.htm>

## SLOVAQUIE

Alfa Press, s.r.o, Krizkova 9, SQ-811 04 Bratislava  
Téléphone/Facsimilé: +421 7 566 0489

Les commandes et les demandes de renseignements peuvent aussi être envoyées directement à l'adresse suivante:

Unité de la promotion et de la vente des publications  
Agence internationale de l'énergie atomique  
Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100  
A-1400 Vienne, Autriche  
Téléphone: +43 1 2060 22529 (or 22530)  
Facsimilé: +43 1 2060 29302  
Courrier électronique: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)  
Web site: <http://www.iaea.org/worldatom/publications>

## SAFETY REPORTS SERIES

IMPLEMENTATION AND REVIEW OF A  
NUCLEAR POWER PLANT AGEING  
MANAGEMENT PROGRAMME  
Safety Report Series No. 15  
ISBN 92-0-100999-2 Price: ATS200/€14.53

## RADIATION PROTECTION AND SAFETY IN

INDUSTRIAL RADIOGRAPHY  
Safety Report Series No. 13  
ISBN 92-0-100199-1 Price: ATS1440

HEALTH SURVEILLANCE OF PERSONS  
OCCUPATIONALLY EXPOSED TO IONIZING  
RADIATION: GUIDANCE FOR OCCUPATIONAL  
PHYSICIANS, Safety Reports Series No. 5  
ISBN 92-0-103898-4 Price: ATS 200

DEVELOPING SAFETY CULTURE IN NUCLEAR  
ACTIVITIES — Practical Suggestions to Assist  
Progress, Safety Reports Series No. 11  
ISBN 92-0-104398-8 Price: ATS 280

## TECHNICAL REPORTS SERIES

VERIFICATION AND VALIDATION OF  
SOFTWARE RELATED TO NUCLEAR POWER  
PLANT INSTRUMENTATION AND CONTROL  
Technical Report Series No. 384  
ISBN 92-0-100799-X Price: ATS480/€34.88

NUCLEAR MEASUREMENTS, TECHNIQUES  
AND INSTRUMENTATION

Technical Report Series No. 393  
ISBN 92-0-100699-3 Price: ATS680

RADIOLOGICAL ASSESSMENT  
REPORTS SERIES

RADIOLOGICAL CONDITIONS OF THE  
WESTERN KARA SEA  
ISBN 92-0-104298-1, Price: ATS 440

RADIOLOGICAL CONDITIONS THE  
SEMIPALATINSK TEST SITE, KAZAKHSTAN:  
PRELIMINARY ASSESSMENT AND  
RECOMMENDATIONS FOR FURTHER STUDY  
ISBN 92-0-104098-9, Price: ATS 200

THE RADIOLOGICAL ACCIDENT IN TAMMIKU  
ISBN 92-0-100698-5 Price: ATS 280

## MISCELLANEOUS

OPERATING EXPERIENCE WITH NUCLEAR  
POWER STATIONS IN MEMBER STATES IN  
1997  
ISBN 92-0-104898-X, Price: ATS 2440

DIRECTORY OF NUCLEAR RESEARCH  
REACTORS 1998  
ISBN 92-0-104998-6, Price: ATS 2520

Tous les prix sont indiqués en ATS  
(Schillings autrichiens). Pour tout  
renseignement complémentaire  
concernant les publications de l'AIEA  
proposées à la vente, s'adresser à la  
Division des publications de  
l'Agence (mé.:  
[sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)). Une  
liste complète des publications de  
l'Agence est disponible sur le site  
Internet WorldAtom à l'adresse:  
<http://www.iaea.org>



**SYSTÈME INTERNATIONAL  
D'INFORMATION NUCLÉAIRE  
(INIS)**

**TYPE DE BASE DE DONNÉES**  
Bibliographique

**PRODUCTEUR**  
Agence internationale de l'énergie  
atomique en collaboration avec  
103 Etats Membres de l'AIEA et  
19 organismes internationaux

**SERVICE COMPÉTENT**  
AIEA, Section INIS  
B.P. 100  
A-1400 Vienne (Autriche)  
Téléphone: (43-1) 2600-22842  
Télécopie: (43-1) 26007-29884  
Mél.:  
INIS.CentreServicesUnit@iaea.org  
Renseignements complémentaires  
sur Internet:  
<http://www.iaea.org/inis/inis.htm>  
Pour s'abonner à la base de données  
INIS sur Internet, consulter l'addresser  
suivante:

<http://www.iaea.org/inis/inisdb.htm>  
Disque de démonstration disponible  
gratuitement

**PLUS DE 2 MILLIONS  
D'ENREGISTREMENTS  
CONSULTABLES EN LIGNE  
(DEPUIS 1970)**

**DOMAINE**  
Informations venant du monde entier  
sur les utilisations pacifiques de la  
science et de la technologie  
nucléaires ainsi que sur les incidences  
économiques et environnementales  
d'autres sources d'énergie.

**SUJETS TRAITÉS**  
Les principaux sujets traités sont les  
réacteurs nucléaires, la sûreté des  
réacteurs, la fusion nucléaire,  
l'application des rayonnements ou  
des isotopes en médecine, en  
agriculture, dans l'industrie et dans la  
lutte contre les ravageurs ainsi que  
des domaines connexes tels que la  
chimie nucléaire, la physique  
nucléaire et la science des matériaux.  
L'accent est mis en particulier sur les  
effets environnementaux,  
économiques et sanitaires de  
l'énergie nucléaire ainsi que sur les  
incidences économiques et  
environnementales des sources  
d'énergie non nucléaires et sur les  
aspects juridiques et sociaux de  
l'énergie nucléaire.



**SYSTÈME DE DOCUMENTATION  
SUR LES RÉACTEURS DE  
PUSSANCE  
(PRIS)**

**DESCRIPTION**  
Répertoire technique

**PRODUCTEUR**  
Agence internationale  
de l'énergie atomique  
en collaboration avec  
29 de ses Etats membres

**SERVICE COMPÉTENT**  
AIEA, Section du génie nucléaire  
B.P. 100, A-1400 Vienne (Autriche)  
Téléphone +43-1-2600  
Télex 1-12645  
Téléfax +43-1-26007  
Courrier électronique:  
r.spiegelberg-planer@iaea.org  
Renseignements  
complémentaires sur Internet:  
<http://www.iaea.org/programms/a2/>

**DOMAINE**  
Information mondiale sur  
les réacteurs de puissance  
en exploitation, en construction,  
en projet ou mis à l'arrêt  
et données d'expérience sur  
l'exploitation des centrales  
nucléaires dans les Etats  
Membres de l'AIEA

**SUJETS TRAITÉS**  
Etat du réacteur, désignation,  
emplacement, type,  
constructeur, fournisseur des  
turbo-alternateurs,  
propriétaire et exploitant de la  
centrale, puissance thermique,  
puissance électrique brute et  
nette, date de mise en chantier,  
date de la première criticité, date  
de la première synchronisation  
avec le réseau, exploitation  
industrielle, date de la mise à  
l'arrêt, caractéristiques  
du coeur du réacteur  
et renseignements sur les  
systèmes de la centrale; énergie  
produite, arrêts prévus et  
imprévus, facteur de  
disponibilité et d'indisponibilité,  
facteur d'exploitation  
et facteur de charge.



**SYSTÈME DE DOCUMENTATION  
SUR LES CONSTANTES NUCLÉAIRES  
(NDIS)**

**DESCRIPTION**  
Données numériques  
et bibliographiques

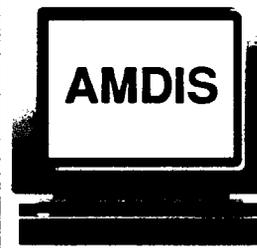
**PRODUCTEUR**  
Agence internationale de l'énergie  
atomique en collaboration avec le  
Nuclear Data Centre du Laboratoire  
national de Brookhaven (Etats-Unis),  
la Banque de constantes nucléaires  
de l'Agence pour l'énergie nucléaire  
de l'Organisation de coopération et  
de développement économiques, à  
Paris, et un réseau de plus de 20  
autres centres de constantes  
nucléaires dans le monde

**SERVICE COMPÉTENT**  
AIEA, Section des constantes  
nucléaires B.P. 100, A-1400 Vienne  
(Autriche)  
Téléphone +43-1-2600  
Télex 1-12645  
Téléfax +43-1-26007  
Courrier électronique:  
o.schwerer@iaea.org  
Renseignements complémentaires  
sur Internet:  
<http://www-nds.iaea.org/>

**DOMAINE**  
Fichier de constantes de physique  
nucléaire numériques décrivant  
l'interaction des rayonnements avec  
la matière, et renseignements  
bibliographiques connexes.

**SUJETS TRAITÉS**  
Constantes évaluées de  
réactions neutroniques en ENDF;  
constantes expérimentales de  
réactions nucléaires en EXFOR, pour  
les réactions produites par  
les neutrons, les particules  
chargées, ou les photons; périodes  
nucléaires et constantes de  
désintégration radioactive dans  
les systèmes NUDAT et ENSDF;  
renseignements bibliographiques  
connexes tirés des bases de données  
de l'AIEA, CINDA et NSR;  
divers autres types de données.

*Note: L'information NDIS recherchée  
en mode non connecté peut aussi être  
obtenue du producteur sur disquette,  
CD-ROM et cartouche DAT 4mm.*



**SYSTÈME DE DOCUMENTATION  
SUR LES CONSTANTES  
ATOMIQUES ET MOLÉCULAIRES  
(AMDIS)**

**DESCRIPTION**  
Données numériques et  
bibliographiques

**PRODUCTEUR**  
Agence internationale de l'énergie  
atomique en collaboration avec  
le réseau international des centres  
de constantes atomiques et  
moléculaires, qui regroupe 16  
centres de constantes nationales

**SERVICE COMPÉTENT**  
Unité de constantes atomiques  
et moléculaires, Section des  
constantes nucléaires de l'AIEA  
Courrier électronique:  
j.a.stephen@iaea.org  
Renseignements complémentaires  
sur Internet:  
<http://www.iaea.org/programs/ri/nds/amdisintro.htm>

**DOMAINE**  
Données atomiques et moléculaires  
et données sur l'interaction plasma-  
surface, ainsi que sur les propriétés  
des matériaux intéressants du point  
de vue de la recherche et de la  
technologie relatives à la fusion.

**SUJETS TRAITÉS**  
Données au format ALADDIN  
relatives à la structure atomique et  
aux spectres (niveaux d'énergie,  
longueurs d'onde et probabilités de  
transition); collisions d'électrons et  
de particules lourdes avec des  
atomes, des ions et des molécules  
(sections efficaces et/ou coefficients  
de vitesse, y compris, dans la plupart  
des cas, ajustement analytique avec  
les données); érosion superficielle  
par impact des principaux  
composants du plasma et  
auto-érosion; réflexion de  
particules sur les surfaces;  
propriétés thermophysiques et  
thermomécaniques du béryllium  
et des graphites pyrolytiques.

*Note: Le résultat des recherches  
effectuées en mode déconnecté  
peut être obtenu du producteur sur  
disquette, sur bande magnétique  
ou sous forme imprimée.  
Le logiciel ALADDIN et son manuel  
d'utilisation sont également  
disponibles  
auprès du producteur.*

Pour accéder à ces bases de données, s'adresser aux producteurs. L'information peut aussi être fournie par le producteur sous forme imprimée, à titre onéreux. INIS et AGRIS sont également disponibles sur CD-ROM. Des renseignements sur l'ensemble des bases de données de l'AIEA peuvent être obtenus par le biais des services Internet de l'Agence sous WorldAtom à l'adresse suivante: <http://www.iaea.org>.



**International Nuclear Information System**

# **INIS Database on INTERNET**

**To subscribe go to**

**<http://www.iaea.org/inis/inisdb.htm>**

• nuclear energy • nuclear power plants • nuclear reactors • nuclear fuel •  
• radioactive waste • nuclear safety • nuclear law • safeguards •  
• environmental and economic aspects of nuclear and  
nonnuclear energy sources • nuclear  
physics • nuclear fusion •  
• treaties •

**INIS Database**

**on Internet**

• uranium •  
• nuclear chemistry •  
• corrosion • radiation chemistry •  
• radioactive contamination • labelling •  
• radionuclide transport and monitoring in land,  
water and atmosphere • nuclear medicine • radiotherapy •

**INIS**

**International Nuclear Information System**

**Access current and retrospective information through the INIS Database. For more than 28 years, the scientific, academic and industrial communities have used the INIS Database to retrieve references to literature on relevant nuclear science and technology subjects.**

**For more information about INIS please go to <http://www.iaea.org/inis/inis.htm>**

**It's your turn now!!!**

**Subscribe to the INIS Database at:  
<http://www.iaea.org/inis/inisdb.htm>**

## LES PROJETS DE RECHERCHE COORDONNÉE DE L'AIEA

### ÉLABORATION, VALIDATION ET NORMALISATION DE MÉTHODES D'APPLICATION DE L'AMPLIFICATION GÉNIQUE ET DE L'ÉPREUVE ELISA AU DIAGNOSTIC ET À LA SURVEILLANCE DES PROGRAMMES VISANT À COMBATTRE ET À ÉRADIQUER LA TRYPANOSOMIASE

Globalement, ce projet a pour but d'aider les laboratoires vétérinaires nationaux à élaborer et à appliquer des techniques moléculaires au diagnostic d'importantes maladies du bétail et d'améliorer l'efficacité des programmes nationaux et internationaux de lutte et d'éradication. Plus précisément, il a pour objectif d'introduire une technique de biologie moléculaire (épreuve ELISA) qui facilitera le diagnostic et la surveillance de la trypanosomiase.

### RADIO-IMMUNODOSAGE DES PRODUITS AVANCÉS DE GLYCATION DANS LA PRISE EN CHARGE À LONG TERME DU DIABÈTE SUCRÉ

Ce projet a pour but de mettre au point une méthode de radio-immunodosage permettant de mesurer les produits avancés de glycation et de prévoir rapidement les complications du diabète sucré. Il permettra de mettre en œuvre un dépistage de masse des diabétiques et de repérer les groupes à risque en vue d'éventuelles interventions préventives.

### RADIOTHÉRAPIE DU CANCER DU FOIE PLAÇANT UN ACCENT PARTICULIER SUR LE TRAITEMENT RADIOCONJUGUÉ TRANSARTÉRIEL ET LA DOSIMÉTRIE INTERNE

Le carcinome hépatocellulaire est l'un des cancers malins les plus fréquents dans le monde, responsable de près d'un million de décès par an. Le pronostic est excellent si la tumeur est décelée rapidement et retranchée chirurgicalement. Dans la plupart des pays en développement, cependant, où les procédures de dépistage sont inexistantes ou insuffisantes, les patients consultent souvent tardivement, lorsqu'un traitement chirurgical devient impossible ou insuffisant. Dans ces cas, la radiothérapie – seule ou associée à une intervention chirurgicale – est le seul traitement indiqué.

### ÉVALUATION COMPARATIVE DES MODALITÉS DE TÉLÉTHÉRAPIE

Ce projet vise à obtenir la participation de services de radiothérapie qui utilisent, pour la téléthérapie, des accélérateurs de cobalt et des accélérateurs linéaires. Il leur est demandé, sur la base des registres de dépenses et des carnets d'exploitation de leurs équipements, d'en déterminer le coût, la fiabilité et le rendement.

### ASPECTS RADIOLOGIQUES DE LA CONTAMINATION RADIOACTIVE NON FIXÉE PROVENANT DES COLIS ET DES MOYENS DE TRANSPORT

Ce projet a pour but d'étudier les niveaux, l'origine et les moyens de contrôle de la contamination radioactive non fixée provenant des colis et des moyens de transport pendant l'acheminement de matières radioactives, de réévaluer les conséquences radiologiques des prescriptions réglementaires actuelles, et d'en définir les coûts/avantages et justifications en vue de les modifier.

## COLLOQUES ET SÉMINAIRES DE L'AIEA

### RÉUNIONS PRÉVUES EN 2001

#### AVRIL

Conférence internationale sur l'étude des changements écologiques à l'aide des techniques isotopiques  
23-27 avril, Vienne (Autriche)

#### MAI

Conférence internationale sur la sécurité des matières - prévention, interception et répression des utilisations illicites des matières nucléaires et des sources radioactives  
7-11 mai, Stockholm (Suède)

Séminaire international sur la situation actuelle et le devenir des réacteurs de faible ou moyenne puissance  
27-31 mai, Le Caire (Égypte)

#### AOÛT

Colloque international sur les moyens isotopiques de surveillance de la situation nutritionnelle dans les programmes de nutrition et de développement (partie intégrante de la 17<sup>e</sup> Conférence internationale de l'Union internationale des sciences de la nutrition)  
27-31 août, Vienne (Autriche)

#### SEPTEMBRE

Conférence internationale sur des questions d'actualité concernant la sûreté nucléaire, la sûreté radiologique et la sûreté des déchets radioactifs  
3-6 septembre, Vienne (Autriche)

45<sup>e</sup> Conférence générale de l'AIEA  
17-21 septembre, Vienne (Autriche)

#### NOVEMBRE

Colloque international sur l'utilisation des accélérateurs de faible énergie  
Dates à déterminer, Sao Paulo (Brésil)

Colloque international sur les garanties internationales  
29 octobre - 2 novembre, Vienne (Autriche)

Conférence internationale sur les déchets radioactifs provenant d'applications non énergétiques – Pour un partage des données d'expérience  
5-9 novembre, Malte

Colloque international sur l'utilisation des accélérateurs à faible énergie  
26-30 novembre, Sao Paulo (Brésil)

Informations sujettes à modifications. Voir encadré ci-contre.

La liste ci-dessus est sélective et provisoire. Pour des renseignements complémentaires concernant les réunions, s'adresser à l'AIEA, Section des services de séances, ou se reporter à la publication trimestrielle de l'AIEA intitulée *Meetings on Atomic Energy*, et consulter les services WorldAtom de l'AIEA sur Internet à l'adresse suivante: <http://www.iaea.org>. Des précisions sur les programmes de recherche coordonnée (PRC) peuvent être obtenues à l'AIEA, auprès de la Section d'administration des contrats de recherche. Les PRC visent à faciliter la coopération mondiale dans divers domaines scientifiques et techniques, concernant aussi bien les applications médicales, agronomiques et industrielles des rayonnements que la technologie et la sûreté du secteur électronucléaire.



## AIEA BULLETIN

PUBLICATION TRIMESTRIELLE DE  
L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Publication de la Division de l'information  
Agence internationale de l'énergie atomique B.P.  
100, A-1400 Vienne (Autriche)  
Tél: (43-1) 2600-21270 Télécopie: (43-1) 26007  
Courrier électronique: official.mail@iaea.org  
Internet: www.iaea.org

**DIRECTEUR GÉNÉRAL:** M. Mohamed ElBaradei  
**DIRECTEURS GÉNÉRAUX ADJOINTS:**  
M. David Waller, M. Pierre Goldschmidt,  
M. Victor Mourovov, M. Werner Burkart,  
M. Jihui Qian, M. Zygmund Domaratzki  
**DIRECTEUR, DIVISION  
DE L'INFORMATION:** M. David Kyd

**REDACTEUR EN CHEF:**  
M. Lothar H. Wedekind  
**SECRÉTAIRE DE REDACTION:**

Mlle Ritu Kenn  
**MISE EN PAGE/CONCEPTION:**

Mlle Ritu Kenn; M. S. Brodek  
**RUBRIQUE ACTUALITÉS:**

Mme A. Schiffmann, Mme R. Spiegelberg  
**PRODUCTION:** M. H. Hunt, M. D. Schroder,  
M. R. Breiteneker, Mme P. Murray,  
M. A. Adler, M. L. Nimetzki

**SERVICES LINGUISTIQUES:**  
Division des Langues  
**ÉDITION FRANÇAISE:** M. Yvon Prigent  
traduction, contrôle rédactionnel

**ÉDITION ESPAGNOLE:** Equipo de Servicios de  
Traductores e Intérpretes (ESTI), La Havane (Cuba),  
traduction;  
M. L. Herrero, contrôle rédactionnel

**ÉDITION CHINOISE:**  
Service de traduction de la Société industrielle de  
l'énergie nucléaire de Chine, Beijing, traduction,  
impression, distribution  
**ÉDITION RUSSE:** JSC Interdiakto+, Moscou;  
traduction, impression, distribution

**PUBLICITÉ**  
Les publicités qui, sans autorisation écrite préalable,  
utilisent le nom, l'emblème et le sceau officiel de  
l'AIEA ou l'abréviation du nom de l'AIEA ou qui  
indiquent que l'annonceur, le fournisseur ou le  
fabricant fournit, ou a fourni, des biens ou des  
services à l'AIEA, ou qui impliquent que l'AIEA a  
approuvé ou autorisé un produit ou un service  
particulier ne seront pas acceptées pour insertion  
dans le Bulletin.  
Les annonceurs sont priés d'adresser leur  
correspondance à la Division des publications de  
l'AIEA, Unité de vente des publications  
et de la publicité, B.P. 100, A-1400 Vienne (Autriche).  
Les numéros de téléphone et de télécopie ainsi que  
l'adresse de courrier électronique sont marqués  
ci-dessus.

Le *Bulletin de l'AIEA* est distribué gratuitement à un nombre  
restreint de lecteurs qui s'intéressent aux activités de l'AIEA  
et aux utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Pour  
bénéficier de ce service, écrire à la rédaction du *Bulletin*. Des  
extraits des textes contenus dans le *Bulletin* peuvent être utilisés  
librement sous réserve d'en mentionner la source. Toutefois, un  
article dont l'auteur n'est pas membre du personnel de l'AIEA  
ne peut être reproduit qu'avec la permission de l'auteur ou de  
l'organisme dont il émane, sauf s'il est destiné à servir de  
document de travail. Les opinions exprimées par les auteurs des  
articles ou dans les publicités publiées dans le *Bulletin de l'AIEA*  
ne correspondent pas forcément à celles de l'Agence  
internationale de l'énergie atomique et n'engagent donc  
que les signataires ou les annonceurs.

## AIEA ÉTATS MEMBRES

<b>1957</b> <b>Afghanistan</b>	Saint-Siège	République Arabe	<b>1977</b>
<b>Afrique du Sud</b>	Sri Lanka	Syrienne	Nicaragua
Albanie	<b>Suède</b>	Uruguay	<b>1984</b>
Allemagne	<b>Suisse</b>	<b>1964</b>	Chine
Argentine	Thaïlande	Cameroun	<b>1986</b>
<b>Australie</b>	Tunisie	Gabon	Zimbabwe
<b>Autriche</b>	<b>Turquie</b>	Koweït	
<b>Bélarus</b>	Ukraine	Nigeria	<b>1992</b>
<b>Bésil</b>	Venezuela	<b>1965</b>	Croatie
Bulgarie	Viet Nam	Chypre	Estonie
<b>Canada</b>	Yougoslavie	Costa Rica	Slovénie
Corée, République de	<b>1958</b>	Jamaïque	<b>1993</b>
Cuba	Belgique	Kenya	Arménie
<b>Danemark</b>	Cambodge	Madagascar	Lituanie
Egypte	Equateur	<b>1966</b>	<b>République tchèque</b>
El Salvador	Finlande	Jordanie	<b>Slovaquie</b>
Espagne	Iran, Rép. islamique d'	Panama	<b>1994</b>
<b>Etats-Unis d'Amérique</b>	Luxembourg	<b>1967</b>	Iles Marshall
Ethiopie	Mexique	Ouganda	Kazakhstan
<b>Fédération de Russie</b>	Philippines	Sierra Leone	L'ex-République
<b>France</b>	Soudan	Singapour	yougoslave de
Grèce	<b>1959</b>	<b>1968</b>	Macédoine
<b>Guatemala</b>	Iraq	Lichtenstein	Ouzbékistan
Haïti	<b>1960</b>	<b>1969</b>	Yémen
Hongrie	Chili	Malaisie	<b>1995</b>
<b>Inde</b>	Colombie	Niger	Bosnie-Herzégovine
Indonésie	Ghana	Zambie	<b>1996</b>
Islande	Sénégal	<b>1970</b>	Géorgie
<b>Israël</b>	<b>1961</b>	Irlande	<b>1997</b>
Italie	Liban	Malte	Lettonie
<b>Japon</b>	Mali	République de Moldova	Malte
Maroc	Zaire	Bangladesh	République de Moldova
Monaco	<b>1962</b>	<b>1973</b>	<b>1998</b>
Myanmar	Arabie Saoudite	Mongolie	Benin
<b>Norvège</b>	Libéria	<b>1974</b>	Burkina Faso
Nouvelle-Zélande	<b>1963</b>	Maurice	<b>1999</b>
<b>Pakistan</b>	Algérie	<b>1976</b>	Angola
Paraguay	Bolivie	Emirats Arabes Unis	Honduras
Pays-Bas	Côte d'Ivoire	Qatar	<b>2000</b>
Pérou	Jamahiriya	République-Unie	Tadjikistan
Pologne	Arabe Libyenne	de Tanzanie	Azerbaïdjan
<b>Portugal</b>			<i>république centrafricaine</i>

Dix-huit ratifications étaient nécessaires pour l'entrée en vigueur du Statut de l'AIEA. Au 29 juillet 1957, les Etats figurant en caractères gras avaient ratifié le Statut.

L'année représente l'année de l'admission de l'Etat comme membre de l'AIEA. Les Etats ne figurent pas nécessairement sous le nom qu'ils avaient à l'époque.

L'admission des Etats dont le nom apparaît en italique a été approuvée par la Conférence générale mais ne prendra effet que lorsque les instruments juridiques nécessaires auront été déposés.



L'Agence internationale de l'énergie atomique, qui est née le 29 juillet 1957, est une organisation intergouvernementale indépendante faisant partie du système des Nations Unies. Elle a son siège à Vienne (Autriche) et compte 130 Etats Membres qui coopèrent pour atteindre les principaux objectifs du Statut de l'AIEA: hâter et accroître la contribution de l'énergie atomique à la paix, la santé et la prospérité dans le monde entier et s'assurer, dans la mesure de ses moyens, que l'aide fournie par elle-même ou à sa demande ou sous sa direction ou sous son contrôle n'est pas utilisée de manière à servir à des fins militaires.

*Siège de l'AIEA, au Centre international de Vienne.*

## EMBRACING THE FUTURE

Aloka, the leader in medical ultrasound, has always responded to diagnostic needs with innovative solutions that are ahead of their time. Our 50-year history of research and development has spanned the entire history of medical ultrasound. Moreover, our achievements have ranged from the world's first diagnostic ultrasound system in 1960 to the world's first Color Doppler system in 1983, as well as Hemispheric Sound Technologies and Pure Harmonic Detection in our 1999 ProSound™ PureHD ultrasound platform. With an eye to the future, we will continue pushing the limits of ultrasound technology in our quest for better health care. We're Aloka, the innovator in ultrasound.



**ALOKA**  
Science & Humanity  
[www.aloka.com](http://www.aloka.com)